



XV CONGRESSO DA ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA  
DE ESTUDOS DO QUATERNÁRIO - ABEQUA

18 a 23 de outubro de 2015 - Tramandaí/Imbé - RS

**ECODIVERSIDADE E SUA SUSTENTABILIDADE NO QUATERNÁRIO**

## Anais da ABEQUA



PROMOÇÃO



REALIZAÇÃO



ISSN: 2318-0986



XV Congresso da Associação Brasileira de Estudos do Quaternário – ABEQUA  
& II Encontro Brasileiro do Tecnógeno

ECODIVERSIDADE E SUA SUSTENTABILIDADE NO  
QUATERNÁRIO. Eduardo Guimarães Barboza, Eduardo Marques Martins,  
Maria Luiza Correa da Camara Rosa (eds.) Volume 2, Número 1 – Imbé/RS:  
CECLIMAR/IBIO/UFRGS, 2015.

434 f

Anais da Associação Brasileira de Estudos do Quaternário - ABEQUA.

ISSN: 2318-0986.

1. Geologia Marinha. 2. Geologia Costeira. 3. Antropoceno. 4. Pleistoceno.  
5. Holoceno. 6. Quaternário. I. Título.



## **COMISSÃO ORGANIZADORA DO XV CONGRESSO DA ABEQUA**

### **PRESIDENTE**

Eduardo Guimarães Barboza (UFRGS)

### **VICE-PRESIDENTE**

Maria Luiza Correa da Camara Rosa (UFRGS)

### **COORDENAÇÃO FINANCEIRA**

Ricardo N. Ayup-Zouain (UFRGS)

### **COORDENAÇÃO DE PUBLICAÇÃO/EDITORIAÇÃO**

Nelson Luiz Sambaqui Gruber (UFRGS)

### **COORDENAÇÃO EXCURSÕES**

Luiz José Tomazelli (UFRGS)

### **COORDENAÇÃO ESTUDANTIL**

Eduardo Marques Martins (UFRGS)

Samanta da Costa Cristiano (UFRGS)

## **COMISSÃO ORGANIZADORA DO II ENCONTRO BRASILEIRO DO TECNÓGENO**

Adriana Aparecida de Oliveira (UnG)

Alex Ubiratan Goosens Peloggia (UnG)

Antonio Manoel dos Santos Oliveira (UnG)

Clódis Andrades Filho (UERGS)

Érika Cristina Nesta Silva (UNESP)

## **COMITÊ TÉCNICO-CIENTÍFICO**

César Goso (UDELAR)

Clódis Andrades Filho (UERGS)

David Hoyal (ExxonMobil)

Felipe Caron (UNIPAMPA)

Giovanni Gabianelli (UNIBO)

Guilherme Borges Fernandes (UFF)

Hansen (UNIPAMPA)

João Luiz Nicolodi (FURG)

Kaluan Juk (BG)

Lauro Julio Caliarri (FURG)

Luigi Cantelli (UNIBO)

Maria Cristina de Souza (UFPR)

Nils Edwin Asp (UFPA)

Norberto Olmiro Horn Filho (UFSC)

Patrick Hesp (FLINDERS)

Paulo César Giannini (USP)

Pedro Arenas (UCA/CEIMAR)

Rodolfo José Angulo (UFPR)

Rúben Lopez (Argentina)

Sérgio Rebello Dillenburg (UFRGS)

Silvia Marcomini (Argentina)

Vitor Abreu (ExxonMobil)



## **Diretoria da ABEQUA para o Biênio 2014 – 2015**

### **Diretoria Executiva:**

Presidente: Claudio Limeira Mello (UFRJ)

Vice-Presidente: João Wagner Alencar Castro (Museu Nacional - UFRJ)

Secretária: Catia Fernandes Barbosa (UFF)

Tesoureiro: Francisco William da Cruz Júnior (USP)

### **Suplentes da Diretoria:**

Giselle Utida (IGc-USP)

Karen Cristina Silva (IGc-USP)

### **Conselho Fiscal:**

Tereza Cristina Medeiros de Araújo (UFPE)

José Carlos Sicoli Seoane (UFRJ)

Célia Regina de Gouveia Souza (IG/SMA-SP)

### **Suplentes do Conselho Fiscal:**

Renato Campello Cordeiro (UFF)

Werner Farkatt Tabosa (UFRN)

### **Representantes para enlace com os quaternaristas sulamericanos e iberoamericanos:**

Federico Ignacio Isla (Universidade de Mar del Plata, Argentina)

Tomasz Boski (Universidade do Algarve, Portugal)



## **UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL**

**REITOR: Carlos Alexandre Netto**

**VICE-REITOR: Rui Vicente Oppermann**

**PRÓ-REITORIA DE GRADUAÇÃO**

Pró-Reitor: Sérgio Roberto Kieling Franco

**PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO**

Pró-Reitor: Vladimir Pinheiro do Nascimento

**PRÓ-REITORIA DE PESQUISA**

Pró-Reitor: José Carlos Frantz

**PRÓ-REITORIA DE EXTENSÃO**

Pró-Reitora: Sandra de Deus

**PRÓ-REITORIA DE PLANEJAMENTO E ADMINISTRAÇÃO**

Pró-Reitor: Ário Zimmermann

**PRÓ-REITORIA DE GESTÃO DE PESSOAS**

Pró-Reitor: Maurício Viegas da Silva

**PRÓ-REITORIA DE ASSUNTOS ESTUDANTIS**

Pró-Reitor: Angelo Ronaldo Pereira da Silva

**SUPERINTENDENCIA DE INFRA-ESTRUTURA**

Superintendente: Alberto Tamagna

**CHEFIA DE GABINETE**

Chefe de Gabinete: João Roberto Braga de Mello

**PROCURADORIA-GERAL**

Procurador-Geral: Francisco de Paula Rocha dos Santos

**SECRETARIA DE AVALIAÇÃO INSTITUCIONAL**

Secretário: Daltro José Nunes

**SECRETARIA DE COMUNICAÇÃO SOCIAL**

Secretário: Ricardo Schneiders da Silva

**SECRETARIA DE EDUCAÇÃO A DISTÂNCIA**

Secretário: Mara Lucia Fernandes Carneiro

**SECRETARIA DE DESENVOLVIMENTO TECNOLÓGICO**

Secretária: Raquel Santos Mauler

**SECRETARIA DE RELAÇÕES INTERNACIONAIS**

Secretário: Nicolas Maillard



## MENSAGEM DA COMISSÃO ORGANIZADORA

A Associação Brasileira de Estudos do Quaternário (ABEQUA) tem a satisfação de promover entre os dias 18 e 23 de outubro de 2015 este importante evento técnico-científico e cultural nas cidades de Tramandaí e Imbé, no Rio Grande do Sul, Brasil. As atividades ocorrerão na Prefeitura de Tramandaí e nas instalações do Centro de Estudos Costeiros, Limnológicos e Marinhos (CECLIMAR) do Instituto de Biociências da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) no Município de Imbé.

A escolha destes dois municípios se deve a facilidade de deslocamento desde Porto Alegre e pelo apoio e interesse das respectivas prefeituras, e da presença do novo *Campus Litoral* da UFRGS. Além disso, a região se configura como um “laboratório à céu aberto” sobre Sustentabilidade Ambiental e Gerenciamento Costeiro Integrado, haja vista os atuais conflitos entre a ação humana, materializada pelo uso e ocupação do solo e das águas, e ecossistemas únicos e frágeis, onde, comumente, são necessárias intervenções do poder público.

Essa conjectura fundamenta a escolha das principais linhas de investigação e diálogo propostas para o Evento, a saber: **(i)** gerenciamento dos recursos naturais, relacionados às águas subterrâneas com foco em aquíferos/reservatórios de fluidos; **(ii)** sistema de dunas eólicas costeiras, como contribuinte na evolução costeira, como abrigo da flora e fauna, como proteção à erosão costeira e como sistema de recarga de água subterrânea; **(iii)** o papel do Homem como agente geológico nos últimos 10 mil anos e a sua influência no contexto da Geodiversidade, da Biodiversidade e da Ecodiversidade; e **(iv)** Gerenciamento Costeiro Integrado na elaboração de propostas de manejo em ações ambientais, socioeconômicas e culturais, que contemplem uma relação de sustentabilidade entre o meio biótico e abiótico.

Comissão Organizadora  
XV Congresso da ABEQUA



## SUMÁRIO

A COMPETÊNCIA DO MUNICÍPIO NA ZONA COSTEIRA URBANA.....	1
AVALIAÇÃO DO TEMPO DE RESPOSTA EM CURTO PRAZO DA MORFOLOGIA DE PRAIAS NO LITORAL SUDESTE DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO QUANTO AO CLIMA DE ONDAS REGIONAL 2	
AVALIAÇÃO DO REGISTRO HISTÓRICO DE RESSACAS MARINHAS E SUA INFLUENCIA NO LITORAL SUDESTE DO RIO DE JANEIRO.....	4
APLICAÇÃO DE MODELOS DE EROÇÃO PARA O LITORAL DO RS .....	6
BASE DE DADOS GRANULOMÉTRICOS AO LONGO DO LITORAL DA BACIA DE CAMPOS, RJ.....	8
ONDAS DE TEMPESTADE PARA A COSTA NORTE FLUMINENSE.....	10
OS REGISTROS GEOLÓGICOS DA AÇÃO HUMANA E O ANTROPOCENO-TECNOGÊNICO: A ESTRATIGRAFIA DA ARQUEOSFERA.....	12
PROCEDIMENTOS REALIZADOS NA RECONSTITUIÇÃO DO RELEVO TECNOGÊNICO EM ÁREA DE PLANÍCIE TECNOGÊNICA NA CIDADE DE PRESIDENTE PRUDENTE-SP.....	14
DINÂMICA DE DEPÓSITOS TECNOGÊNICOS NA ÁREA URBANA DE ARAGUAÍNA (TO).....	16
SISTEMA PRAIA DUNA FRONTAL, VARIABILIDADE MORFOMÉTRICA NO LITORAL NORTE DO RIO GRANDE DO SUL, BRASIL, COM SISTEMA LIDAR (LIGHT DETECTION AND RANGING).....	18
UTILIZAÇÃO DO SONAR DE VARREDURA LATERAL PARA O MAPEAMENTO DAS FORMAS DE FUNDO DO RIO POTENGI-RN .....	20
ATLAS POLÍNICO DIGITAL DE ESPÉCIES DE MATA ATLÂNTICA DO HERBÁRIO DA RESERVA NATURAL VALE - LINHARES ES .....	22
DATAÇÕES RADIOMÉTRICAS E ANÁLISE PALINOLÓGICA EM SEDIMENTOS TURFOSOS DO PARQUE NACIONAL DA RESTINGA DE JURUBATIBA, ESTADO DO RIO DE JANEIRO .....	24
ANÁLISE DE TERRAÇO FLUVIAL NO ALTO CURSO DO RIO MACAÉ (RJ): DESCRIÇÃO DAS LITOFÁCIES E DATAÇÕES PELO MÉTODO LOE.....	26
RECONSTITUIÇÃO DA DINÂMICA DA VEGETAÇÃO DE MATA ATLÂNTICA DESDE ~33.000 ANOS CAL A.P., NORTE DO ESPÍRITO SANTO - RESULTADOS PRELIMINARES .....	28
REGISTRO PALINOLÓGICO DE <i>CLUSIA LANCEOLATA</i> CAMBESS NO PARQUE NACIONAL DA RESTINGA DE JURUBATIBA, RIO DE JANEIRO, BRASIL, DURANTE O HOLOCENO MÉDIO .....	30
ARCHAEOPALYNOLOGICAL EVIDENCE OF THE EXPLOITATION OF <i>ELAEIS GUINEENSIS</i> IN MOTAKO, SOUTHERN NIGERIA, AFRICA .....	32
O PAPEL DO VULCANISMO NA VARIABILIDADE DO MODO ANULAR SUL NO PERÍODO INDUSTRIAL DADO POR MODELO DO SISTEMA TERERSTRE .....	34
CARACTERIZAÇÃO HIDROLÓGICA E SEDIMENTOLÓGICA DO ESTUÁRIO DO RIO CUÑANI, AMAPÁ: RESULTADOS PRELIMINARES .....	36
THE <i>ORLA PROJECT</i> : ANALYSIS FROM THE PERSPECTIVE OF INTEGRATED COASTAL MANAGEMENT.....	38
ANALYSIS OF THE BRAZILIAN COAST VULNERABILITY: AN INTEGRATED METHODOLOGY PROPOSED .....	40
MAPEAMENTO DE SENSIBILIDADE AO ÓLEO DA BACIA MARÍTIMA DE PELOTAS .....	42
DELIMITAÇÃO DAS UNIDADES GEOAMBIENTAIS DO LITORAL CEARENSE A PARTIR DA INTERPRETAÇÃO DE ORTOFOTOS E DADOS LIDAR.....	44
ESTUDO DOS MORFOTIPOS DO GÊNERO <i>GEPHYROCAPSA</i> (ALGA COCOLITOFORÍDEA).....	46



BUSCANDO UMA INTERPRETAÇÃO PARA O DEPÓSITO SEDIMENTAR HOLOCÊNICO NA AMAZÔNIA OCIDENTAL (LAGOA DA PATA) PELA RAZÕES ISOTÓPICAS DE Sr E Nd: RESULTADOS PRELIMINARES.....	48
CARACTERIZAÇÃO DAS ACUMULAÇÕES DE GÁS RASO NA PLATAFORMA CONTINENTAL INTERNA DO RIO GRANDE DO SUL.....	50
EFICIÊNCIA DE ATIVIDADES DE LIMPEZA E A CHEGADA DE LIXO MARINHO: O CASO DE TRÊS PRAIAS DA BAHIA, BRASIL.....	52
IMPACTOS COSTEIROS INDUZIDOS POR ONDAS DE TEMPESTADE ENTRE O CABO FRIO E O CABO BÚZIOS, RIO DE JANEIRO, BRASIL.....	54
GEOMORFOLOGIA COSTEIRA JUNTO AOS BALNEÁRIOS OCEÂNICOS DO LITORAL MÉDIO E SUL DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL: UMA ABORDAGEM QUALITATIVA.....	56
SEDIMENTAÇÃO HOLOCÊNICA E REGISTROS DE EVENTOS ASSOCIADOS À MEGAENCHENTE EM UM SISTEMA ESTUARINO-LAGUNAR NO NORDESTE BRASILEIRO.....	58
VARIAÇÃO ESPAÇO-TEMPORAL DOS PROCESSOS SEDIMENTARES ATUAIS EM UM SISTEMA ESTUARINO-LAGUNAR TROPICAL DO NORDESTE BRASILEIRO.....	60
AValiação MUTAGÊNICA DAS LAGOAS E LAGUNA DO LITORAL NORTE E DOS EFLUENTES DO TERMINAL PETROQUÍMICO ALMIRANTE SOARES DUTRA DE OSÓRIO, RS/BRASIL ATRAVÉS DO SISTEMA.....	62
A METHODOLOGICAL APPROACH TO ASSESS CONSISTENCY OF COASTAL VULNERABILITY INDICES.....	64
FORAMINÍFEROS E MODELAGEM PREDITIVA DE ZONAS ESTUARINAS: IMPLICAÇÕES NA AVALIAÇÃO DE MUDANÇAS AMBIENTAIS.....	66
ANÁLISE DA VARIAÇÃO TEMPORAL DO MANGUEZAL E SEU ENTORNO EM GUARRATIBA - RIO DE JANEIRO.....	68
DIATOMÁCEAS NO ESTUDO DA INFLUÊNCIA MARINHA NO HOLOCENO NA COSTA NORTE DO ESPÍRITO SANTO E LITORAL SUL DA BAHIA.....	70
CARACTERIZAÇÃO MORFOLÓGICA DO SISTEMA DUNA PRAIA AO LARGO DO BALNEÁRIO CASSINO/RS ATRAVÉS DE PERFIS TOPOGRÁFICOS.....	72
DEPÓSITOS EM BARRA DE CANAL E SUA INTERELAÇÃO COM A PALEOCLIMATOLOGIA, O CASO DO RIACHO MALAQUIAS, ÁGUA BRANCA - AL.....	74
LEQUES ALUVIAIS NA PESPECTIVA SEMIÁRIDA E SEU PAPEL NA RESCONTRUÇÃO PALEOAMBIENTAL, O CASO DO MACIÇO ÁGUA BRANCA, ÁGUA BRANCA - AL.....	76
A MICROSCÓPIA ELETRÔNICA DE VARREDURA (MEV) COMO FERRAMENTA PARA O ESTUDO GEOMORFOLÓGICO E A COMPREENSÃO DA EVOLUÇÃO DA PAISAGEM.....	78
MAPEAMENTO GEOMORFOLOGICO DE DETALHE DA BACIA DO RIACHO PIANCOZINHO NO SEMIÁRIDO PERNAMBUCANO E PARAIBANO DO NORDESTE DO BRASIL.....	80
SEDIMENTAÇÃO QUATERNÁRIA NA REGIÃO DE CONFLUÊNCIA DOS RIOS SOLIMÕES E PURUS, AMAZÔNIA OCIDENTAL.....	82
ANÁLISE SEDIMENTOLÓGICA NA DEFINIÇÃO DE SENSIBILIDADE AO ÓLEO NA LAGOA DOS PATOS E LAGO GUAIBA, RS.....	84
ESTUDO DO CLIMA DE ONDAS DA PLATAFORMA CONTINENTAL DO LITORAL NORTE DA BAHIA.....	86
INSTABILIDADE E IMPACTO ANTRÓPICO NO CAMPO DE DUNAS DA PRAIA DO CASSINO.....	88
UTILIZAÇÃO DO $\mu$ -EDX PARA DETERMINAÇÃO DE ELEMENTOS QUÍMICOS EM PERFIS DE ANTROPOSSOLOS – GUARAPARI (ES).....	90
IMPACTOS AMBIENTAIS NA ZONA COSTEIRA DECORRENTES DO USO E OCUPAÇÃO DA TERRA NO MUNICÍPIO DE MARICÁ-RJ.....	92



RECONSTITUIÇÃO PALEOAMBIENTAL ATRAVÉS DOS ESTUDOS PALINOLÓGICO E ISOTÓPICO DA VEREDA CARRASCO DA RAPOSA, PARQUE ESTADUAL DA SERRA DO CABRAL, MINAS GERAIS, BRASIL .....	94
PROBLEMAS DECORRENTES DO USO E OCUPAÇÃO DOS CAMPOS DE DUNAS NA REGIÃO DO PERÓ-MUNICÍPIO DE CABO FRIO – RJ .....	96
SEDIMENTAÇÃO QUATERNÁRIA EM DEPRESSÕES TECTÔNICAS NA ZONA DE CONFLUÊNCIA DOS RIOS NEGRO E SOLIMÕES, AMAZÔNIA CENTRAL.....	100
VARIABILIDADE DOS SISTEMAS PRAIAIS AO LONGO DA COSTA CENTRAL E SUL DO RIO GRANDE DO SUL.....	102
TATUS GIGANTES DA PLANÍCIE COSTEIRA DO RIO GRANDE DO SUL .....	104
MORFOMETRIA DOS DENTES DE TUBARÃO DO CONCHEIROS DO ALBARDÃO.....	106
RELAÇÃO POACEA/CYPERACEAE NA PLATAFORMA CONTINENTAL INTERNA E SUAS IMPLICAÇÕES PARA AS RECONSTRUÇÕES PALEOVEGETACIONAIS .....	108
MORFODINÂMICA DAS PRAIAS DA ILHA DA TRINDADE.....	110
COASTAL RECESSION FORECASTS: THE ROLE OF SEA LEVEL RISE AND SEDIMENT BUDGET ..	112
O REGISTRO ISOTÓPICO DE DEUTERIUM E AS VARIAÇÕES PALEOAMBIENTAIS DOS ÚLTIMOS 2500 ANOS DO NORDESTE DO BRASIL .....	114
TIME-AVERAGING OF SHELL-RICH ACCUMULATIONS ON BRAZILIAN SOUTHERN SHELF.....	116
EFEITOS DA DEPOSIÇÃO DE LIXO MARINHO NA ORLA DA BAÍA DE GUANABARA – RIO DE JANEIRO.....	118
VARIAÇÃO DA MINERALOGIA DAS ARGILAS NO CONE DE RIO GRANDE E SUA CORRELAÇÃO COM CICLOS PALEOCLIMÁTICOS .....	120
OCORRÊNCIA DE MINERAIS GLAUCONÍTICOS NO CONE DE RIO GRANDE (TALUDE CONTINENTAL DA BACIA DE PELOTAS, RS) .....	122
IDENTIFICAÇÃO DE MINERAIS PESADOS NA BACIA DE PELOTAS (RS): CONTRIBUIÇÃO PARA O ENTENDIMENTO DO PREENCHIMENTO SEDIMENTAR DO CONE DE RIO GRANDE .....	124
OS SERVIÇOS ECOSISTEMICOS NA GESTÃO INTEGRADA DE UNIDADES DE CONSERVAÇÃO: O CASO DO PARQUE NACIONAL DA LAGOA DO PEIXE, RS .....	126
OS SERVIÇOS ECOSISTEMICOS NA HISTÓRIA AMBIENTAL DOS MUNICÍPIOS DE FLORIANÓPOLIS E SÃO FRANCISCO DO SUL, SC.....	128
COCOLITOFORÍDEOS E O CICLO DO CARBONO NO ATLÂNTICO SUDOESTE DURANTE O QUATERNÁRIO TARDIO.....	130
VARIABILIDADE SAZONAL DE ISÓTOPOS ESTÁVEIS DE UM ESTUÁRIO TROPICAL BRASILEIRO DENSAMENTE URBANIZADO (CAPIBARIBE-PE).....	132
ZONEAMENTO ECOLÓGICO-ECONÔMICO DA ZONA SUL DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL, BRASIL .....	134
REPRESENTATIVIDADE DOS FÓSSEIS DE MAMÍFEROS PLEISTOCÊNICOS NO EXTREMO SUL DO BRASIL .....	136
VARIAÇÃO QUANTI-QUALITATIVA DOS FÓSSEIS PLEISTOCÊNICOS NOS SETORES CENTRO E SUL DA PLANÍCIE COSTEIRA DO RIO GRANDE DO SUL .....	138
ANÁLISE COMPARATIVA DAS MODIFICAÇÕES AMBIENTAIS DECORRENTES DA OCUPAÇÃO URBANA EM RIO GRANDE – RS, EM 1947 E 2014 .....	140
ESTUDO PALEOECOLÓGICO NO NORDESTE DO ESPÍRITO SANTO – ESPÉCIES DISJUNTAS DA MATA ATLÂNTICA E AMAZÔNIA, DINÂMICA DA VEGETAÇÃO E INFERÊNCIAS CLIMÁTICAS DESDE O PLEISTOCENO TARDIO .....	142
ANÁLISE DE PALINOFÁCIES E INTERPRETAÇÃO PALEOAMBIENTAL DE SEDIMENTOS LACUSTRES DA COSTA NORTE DO ESPÍRITO SANTO .....	144



ANÁLISIS DE LA VARIABILIDAD DE PERFILES DE PLAYA MEDIANTE USO DE COMPONENTES PRINCIPALES EM CADIZ, ESPAÑA.....	146
DEPÓSITOS QUATERNÁRIOS NO SUDOESTE DO ESTADO DO RS: EROÇÃO HÍDRICA E ARENIZAÇÃO EM PROPRIEDADES RURAIS.....	147
CARACTERIZAÇÃO EM SUBSUPERFÍCIE DO ESTUÁRIO DO RIO PIRANHAS-AÇU, NE DO BRASIL.....	149
OCUPAÇÃO URBANA NO ENTORNO DO PARQUE ESTADUAL DE ITAPEVA E IMPACTOS AMBIENTAIS.....	151
AValiação DO CENÁRIO COSTEIRO DAS PRAIAS DE TORRES-RS, BRASIL.....	153
APLICAÇÃO DE BATIMETRIA MULTIFEIXE NA ANÁLISE TEMPORAL DA MORFOLOGIA DA PLATAFORMA CONTINENTAL.....	155
CACHOEIRAS DO MUNICÍPIO DE GUARULHOS, SP, NO ANTROPOCENO – GEODIVERSIDADE E DEGRADAÇÃO.....	157
OS DEPÓSITOS TECNOGÊNICOS DO VELHO E DO NOVO MUNDO: UMA QUESTÃO CULTURAL ENDÊMICA.....	159
ABORDAGEM GEOTECNOGÊNICA: MÉTODO E PROCEDIMENTOS.....	161
OS IMPACTOS AMBIENTAIS E A DINÂMICA DE PROCESSOS GEOTECNOGÊNICOS EM ÁREA URBANA DEGRADADA: O CASO DO LOTEAMENTO PARQUE CONTINENTAL II – GUARULHOS/SP.....	163
BEACHROCK DE UBATUBA (LITORAL NORTE DE SÃO PAULO): EVIDÊNCIAS DE OSCILAÇÕES NEGATIVAS E POSITIVAS DO NÍVEL DO MAR NO HOLOCENO MÉDIO A SUPERIOR*.....	165
MONITORAMENTO DE PROCESSOS SEDIMENTARES NA ENSEADA DA BALEIA (ILHA DO CARDOSO, CANANÉIA/SP) ENTRE 2007-2015.....	167
RÁPIDA MIGRAÇÃO DA LINHA COSTEIRA E PREENCHIMENTO SEDIMENTAR DO ESTUÁRIO DO RIO AÇU (RN).....	169
HETEROGENEIDADE ESPACIAL DO SUBSTRATO MARINHO ADJACENTE A NATAL-RN ATRAVÉS DA SÍSMICA DE ALTA RESOLUÇÃO.....	171
PERMEABILIDADE DE PRAIAS AMAZÔNICAS A EVENTUAIS DERRAMES DE DERIVADOS DE HIDROCARBONETOS: O CASO DAS PRAIAS DO CARIPI E GRANDE, PARÁ, BRASIL.....	173
ALTERAÇÕES ANTRÓPICAS EM INTERFACES DE FLORESTAS URBANAS: PROPOSTA DE UM MÉTODO DE AVALIAÇÃO.....	175
EL NIÑO SOUTHERN OSCILLATION AND AEOLIAN DRIFT POTENTIAL IN THE NORTHERN COAST OF RIO GRANDE DO SUL.....	177
OS BEACHROCKS SÃO OU NÃO SÃO INDICADORES PRECISOS DE VARIAÇÕES DO NÍVEL RELATIVO DO MAR?.....	181
DEPÓSITOS LAGUNARES NA REGIÃO DO PORTO DE SANTA VITÓRIA DO PALMAR (RS): GÊNESE E RELAÇÃO COM ÁREAS DE RISCO À INUNDAÇÃO.....	183
INFLUÊNCIAS DA DINÂMICA FLUVIAL E MARINHA NA EVOLUÇÃO DO DELTA DO RIO PARAÍBA DO SUL (RJ).....	185
STRATIGRAPHY OF THE LATE PLEISTOCENE BARRIER III IN THE SOUTHERN COASTAL PLAIN OF THE STATE OF RIO GRANDE DO SUL, BRAZIL.....	187
LOESS DEPOSITS IN THE SOUTHERN COASTAL PLAIN OF THE STATE OF RIO GRANDE DO SUL, BRAZIL.....	189
MODELO DE EVOLUÇÃO QUATERNÁRIA DA PLANÍCIE COSTEIRA MERIDIONAL DO COMPLEXO DELTAICO DO RIO PARAÍBA DO SUL (RJ).....	191
REGISTROS GEOMORFOLÓGICOS DO ESTÁGIO ISOTÓPICO MARINHO (MIS) 5a: EVIDÊNCIAS NO COMPLEXO DELTAICO DO RIO PARAÍBA DO SUL (RJ).....	193



UTILIZAÇÃO DE BANDAS DE PALEOLOCAS DE OURIÇOS-DO-MAR COMO INDICADORES DE ESTABILIZAÇÃO DO NÍVEL DO MAR NO HOLOCENO .....	195
INFLUÊNCIA DA NEOTECTÔNICA NA EVOLUÇÃO SEDIMENTAR DA PORÇÃO CENTRAL EMERSA DA BACIA PARAÍBA, NORDESTE DO BRASIL .....	197
COMPARAÇÃO ENTRE OS MÉTODOS DO POLÍGONO DE MUDANÇA E DSAS PARA A ANÁLISE EVOLUTIVA DA LINHA DE COSTA: UM ESTUDO DE CASO EM PONTAIS ARENOSOS E EMBAIMENTOS PRAIAS NA LAGOA DOS PATOS .....	199
FOREDUNE GEOMORPHOLOGICAL ANALYSIS BASED ON LASER TECHNOLOGY: A PROPOSITION TO CHARACTERIZE TREND IN CRESTLINE AND FOOTLINE DISPLACEMENT, RAVENNA, ITALY .....	201
ASPECTOS SUPERFICIAIS DO GRÃO DE QUARTZO NA AVALIAÇÃO DE FONTE DE SEDIMENTOS RECENTES PARA A PRAIA DE MEAÍPE-MAIMBÁ, ES .....	203
ESCOLHA DE INDICADORES E VARIAÇÃO DA LINHA DE COSTA EM 55 ANOS NA PRAIA DE MEAÍPE-MAIMBÁ, ES .....	205
IMPACTS OF SEA LEVEL/CLIMATIC CHANGES DURING THE HOLOCENE AND THE EUROPEAN COLONIZATION FROM THE 16TH CENTURY ON VEGETATION OF THE SOUTHERN BAHIA LITTORAL .....	207
ANÁLISE DO NÍVEL DE DEGRADAÇÃO AMBIENTAL EM NASCENTES NA CIDADE DE JUSCIMEIRA-MT .....	209
DESCARGA DE ÁGUA SUBTERRÂNEA NO LITORAL NORTE DO RS, BRASIL .....	211
SEDIMENTAÇÃO HOLOCÊNICA DO SISTEMA ESTUARINO LAGUNAR CAPIBARIBE/BEBERIBE E BACIA DO PIÑA, PERNAMBUCO, BRASIL .....	213
GEOMORPHOLOGY AND TERRITORIAL EVOLUTION CHARACTERIZATION FROM XVI CENTURY TO PRESENT, RAVENNA, ITALY .....	215
ANÁLISE ESPAÇO-TEMPORAL (2009-2015) DA PRAIA E DA LINHA DE COSTA, PRAIA DOS ARTISTAS, COROA DO MEIO, ARACAJU, SERGIPE .....	217
TAXA DE VARIAÇÃO DA LINHA DE COSTA E DO VOLUME DE SEDIMENTOS (2008-2015) NAS PRAIAS DOS ARTISTAS E DA ATALAIA VELHA, ARACAJU, SERGIPE .....	219
MAPEAMENTO DE FEIÇÕES COSTEIRAS HOLOCÊNICAS NA PORÇÃO NE DA ILHA COMPRIDA/SP COM TECNOLOGIA GPS DE ALTA PRECISÃO .....	221
ESTUDO DA VARIABILIDADE DOS BANCOS ARENOSOS DA ZONA DE SURFE NA PRAIA DO CASSINO .....	223
3D PHOTOGRAMMETRIC RECONSTRUCTION FROM LOW ALTITUDE IMAGING REALIZED BY LOW-COST UAV .....	225
CARACTERIZAÇÃO DE UM DEPÓSITO SEDIMENTAR MARINHO FORMADO POR DESCARTE DE MATERIAL DRAGADO .....	226
UMA CURVA DO NÍVEL RELATIVO DO MAR NO QUATERNÁRIO SUPERIOR PARA ESTUDOS DA EVOLUÇÃO DA PLATAFORMA CONTINENTAL SUL .....	228
IDENTIFICAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DE DEPÓSITOS LAGUNARES DA PLANÍCIE COSTEIRA DO RIO GRANDE DO SUL, COM AUXÍLIO DA PALINOLOGIA – DADOS PRELIMINARES .....	230
CARACTERIZAÇÃO DE MOLUSCOS FÓSSEIS QUATERNÁRIOS DE SISTEMAS DEPOSICIONAIS DO TIPO LAGUNA-BARREIRA PLEISTOCÊNICOS DA REGIÃO SUL DA PLANÍCIE COSTEIRA DO RIO GRANDE DO SUL .....	232
CONFLITOS SOCIOMBIENTAIS EM UNIDADES DE CONSERVAÇÃO NA ZONA COSTEIRA: CASO DA RESERVA ESTADUAL ECOLÓGICA DE JACAREPIÁ (SAQUAREMA/RJ) .....	234
ANÁLISE DE PERDA DE VEGETAÇÃO E OCUPAÇÃO DO SOLO COMO POTENCIAL DA VULNERABILIDADE À EROÇÃO COSTEIRA NA ILHA DE ITAMARACÁ-PE ATRAVÉS DE SENSORIAMENTO REMOTO MULTITEMPORAL .....	236



DISTRIBUIÇÃO SEDIMENTAR ATUAL E COMPORTAMENTO DA MOT NO ESTUÁRIO DO RIO FORMOSO - PE .....	238
EVENTOS CLIMÁTICOS DO HOLOCENO REGISTRADOS NOS DEPÓSITOS DA CAVERNA DO URUBU, NORDESTE DO BRASIL .....	240
CONTRIBUIÇÃO AO CONHECIMENTO DE SUBSUPERFÍCIE DO COMPLEXO DELTAICO DO RIO PARAÍBA DO SUL, REGIÃO NORTE FLUMINENSE (RJ).....	241
ANÁLISE AMBIENTAL DE UNIDADES DE CONSERVAÇÃO UTILIZANDO METODOLOGIA SWOT: CASO DA RESERVA ECOLÓGICA DE JACAREPIÁ, INSERIDA NA ÁREA DE PROTEÇÃO AMBIENTAL DE MASSAMBABA – REGIÃO HIDROGRÁFICA VI – RJ .....	243
FORAMINÍFEROS PLANCTÔNICOS E A ESTIMATIVA DA TAXA DE SEDIMENTAÇÃO NOS TESTEMUNHOS SA5-031 E SA5-033 DO QUATERNÁRIO DA BACIA SERGIPE-ALAGOAS .....	245
DEFINAÇÃO DE ZONA TAFONOMICAMENTE ATIVA PARA SEDIMENTOS CARBONÁTICOS PELÁGICOS.....	247
UM MODELO DE CLASSIFICAÇÃO DAS PRAIAS NO BRASIL PARA ADEQUAÇÃO À NORMA ISO/DIS 13009:2013 (E) - BEACHES — CRITERIA TO RENDER THE SERVICE .....	249
MORPHOLOGIC AND SEDIMENTOLOGIC PATTERNS OF ACTIVE AEOLIAN DUNE-FIELDS ON THE EAST COAST OF MARANHÃO, NORTHEAST BRAZIL .....	251
GEOTECNOGÊNESE E RISCO AMBIENTAL EM VOLTA REDONDA (RJ).....	253
DETERMINAÇÃO DE METAIS, ARSÊNIO E FÓSFORO EM UMA COLUNA SEDIMENTAR DO ESTUÁRIO DO RIO CAETÉ – PA (BRASIL).....	255
GEOQUÍMICA PRELIMINAR DE ÁGUAS SUPERFICIAIS DO MUNICÍPIO DE CAÇAPAVA DO SUL – RS – BRASIL .....	257
O USO DO <i>SOFTWARE SGEOLGY</i> 1.4 COMO AUXÍLIO NO ESTUDO DA MINERALOGIA .....	259
DESCRIÇÕES PALINOLÓGICAS DE REGIÕES DE MARISMAS, PORÇÃO EMERSA DA BACIA DE PELOTAS .....	260
EVOLUÇÃO PEDOSSEDIMENTAR DA PLANÍCIE DE INUNDAÇÃO DO MÉDIO CURSO DO RIO PARDO (RS) NO PLEISTOCENO SUPERIOR E NO HOLOCENO .....	262
LATE QUATERNARY SEA SURFACE TEMPERATURE CHANGES AT THE SOUTHERN BRAZILIAN CONTINENTAL MARGIN .....	264
COBERTURAS HOLOCÊNICAS NA BACIA COSTEIRA CAUEIRA/ABAÍIS (SERGIPE - BRASIL).....	266
PARQUE ESTADUAL DE ITAPEVA (RS): OS CONFLITOS AMBIENTAIS NO ENTORNO DE UNIDADES DE CONSERVAÇÃO LOCALIZADAS EM ÁREAS LITORANEAS .....	268
PALEOCEANOGRAFIA DO QUATERNÁRIO TARDIO NO SUL DA MARGEM CONTINENTAL BRASILEIRA: ESPÉCIES SUBORDINADAS DE COCOLITOFORÍDEOS .....	270
EVOLUÇÃO SEDIMENTAR E CRONOLOGIA DA BARREIRA COSTEIRA QUATERNÁRIA DE MAÇAMBABA: A INFLUÊNCIA DE VENTOS DE RUMOS OPOSTOS E SEU POSSÍVEL SIGNIFICADO PALEOCLIMÁTICO.....	272
ANÁLISE DO CONTEÚDO DE CARBONATO EM ESTUDOS PALEOCEANOGRÁFICOS DA BACIA DE PELOTAS .....	274
A DINÂMICA COSTEIRA AO SUL DO CABO DE SANTA MARTA, ESTADO DE SANTA CATARINA.....	276
EVOLUÇÃO COSTEIRA DO SETOR SUL DO LITORAL DE JAGUARUNA, SANTA CATARINA, COMO SUBSÍDIO A GESTÃO COSTEIRA .....	278
TRANSPORTE POTENCIAL LONGITUDINAL DE SEDIMENTOS NO LITORAL DO MUNICÍPIO DE ARACAJU, SE .....	280
EVENTOS DE RESSACA E “MARÉ ALTA” NA BAIXADA SANTISTA (SP), ENTRE 1961 E 2011 .....	282
ARQUEOANTROPOSSOLO – SAMBAQUI DO PARQUE ESTADUAL PAULO CÉSAR VINHA – GUARAPARI - ES .....	284



ARQUITETURA DEPOSICIONAL E GEOMORFOLOGIA DA PLANÍCIE DE CORDÕES LITORÂNEOS DA LAGOA DOS QUADROS, LITORAL NORTE DO RIO GRANDE DO SUL - BRASIL.....	286
INDICADORES DE VARIAÇÃO DO NÍVEL RELATIVO DO MAR IDENTIFICADOS NA FAZENDA CAMPOS NOVOS, MUNICÍPIO DE CABO FRIO E ARMAÇÃO DE BÚZIOS, RIO DE JANEIRO .....	288
BATIMETRIA, SEDIMENTO E FEIÇÕES DE FUNDO DO MAR DO ARARAPIRA, DIVISA DOS ESTADOS DO PARANÁ E SÃO PAULO .....	292
DATAÇÕES DE SEDIMENTOS HOLOCÊNICOS DA PLANÍCIE COSTEIRA PARANAENSE ATRAVÉS DE LUMINESCÊNCIA OPTICAMENTE ESTIMULADA.....	294
USO DE VERMETÍDEOS FÓSSEIS DE SÃO FRANCISCO DO SUL (SC) COMO INDICADORES DE VARIAÇÃO DO NÍVEL RELATIVO DO MAR E PARA A DISCUSSÃO DA CIRCULAÇÃO COSTEIRA NO HOLOCENO.....	296
ANÁLISE MICROCLIMÁTICA DO GRADIENTE FLORESTA-CIDADE NO MUNICÍPIO DE GUARULHOS, SP.....	298
CARTA SEDIMENTOLÓGICA DA PLATAFORMA SETENTRIONAL DO RIO GRANDE DO NORTE: ÁREA SÃO BENTO DO NORTE A TIBAU.....	300
ÍNDICE DE SENSIBILIDADE AO ÓLEO PARA AMBIENTES FLUVIAIS .....	302
SEDIMENTAÇÃO EM CANAIS EMBREJADOS NA BACIA DO CÓRREGO SANTA RITA, MUNICÍPIO DE VOLTA REDONDA (RJ) .....	304
PALEOPRODUTIVIDADE NO SUL DA MARGEM CONTINENTAL BRASILEIRA DURANTE O QUATERNÁRIO TARDIO A PARTIR DE COCOLITOFORÍDEOS .....	306
CONTRIBUIÇÕES PARA A RECONSTRUÇÃO PALEOAMBIENTAL HOLOCÊNICA DA PLANÍCIE COSTEIRA DAS PRAIAS DE SUL E DE LESTE (ILHA GRANDE/RJ) .....	308
ESTUDO DE DEPÓSITOS SUPRA-BARREIRAS NA PRAIA DE PITANGUI – RN COM BASE EM REFLEXÃO DE ONDAS DE RADAR.....	310
GEOTECNOLOGIAS NO ESTUDO DA MIGRAÇÃO DE DUNAS: O CASO DO CAMPO EÓLICO TRANSGRESSIVO DA MARGEM LESTE DA LAGOA DO PEIXE, LITORAL MÉDIO DO RIO GRANDE DO SUL, BRASIL .....	312
O FECHAMENTO DO BRAÇO MORTO (RIO TRAMANDAÍ) NO MUNICÍPIO DE IMBÉ .....	314
DIAGNÓSTICO E PLANO DE MANEJO DAS DUNAS FRONTAIS DO MUNICÍPIO DE JAGUARUNA-SC COMO MODELO DE GESTÃO COSTEIRA NO BRASIL .....	316
REGISTROS PALINOLÓGICOS DA VEGETAÇÃO DO QUATERNÁRIO TARDIO NA AMAZÔNIA CENTRAL E NO MÉDIO RIO MADEIRA.....	318
INFLUÊNCIA DA DERIVA LITORÂNEA E DOS VENTOS DE RUMOS OPOSTOS NA MORFOLOGIA E SEDIMENTOLOGIA DO SISTEMA PRAIA-DUNA FRONTAL DA BARREIRA DE MAÇAMBABA .....	320
ASPECTOS TAXONÔMICOS E TAFONÔMICOS DE BIOCLASTOS DE INVERTEBRADOS MARINHOS EM SANTOS, LITORAL DE SÃO PAULO.....	322
VARIAÇÃO SAZONAL DO COMPORTAMENTO PRAIAL E ANÁLISE MORFODINÂMICA EM ÁREA URBANIZADA E NÃO URBANIZADA NO LITORAL NORTE DO RS: RESULTADOS PRELIMINARES .....	324
CONTRIBUIÇÃO PARA CARACTERIZAÇÃO ECOLÓGICA DA PRAIA DAS CABRAS, MUNICÍPIO DE CIDREIRA, RS, BRASIL.....	326
STRATIGRAPHIC ARCHITECTURE OF THE PO PLAIN (ITALY).....	328
FOREDUNES MORPHOLOGICAL CHANGES BY BIMODAL WINDS REVEALED BY GROUND-PENETRATING RADAR: MASSAMBABA BEACH – RIO DE JANEIRO, BRAZIL .....	330
IDENTIFICAÇÃO DAS CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS EM PRAIAS ARENOSAS COM AUXÍLIO DE IMAGENS DE ALTA RESOLUÇÃO ESPACIAL E TOPOGRAFIA DE DETALHE: EXEMPLO DA PRAIA DA MASSAMBABA, LITORAL DO RIO DE JANEIRO.....	332



TRANSFORMAÇÃO TECNOGÊNICA DA PLANÍCIE DE INUNDAÇÃO DO RIO TIETÊ, ENTRE OS RIOS BAQUIRIVU-GUAÇU E CABUÇU DE CIMA, NO MUNICÍPIO DE GUARULHOS – SP .....	334
ANÁLISE DE RAMPAS DEPOSICIONAIS NA SERRA DO ESPINHAÇO MERIDIONAL, MG, BRASIL, ATRAVÉS DE BIOMIMERALIZAÇÕES DE SÍLICA E ISÓTOPOS DE CARBONO .....	336
SUBIDA DO NÍVEL DO MAR DURANTE OS ÚLTIMOS 10 ka INFERIDA DO REGISTO SEDIMENTAR DO ESTUÁRIO POTENGI-JUNDIAI (RN).....	338
ANÁLISE DA ÁREA DE RECUPERAÇÃO AMBIENTAL DO GARIMPO SANTA RITA ANDARAÍ – BA.....	342
TROCKENHORIZONT KULTURELLER" – CONSIDERAÇÕES ACERCA DO IMPACTO ANTRÓPICO COMO UM FATOR IMPORTANTE NO DESENVOLVIMENTO E DECOMPOSIÇÃO DE TURFAS HOLOCÊNICAS .....	344
INFERÊNCIAS PALEOCLIMÁTICAS PARA O HOLOCENO DO SUL DO BRASIL ATESTADAS POR ANÁLISES PALINOFACIOLÓGICAS EM SEDIMENTOS PROVENIENTES DE ALAGADOS DE ALTITUDE ASSOCIADOS A SÍLICA-GOSSAN NO DISTRITO MINEIRO DE AMETISTA DO SUL (RS, BRASIL).....	346
MONITORAMENTO DE LONGO PRAZO (1994 – 2015) DOS BIOCLASTOS NA PRAIA DOS CONCHEIROS, RS, EXTREMO SUL DO BRASIL.....	348
CICLOS DE EROSIÃO/ACRESCIMENTO NA PRAIA DO LESTE (IGUAPE, SP). PALEONTOLOGIA E CRONOLOGIA DOS FÓSSEIS ENCONTRADOS .....	350
CARACTERIZAÇÃO MICROPALÉONTOLOGICA DO TESTEMUNHO 2-LS-1-RJ -LAGOA SALGADA (RJ), BRASIL – RESULTADOS PRELIMINARES.....	352
DEPÓSITOS MARINHOS E GRAVITACIONAIS NAS PRAIAS DE ITAGUÁ E IPEROIG EM UBATUBA-SP.....	354
ANÁLISE DAS ASSEMBLEIAS DE FORAMINÍFEROS EM UM TESTEMUNHO DA PLATAFORMA CONTINENTAL EM FRENTE À BAÍA DE GUANABARA – RJ.....	356
SEISMOSTRATIGRAPHY AND GEOMORPHOLOGY OF A HETEROGENOUS INNER SHELF, SANTA CATARINA, BRAZIL: TIJUCAS'S CHÊNIERS A CASE STUDY .....	358
OSTRACODES MARINHOS COMO INDICADORES DO TRANSPORTE SEDIMENTAR EM ILHAS OCEÂNICAS SUBTROPICAIS .....	360
ESPÉCIES VEGETAIS EXÓTICAS E NATIVAS LENHOSAS SOBRE DUNAS DA PRAIA DAS CABRAS, MUNICÍPIO DE CIDREIRA, RS, BRASIL .....	362
ANÁLISE TAFONÔMICA INTEGRATIVA: NOVOS <i>INSIGHTS</i> A PARTIR DE DEPÓSITOS LAGUNARES E ESTUARINOS DO SUL DO BRASIL .....	363
GEOINDICADORES APLICADOS À CLASSIFICAÇÃO TIPOLOGICA DA ORLA MARÍTIMA DO PERÓ, CABO FRIO – RIO DE JANEIRO, BRASIL.....	365
PROGRADAÇÃO DAS BARRAS ARENOSAS E A EVOLUÇÃO DA LAGUNA COSTEIRA EM ITAPOA (SC) DURANTE HOLOCENO.....	367
COMPARAÇÃO EVOLUTIVA DOS SISTEMAS LAGUNA-BARREIRA DO RIO GRANDE DO SUL/BRASIL E YOUNGHUSBAND PENINSULA/AUSTRALIA .....	369
EVENTOS DE INUNDAÇÃO NA PRAIA DO CASSINO - RS.....	371
ARQUITETURA SEDIMENTAR DOS CORDÕES LITORÂNEOS A NORTE DO RIO DOCE, ESPÍRITO SANTO, BRASIL.....	373
ELEMENTOS ARQUITETÔNICOS DO PONTAL ARENOSO RECURVADO DA PRAIA DA JUREIA, IGUAPE, SP .....	375
MORFOLOGIA, FÁCIES DEPOSICIONAIS E CRONOLOGIA DOS EOLIANITOS QUATERNÁRIOS DO LITORAL DO PIAUÍ E OESTE DO CEARÁ .....	377
CRONOLOGIA E EVOLUÇÃO DOS SISTEMAS DE CORDÕES DO NORDESTE DO ESPÍRITO SANTO E SUA RELAÇÃO COM O DELTA DO RIO DOCE .....	379



EOLIANITOS HOLOCÊNICOS DE LUÍS CORREIA (PI) E TRAIRI (CE): CARACTERIZAÇÃO PETROGRÁFICA E EVOLUÇÃO EODIAGENÉTICA EM DEPÓSITOS MISTOS TERRÍGENO-CARBONÁTICOS.....	381
SOUTHERN HEMISPHERE CLIMATE DRIVERS AND GEOMORPHOLOGICAL CHANGES IN AUSTRALIAN AND BRAZILIAN COASTAL DUNEFIELDS OVER HISTORICAL AND MULTI-MILLENIAL SCALES .....	383
EVOLUTION AND MORPHODYNAMICS OF THE SOUTHERN YOUNGHUSBAND PENNINSULA BARRIER, SOUTH AUSTRALIA .....	385
APLICAÇÃO DE MODELO MATEMÁTICO PARA SUBIDA DO NÍVEL DO MAR EM PRAIAS PRECEDIDAS POR TERRAÇOS DE ABRASÃO .....	386
ANTHROPOCENE INTENSIFICATION OF GEOMORPHIC PROCESSES IN THE HUMID PAMPA. POSSIBLE GENERATION OF RENEWABLE GEOLOGIC RESOURCES.....	388
IS THERE A GREAT GEOMORPHIC ACCELERATION AND RELATED INTENSIFICATION OF NATURAL HAZARDS THAT MARKS THE START OF THE ANTHROPOCENE? .....	390
PALEOAMBIENTES, GEOMORFOLOGIA E ARQUEOLOGIA DA REGIÃO SUL DE SANTA CATARINA.....	392
REGISTROS PALEONTOLÓGICOS (ICNOFÓSSEIS, INVERTEBRADOS, PALINOLOGIA) E ARQUEOLOGIA PARA O QUATERNÁRIO DA PRAIA DA PINHEIRA, SANTA CATARINA.....	394
HISTÓRIA DA VEGETAÇÃO DA ILHA DA TRINDADE: DADOS PALINOLÓGICOS SOBRE A EVOLUÇÃO DA FLORESTA DE <i>CYATHEA DELGADII</i> STERNB.....	396
CARATERIZAÇÃO DO SISTEMA DEPOSICIONAL DA PRAIA DA PRINCESA, ILHA DE MAIANDEUA/PA – BRASIL.....	398
THE MULTI-STEP INFILLING OF THE TAPERACU ESTUARY (AMAZONIAN COAST– BRAZIL) .....	400
SEDIMENTOLOGIA DO BAIXO CURSO DO RIO TAPAJÓS – AMAZÔNIA ORIENTAL / BRASIL .....	402
DIVERSIDADE MORFOLÓGICA E HIDROLÓGICA DE ESTUÁRIOS AMAZÔNICOS E A FORMAÇÃO DE ZONAS DE TURBIDEZ MÁXIMA .....	404
O PANORAMA DA GEOCONSERVAÇÃO NO LITORAL SUL DE SANTA CATARINA, BRASIL.....	406
TRANSIÇÃO DE BARREIRAS TRANSGRESSIVAS E REGRESSIVAS: CONDIÇÕES DIÁCRONAS ENTRE O MÁXIMO TRANSGRESSIVO E O MÁXIMO EUSTÁTICO .....	408
CARACTERÍSTICAS ESTRATIGRÁFICAS DA BARREIRA COSTEIRA HOLOCÊNICA ENTRE O FAROL SARITA E FAROLETE VERGA, SUL DA PLANÍCIE COSTEIRA DO RIO GRANDE DO SUL, BRASIL, A PARTIR DE DADOS DE GPR .....	410
ESTUDOS EM DELTAS DAS LAGOAS DO LITORAL NORTE DO RS: CONECTANDO ESCALAS, AMPLIANDO HORIZONTES.....	412
O PROBLEMA DA AVALIAÇÃO DA QUALIDADE AMBIENTAL NO ANTROPOCENO: O CASO DO MUNICÍPIO DE GUARULHOS (SP) COM BASE NO MAPEAMENTO DA COBERTURA ARBÓREA ....	414
PLANO DE MANEJO DE DUNAS DE JAGUARUNA-SC: DOS CONFLITOS DE USO A UMA PROPOSTA INÉDITA DE GESTÃO COSTEIRA INTEGRADA .....	416

.....



## A COMPETÊNCIA DO MUNICÍPIO NA ZONA COSTEIRA URBANA

Lair da Silva Loureiro Filho

*Doutor e Mestre em Direito pela Universidade de São Paulo – USP, Professor Doutor do Curso de Mestrado em Análise Geoambiental da Universidade de Guarulhos – UnG.*

Este trabalho trata da competência do Município, na defesa do interesse local na zona costeira urbana brasileira, na disciplina do uso e ocupação do solo, das atividades desenvolvidas na região e da fruição da praia enquanto bem de uso comum do povo. O trabalho tem início com o estudo da evolução legal e doutrinária conferida à zona costeira brasileira, à orla marítima e ao denominado terreno de marinha e acrescidos. O estudo sustenta que o histórico da ocupação da zona costeira não foi acompanhado da correspondente atualização normativa, o que explica a manutenção do instituto do terreno de marinha, construído com base em critérios dotados de pouca cientificidade e estribado nos fundamentos de defesa nacional, instrumento condutor de política nacional de proteção ambiental e de planejamento urbano, argumentos que não mais subsistem em face da atual tecnologia de defesa, da superveniência da política urbana delineada no art. 182 da Constituição Federal, efetivada pela Lei nº 10.257 de 10.07.2001, da previsão da participação do Município no Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro, e da utilização dos recursos provenientes do Projeto Orla, especialmente pelos Municípios de pequeno porte, desprovidos de recursos e quadros. O trabalho prossegue com a reflexão sobre o conceito de interesse local a partir da atuação do Município na referida região, considerada a competência que lhe é atribuída pelo regramento constitucional, com efeitos no campo administrativo, ambiental e urbanístico. Desta forma, defende a consolidação na esfera municipal do regramento da zona costeira, compreendendo o terreno de marinha e a orla marítima, salientando-se, ainda, que este tratamento unitário não deve implicar na transferência das receitas hauridas pela União ao Município e tampouco na criação de novos tributos. Nessa quadra, o Município emerge como instrumento chave na proteção do ambiente costeiro urbano, pois, não obstante possua competência comum aos demais para a proteção do meio ambiente, pode legislar sobre os assuntos de interesse local, desde que observados os princípios estabelecidos pela Constituição, pelas normas gerais federais e planos nacionais e estaduais de gerenciamento costeiro e de uso e ocupação do solo urbano. A efetivação desse arcabouço legal se dá por meio do exercício do poder de polícia do Município, conjugado à atuação menos intrusiva e mais afeta à consensualidade, preferindo sempre a via dialógica do processo do que a mera submissão ao ato. Acresça-se à ocupação desordenada da zona costeira e à indústria do turismo desenvolvida nas últimas décadas, o fato de que a expansão das atividades de extração e processamento de petróleo e gás na região Sudeste do país, exigirá alterações no regramento normativo do tema, à vista de um maior adensamento populacional e consequente incremento do sistema de transportes, logística e serviços, em decorrência do expressivo aumento da atividade econômica na região, com impactos ambientais e urbanísticos inevitáveis. Desse modo, os objetivos propostos por este trabalho consistem em abordar o tema no momento em que as consequências jurídicas da nova onda de ocupação da zona costeira brasileira, carecem de significativa reflexão doutrinária; elencar os argumentos que justificam a extinção do instituto do terreno de marinha e acrescidos; e consolidar o tratamento unitário da zona costeira na esfera municipal, porquanto mais apto à obtenção de soluções concertadas e responsável pela efetivação das normas gerais no âmbito administrativo e urbanístico e pela defesa do interesse local, em regra compatível com o nacional.



## **AVALIAÇÃO DO TEMPO DE RESPOSTA EM CURTO PRAZO DA MORFOLOGIA DE PRAIAS NO LITORAL SUDESTE DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO QUANTO AO CLIMA DE ONDAS REGIONAL**

Leonardo Azevedo Klumb-Oliveira<sup>1</sup>, Nair Emmanuela da Silveira Pereira<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Laboratório de Geografia Marinha - Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro. leoklumb@gmail.com. <sup>2</sup>Programa de Engenharia Oceânica (PEN/O)/COPPE, Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), CT C-209. nairemmanuela@gmail.com.

A resposta morfológica das praias arenosas quanto ao clima de ondas do oceano adjacente é função de inúmeros fatores, entre os quais destacam-se a energia das ondas, a topografia da antepraia e o tempo de duração dos eventos de tempestade (Komar, 1998). Os períodos de acumulação e a erosão de sedimentos ao longo do tempo são geralmente associados às condições baixa e de elevada energia das ondas, respectivamente (Sonu & Van Beek, 1971). No que se refere às variações de curto prazo, Hansen & Barnard (2009) apontam que a praia começa a demonstrar perda de volume na escala de horas e dias. Para Fuccella & Dolan (1996), a resposta morfológica das praias inicia nas primeiras 6 horas após o início de uma tempestade, ao passo que nas primeiras 12 horas, após o rebaixamento da energia das ondas, as praias tendem a recuperar 50% de seu volume inicial. Birkmeyer (1979) aponta que este período é de um (1) dia. Os modelos numéricos de ondas de superfície estão sendo ferramentas cada mais utilizadas no âmbito do planejamento de obras de engenharia costeira e para planos e iniciativas de gestão. O modelo Wavewatch III (WW3) disponibiliza dados históricos do espectro de ondas em escala global, a partir de reanálises de ventos regionais e locais, e tem sido frequentemente utilizado em análises de morfodinâmica de praia. No sentido de contribuir para a investigação do tempo de resposta de curto prazo das praias quanto às variações no clima de ondas, este trabalho buscou investigar, a partir do teste de hipóteses, qual a melhor correlação temporal entre a variação do volume do perfil de 4 praias do litoral sudeste do Rio de Janeiro e a variação da altura das ondas em momentos antecedentes à medição do volume. Os perfis foram levantados entre os anos de 1995 e 2005 com frequência aproximadamente mensal pelo laboratório de geografia marinha da UFRJ. Os levantamentos ocorreram nas praias de Saquarema e Cabo Frio, de granulometria média-fina e estado modal predominantemente intermediário, expostas à ondulações de S e SW, mais energéticas, e Barra de São João e Macaé, de areia média-grossa e predomínio de estado refletivo, no alinhamento leste do litoral de frente à Baía de Campos, expostas à ondulações de baixa energia de ENE e de alta de SE. Os dados de altura de onda foram obtidos através do modelo WW3, com escala temporal de 3 horas e espacial de 0.5°, para o mesmo intervalo decadal (1995-2005) da medição dos perfis. Foi criada rotina específica em software estatístico para encontrar a melhor correlação linear (Pearson) entre o ganho e perda de volume de acordo com o clima de ondas antecedente. Foram testadas as hipóteses nos 'instantes': 6 horas antecedentes (-6h); 12 horas antecedentes (-12h), a média de altura de ondas de um dia antecedente (-1 dia); dois dias (-2 dias), três dias (-3 dias), 4 dias (-4 dias), cinco dias (-5 dias), seis dias (-6 dias), sete dias (-7 dias), a média das alturas dos três dias antecedentes (média -1,-2,-3) e a média dos sete últimos dias antecedentes (méd -1 a -7). Ainda, foi calculado o índice de significância estatística (valor- p) para assegurar a confiabilidade dos resultados do índice de correlação linear. Os resultados demonstraram, em termos gerais, elevada correlação linear negativa entre altura de onda e variação de volume do perfil, isto é, quanto maior a altura da onda, menor o volume encontrado (Figura 1). Os valores máximos de correlação foram encontrados na Praia de Cabo Frio (51%) para o instante (-6h) e na praia de Barra de São João (52%) no instante da média entre os três dias antecedentes à medição do perfil (média -1,-2,-3). Este último foi o que representou a melhor correlação para as 4 praias avaliadas, ambas com validação estatística ( $p < 0.05$ ), com valores acima de 30% para todas as praias, exceto Saquarema. Esta não apresentou nenhum valor mais significativo de correlação, assim como nenhuma série com validação significativa. O instante (-1) apresentou boa correlação negativa para as praias de Cabo Frio, Macaé e Barra de São João, com valores também acima de 30%. Valores negativos (Figura 1) foram encontrados para as praias de Saquarema (-22%) e Macaé (-16%). Os resultados obtidos confirmam a relação direta entre o



incremento da altura de ondas (energia) e a perda de volume do perfil de praia, bem como a recuperação deste volume com a diminuição da energia, na escala de curto prazo. Os valores negativos encontrados, embora com menor significância estatística, podem sugerir uma correlação diretamente proporcional entre aumento de altura de ondas e aumento de volume. Isto foi apontado por Muehe & Valentini (1998) para a praia de Macaé, quando os autores notaram aumento de volume de sedimentos nos primeiros dias da tempestade de junho de 1997. Do mesmo modo, Capo *et al.*, 2009 observaram início das perdas de volume do perfil praial com 1 dia de defasagem a partir do início da diminuição da energia de ondas. Neste trabalho não foi claramente detectado um padrão particular para as praias do alinhamento sul ou leste. A praia de Cabo Frio, que apresentou validação estatística em todas as séries de correlação, apresentou valores bastante diferentes da praia de Saquarema, ambas dispostas no alinhamento do litoral sul fluminense. No entanto, entre Barra de São João e Macaé foi observada uma melhor proporção entre as variações, com elevadas correlações entre os instantes (-6h) até (-1 dia). A consideração das direções predominantes das ondas possivelmente interfere na defasagem da resposta morfológica, o que poderia justificar o padrão praticamente inverso entre as praias de Cabo Frio e Saquarema, a primeira localizada mais a leste, sofrendo primeiro o impacto de ondas vindas de SE, predominantes com migração de sedimentos sentido oeste. Com base nos resultados, sugere-se a utilização dos instantes (-6h) e a média dos três dias antecedentes (média -1,-2,-3) como critério de simulações de energia de ondas para análise da morfodinâmica de curto prazo.

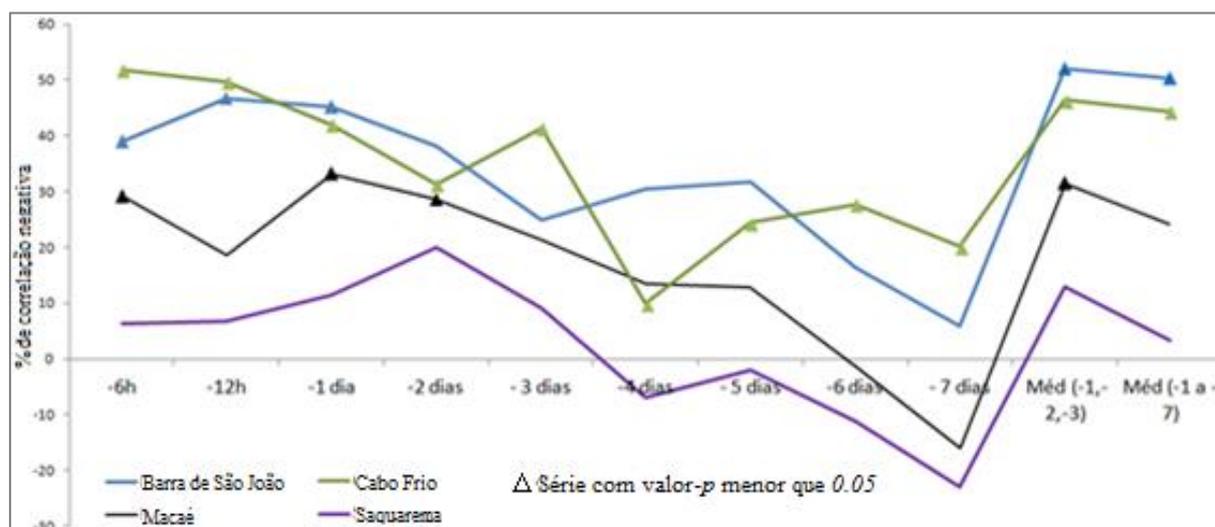


Figura 1: Porcentagem de Correlação negativa entre a variação de 10 anos de volume de perfis de praia com a variação do clima de ondas sob diferentes instantes precedentes. Valores negativos indicam correlação positiva.

## Referências

- Birkemeier, W.A., 1979. The effects of the 19 December 1977 coastal storm on beaches in North Carolina and New Jersey. *Shore Beach* 47, 7-15.
- Capo, S.; Parisot, J.P.; Bujan, S & Seneghal, N., 2009. Short time morphodynamics response of the Truc Vert Beach to storm conditions. *Journal of Coastal Research*, 1741-1745. Portugal, ISSN 0749-0258.
- Fucella, J.E. & Dolan, R., 1996. Magnitude of subaerial beach disturbance during northeast storms. *Journal of Coastal Research*, 12(2), 420-429.
- Komar, P., 1998. *Beach processes and sedimentation* (2nd Edn.) New Jersey: Prentice Hall.
- Hansen, J.E. & Barnard, P.L., 2009. The Observed Relationship Between Wave Conditions and Beach Response, Ocean Beach, San Francisco, CA. *Journal of Coastal Research*, SI 56 (Proceedings of the 10th, 1771 – 1775. Lisbon, Portugal, ISSN 0749-0258.
- Muehe D. & Valentini E. 1998. *O Litoral do Estado do Rio de Janeiro: uma caracterização físico-ambiental*. (Ed.): FEMAR. Rio de Janeiro, 99 p.
- Sonu, C. J. & Van Beek, J. L. 1971. Systematic beach changes on the outer banks, North Carolina. *Journal of Geology*. USA, v. 79, p. 416-425.



## **AVALIAÇÃO DO REGISTRO HISTÓRICO DE RESSACAS MARINHAS E SUA INFLUENCIA NO LITORAL SUDESTE DO RIO DE JANEIRO**

Leonardo Azevedo Klumb-Oliveira<sup>1</sup>, Flavia Lins-de-Barros<sup>2</sup>, Rafael França<sup>3</sup>, Nair Emmanuela Pereira<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Laboratório de Geografia Marinha - Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ). leoklumb@gmail.com; <sup>2</sup>Laboratório de Geografia Marinha - Instituto de Geociências, UFRJ. flaviamlb@gmail.com; <sup>3</sup>Programa de Engenharia Oceânica (PEO)/COPPE, UFRJ, CT C-209. nair Emmanuel@gmail.com.

O equilíbrio sedimentar da zona costeira é influenciado por eventos meteo-oceanográficos de meso e larga escala aos quais as praias se ajustam em busca do estado de equilíbrio. Os períodos de deposição e erosão de sedimentos ao longo do tempo são geralmente associados às condições de baixa e de elevada energia das ondas, respectivamente (Sonu & Van Beek, 1971), que por sua vez, está diretamente relacionada a altura significativa (Hs) da onda. A ocupação litorânea, sob a ordem da falta de planejamento ambiental de longo prazo, não acompanha os processos de ajuste sedimentar das praias e sofre severamente com a ação de eventos marinhos extremos conhecidos como ressacas. No estado do Rio de Janeiro a inflexão da linha de costa no Cabo Frio e Cabo Búzios segmenta o litoral quanto ao grau de exposição às ondas em dois grandes domínios principais: o litoral sul (S), no alinhamento oeste (W) - leste (E), de Angra dos Reis à Cabo Frio, e o litoral Leste ou da Baía de Campos, no alinhamento SW - NE, do norte de Cabo Frio à Barra do Itabapoana. Na Região dos Lagos, no litoral sul, mais exposto às ondulações dos quadrantes S, diversos eventos de tempestade causaram danos em avenidas e edificações, onde foram calculados prejuízos de aproximadamente R\$ 1.500.000,00 para um único episódio no município de Maricá (Lins-de-Barros, 2005). O presente trabalho objetivou apresentar um inventário dos eventos extremos de condições de mar que atingiram o litoral sudeste (SE) do estado do Rio de Janeiro entre os anos de 1990 e 2009 e associá-los a registros de danos em construções urbanas na orla. O objetivo secundário foi realizar uma caracterização oceanográfica e da frequência destas condições, buscando apontar quais as condições de mar que levam a danos e prejuízos nas praias do litoral em análise. O inventário do registro de danos associados aos eventos de tempestade foi realizado através da pesquisa no Acervo do Jornal 'O Globo'. Neste caso, foi realizada uma análise de todas as notícias que continham as palavras-chave "ressaca" "e" "mar". Para a avaliação do comportamento das ondas associadas aos registros foram utilizados dados de ondas do modelo Wavewatch III (Tolman, 2009), com pontos de saída de grade mais próximos da costa fluminense, notadamente de frente ao litoral S e ao litoral E. Os dados extraídos correspondiam à altura significativa (Hs), período de pico (Tp) e direção de pico (Dp), em escala temporal de 3h e espacial de 0.5°. Os dados obtidos pelo modelo não consideraram processos de águas rasas e foram estatisticamente trabalhados e reduzidos a médias diárias. Considerou-se como critério de análise a média de Hs de um (1) dia antecedente à data de registro das ressacas. Os resultados apontam que as maiores frequências de eventos ocorreram nos anos de 1990 (9) e 1999 (9), seguido do ano de 2007 (8). Entre os meses de maior frequência de registros destaca-se o período de abril a setembro, sendo junho (16), abril (11) e agosto (10) os de maior ocorrência (Figura 1a). No que se refere à altura significativa de ondas, no ponto de frente ao litoral sul, aproximadamente 50% dos registros noticiados de ressacas apresentavam condições de mar com ondas entre 2,5 e 3,5 m, enquanto 4% apresentavam condições acima de 4 m. Ainda, 14% dos registros apresentaram ondas mais baixas associadas, entre 0,7 e 1,5 m. Quanto às direções de incidência, 71% dos casos noticiados apresentaram proveniência entre 180 e 205°, isto é, entre as direções S e SW. Os resultados confirmam a maior exposição do alinhamento W-E do litoral fluminense quanto aos principais eventos de ressaca que atingem a costa, em sua maioria, provenientes de S, SW e SE, associados a ciclones extratropicais e frentes frias, cuja passagem coincide com os meses de maiores registros noticiados pelo jornal, isto é, outono, inverno e início da primavera, conforme também observado por Bulhões *et al.* (2014). O mês de abril é apontado por Parente *et al.* (2014) como mês de maior intensidade dos ventos na Baía de Campos, mormente provenientes de ENE e ESE, e de maior incidência de frentes frias vindas de SE. Neste sentido, as praias do litoral leste da costa fluminense,



mais expostas à ondulações de SE, foram as mais citadas nos registros para o mês de abril, como no caso de Macaé e Rio das Ostras. As praias da orla da cidade do Rio de Janeiro (Leblon, Ipanema, Copacabana) e região metropolitana, expostas para sul, estavam entre as mais citadas nos registros, haja vista a maior importância e visibilidade a elas atribuída. A sugestão de um valor crítico de altura de ondas capaz de gerar danos na costa é sobremaneira complexa, haja vista o elevado número de fatores ambientais associados à ocorrência de danos, como a topografia da antepraia, textura do sedimento, marés e o tempo de duração de ondas altas. No entanto, tendo em vista a grande proporção dos registros encontrados, os valores de Hs acima de 2,5 m para região antecedente a zona de surf, aparentemente são potenciais causadores de danos à orla, sobretudo se somados a marés altas de sizígia e se permanecerem altos por longos períodos, como apontam Dolan & Davies (1992). Rangel-Buitrago & Anfuso (2011) sugerem que ondas cuja altura represente aproximadamente 10% do espectro, em série temporal de longo prazo, são potencialmente erosivas, uma vez que o perfil de equilíbrio das praias não está ajustado a tais situações. Neste sentido, Pereira & Klumb-Oliveira (no prelo) em análise de 35 anos de dados para a região da Baía de Santos e Campos encontraram valor médio de Hs de  $1,8 \pm 0,5$  m, o que contribui com a sugestão de que valores de Hs acima de 2,5 m representam potenciais causadores de danos na orla.

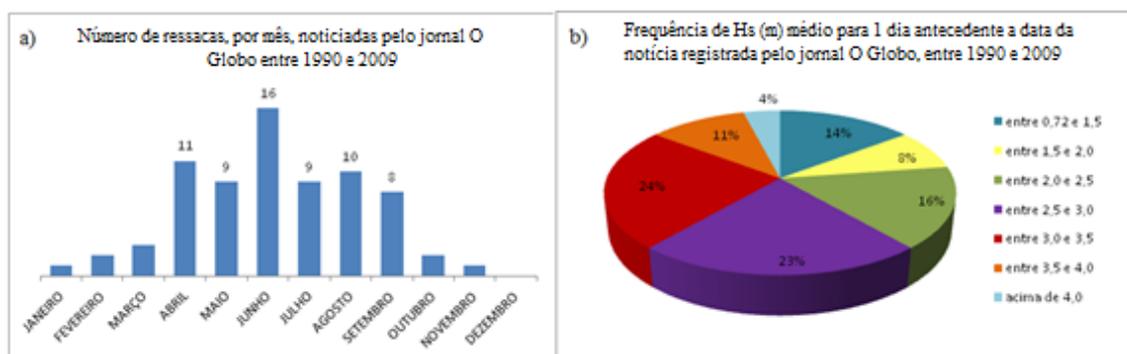


Figura 1: Gráficos representando os resultados do inventário dos registros de ressacas pelo jornal O Globo, pelos meses de frequência (a) e as frequências de Hs (m) de ondas correspondentes aos eventos registrados, a partir do modelo Wavewatch III (b).

## Referências

- Bulhões, E.M.R.; Fernandez, G.B; Filho, S.R.O; Pereira, T.G. & Rocha, T.B. 2014. Impactos costeiros induzidos por ondas de tempestade entre o Cabo Frio e o Cabo Búzios, Rio de Janeiro, Brasil. *Quaternary and Environmental Geosciences* (2014) 05(2):155-165.
- Dolan, R. & Davis, R.E. 1992. An intensity scale for Atlantic coast northeast storms. *Journal of Coastal Research*, 8(3):840-853.
- Lins-de-Barros, F.M.2005. Risco, vulnerabilidade física à erosão costeira e impactos socioeconômicos na orla urbanizada do município de Maricá, RJ. *Revista Brasileira de Geomorfologia*, ano 6, nº2.
- Parente, C.E., Nogueira, I.C.M., Martins, R.P. & Ribeiro, E.O. 2014. Climatologia de Ondas. In: Martins, R.P. & Matheson, G.S.G, editores. *Caracterização Ambiental Regional da Baía de Campos, Atlântico Sudoeste: Meteorologia e Oceanografia*. Rio de Janeiro: Elsevier, in press Série Habitats).
- Pereira, N.E.S & Klumb-Oliveira, L.A (*in press*) - Analysis of the influence of ENSO phenomena on wave climate on the central coastal zone of Rio de Janeiro (Brazil). *Revista de Gestão Costeira Integrada / Journal of Integrated Coastal Zone Management*, DOI: 10.5894/rgci570.
- Rangel-Buitrago N. & Anfuso G. 2011. An application of Dolan and Davis (1992) classification to coastal storms in SW Spanish littoral. *Journal of Coastal Research*, SI 64:1891-1895.
- Sonu, C. J. & Van Beek, J. L. 1971. Systematic beach changes on the outer banks, North Carolina. *Journal of Geology*. USA, v. 79, p. 416-425.
- Tolman, H. L. 2009. User Manual and System Documentation of WAVEWATCH III version 3.14. U. S. Department of Commerce. National Oceanic and Atmospheric Administration. National Weather Service. National Centers for Environmental Prediction. Technical Note.



## APLICAÇÃO DE MODELOS DE EROÇÃO PARA O LITORAL DO RS

Henrique Regenold<sup>1,2</sup>, Marcel Pfeifer<sup>1</sup>, João Nicolodi<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Laboratório de Oceanografia Geológica - Instituto de Oceanografia - Universidade Federal do Rio Grande <sup>2</sup>Programa de Pós-Graduação em Oceanografia Física, Química e Geológica - Universidade Federal do Rio Grande

A zona costeira é uma região onde se produz a interação direta entre os componentes da litosfera, hidrosfera e atmosfera, sendo uma região de transição entre a zona continental e a zona marítima. Essas regiões, mais especificamente suas dunas arenosas, encontram-se sob todo o tipo de pressão. Durante as condições de alta energia (ciclos de tempestade), o nível médio da água do mar aumenta por indução da maré, vento, pressão e onda. Desta forma, a praia e as dunas são fortemente atacadas pelas ondas incidentes, e geralmente resultam em processos erosivos (Maia, 2011). Os cordões de dunas costeiras são uma das formações naturais que melhor representam o dinamismo e a fragilidade de zonas litorâneas através de sua vulnerabilidade, que segundo Tabajara *et al.*, 2004, reflete uma situação de variações espaciais significativas, com avanços e retrocessos não uniformes e que são dependentes dos processos morfodinâmicos e hidrodinâmicos. O presente estudo busca contribuir ao conhecimento do papel das dunas frontais do Rio Grande do Sul como elementos de defesa e proteção à ação de ondas e marés meteorológicas por meio da aplicação de dois modelos de erosão de dunas: Van Rijn (2008) e Sallenger (2000). Trata-se da apresentação de resultados parciais inseridos no âmbito do projeto “Identificação da vulnerabilidade da costa do Rio Grande do Sul frente a eventos meteorológicos extremos e definição metodológica de Geoindicadores”. Como forma de testar a aplicação de modelos analíticos para análise de vulnerabilidade de dunas à erosão, optou-se pela utilização da ‘Escala de Impacto de Tempestade’, modelo qualitativo proposto por Sallenger (2000), onde modelos empíricos de *runup* de onda, associados à geometria da duna, são utilizados para a classificação do tipo de ataque das ondas na base das dunas durante uma tempestade. A escala é proposta para quatro regimes: *Swash*, Colisão, Inundação e Sobre lavagem. O segundo modelo utilizado, esse quantitativo, é a ‘Regra de Erosão de Dunas’ de Van Rijn (2008), o qual estima a erosão horizontal e vertical do pacote sedimentar durante uma tempestade. Esse modelo considera os 3 principais processos erosivos que afetam as dunas: os efeitos das ondas de baixa frequência, a produção de turbulência devido à quebra das ondas de colisão e o impacto direto que enfrentam as dunas pela ação das ondas. Sua equação principal é a seguinte:  $Ad_{t=5} = Ad_{ref} (d_{50,ref}/d_{50})^{\alpha 1} (S/S_{ref})^{\alpha 2} (H_{s,0}/H_{s,0,ref})^{\alpha 3} (T_p/T_{p,ref})^{\alpha 4} (\tan\beta/\tan\beta_{ref})^{\alpha 5} (1+\theta_0/100)^{\alpha 6}$ , onde: ‘ref’ indica os valores dos modelos de referência utilizados pelo autor na proposição da equação e: ‘ $Ad_{t=5}$ ’ área erodida na duna depois de 5 h ( $m^3/m$ ); ‘S’ storm surge (m); ‘ $H_{s,0}$ ’ altura significativa (m); ‘ $T_p$ ’ período de pico (s); ‘ $d_{50}$ ’ diâmetro mediano do material (m); ‘ $\tan\beta$ ’ declividade do perfil entre os -3 m e a base da duna (+3m);  $\theta_0$  ângulo de incidência das ondas em relação à normal (graus). Para aplicação da metodologia foram realizadas medições do perfil praiado de quatro segmentos, dois localizados na Praia de Imbé, litoral norte, e dois na Praia do Hermenegildo, litoral sul do RS. Os perfis foram medidos antes e depois da passagem de tempestades, os quais foram monitorados por previsão do tempo e analisados por cartas sinópticas. A erosão medida nos perfis de Imbé se aproximou aos resultados dos modelos. Nos perfis do Hermenegildo a tempestade não foi erosiva, sendo que no perfil 2 houve uma pequena acreção, porém é possível associar aos resultados dos modelos pois os mesmos mostram pouca ação erosiva nas dunas frontais como é possível observar na tabela a seguir:



Tabela1: Parâmetros e resultados obtidos através dos cálculos dos modelos propostos.

LOCAL	Data dos Eventos	Duração da tempestade (h)	Período ( $T_p$ ) (s)	Altura de onda ( $H_0$ ) (m)	Escala de Sallenger (2000)	Erosão medida ( $m^3/m$ )	Erosão modelada Van Rjin (2008) ( $m^3/m$ )	Correlação
Imbé – perfil 1	28/06/2014	19	10	1,8	Colisão	5,8	7,4	0,79
Imbé – perfil 2	28/06/2014	19	10	1,8	Colisão	5,5	7,4	0,74
Imbé – perfil 1	17/09/2014	16	13	2,1	Colisão	7,9	9,3	0,85
Imbé – perfil 2	17/09/2014	16	13	2,1	Colisão	7,1	9,3	0,84
Hermenegildo – perfil 1	08/02/2014	12	8	1,2	<i>Swash</i>	0,1	1,8	0,55
Hermenegildo – perfil 2	08/02/2014	12	8	1,2	<i>Swash</i>	+0,6	1,8	0,33

As tempestades analisadas em Imbé tiveram um poder erosivo nas dunas frontais devido a sua alta energia, resultando numa adequação muito boa junto aos modelos. Já no Hermenegildo a tempestade analisada era de verão, estação de poucos eventos de alta energia para região, resultando em uma correlação não tão boa quanto de Imbé, devido à característica da tempestade. Em geral, os modelos analisados apresentaram bons resultados quanto à caracterização da erosão do cordão de dunas frontais da praia de Imbé e Hermenegildo RS, já quanto à previsão do volume erodido nas dunas frontais os dados apresentaram-se um pouco divergentes, porém não discrepantes. Importante ressaltar que mais testes são necessários para validação dos mesmos. Entretanto, é possível concluir que tanto o modelo de Sallenger (2000) quanto o de Van Rjin (2008) podem ser utilizados como ferramenta auxiliar no processo de tomada de decisão em relação ao manejo e proteção das dunas frontais e, conseqüentemente, da urbanização, através da previsão da área que pode ser erodida com base nas características da tempestade e da ondulação incidente.

#### Referências

- Maia, N.Z. 2011. Avaliação da elevação do nível do mar e riscos de inundação costeira associados a passagem de ciclones no balneário Hermenegildo, RS. 104p. Dissertação de mestrado, Programa de Pós-graduação em Oceanografia Física, Química e Geológica, Universidade Federal do Rio Grande.
- Sallenger, A.H.Jr. 2000. Storm impact scale for barrier islands. *Journal of Coastal Research*, 16(3): 890-895.
- Tabajara, L.L., Martins, L.R. & Almeida, L.E.S.B. 2004. Resposta e Recomposição das Praias e Dunas após seqüência de ciclones extratropicais. In Gravel. Porto Alegre. 2: 104-121p.
- Van Rjin, L.C. 2008. Prediction of dune erosion due to storms. *Coastal Engineering*, 17p.



## BASE DE DADOS GRANULOMÉTRICOS AO LONGO DO LITORAL DA BACIA DE CAMPOS, RJ

Eduardo, T.A.<sup>1</sup>; Gomes, T.B.<sup>1</sup>; Netto, L.R.<sup>1</sup>; Bulhões, E.<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Laboratório de Geografia Física. Instituto de Ciências da Sociedade e Desenvolvimento Regional. Universidade Federal Fluminense. <sup>2</sup> Programa de Pós Graduação em Geografia. Instituto de Ciências da Sociedade e Desenvolvimento Regional. Universidade Federal Fluminense.

A proposta do presente trabalho é a consolidação de um banco de informações sobre as características granulométricas da zona costeira adjacente à Baía de Campos, de modo a contribuir no entendimento da vulnerabilidade da zona costeira frente a eventos de tempestade. A vulnerabilidade dos ambientes costeiros, sob o ponto de vista geomorfológico, depende da magnitude dos forçantes meteorológicos e oceanográficos e da capacidade dos ambientes costeiros de absorverem esses impactos (Bulhões, 2011). O volume e as características dos estoques sedimentares das barreiras costeiras vão determinar a proteção que estas exercem ao litoral frente ao ataque de ondas. O presente estudo tem por objetivo reunir e apresentar as características granulométricas da superfície dos depósitos costeiros ao longo do litoral Fluminense, a partir da consolidação de um banco de dados de amostras coletadas ao longo do litoral. Cabe ressaltar que estes resultados contribuem à estudos que objetivam o entendimento de processos de erosão costeira, morfodinâmica de praia, sensibilidade ambiental ao óleo, transporte de sedimentos, dentre outros. A área de estudo compreende a faixa costeira entre a foz do Rio Itabapoana e o Cabo Frio, litoral classificado por Muehe (1998) como Baía de Campos. A caracterização granulométrica parte de coletas de sedimentos em campo com posições pré-determinadas em gabinete. O método do peneiramento à seco foi utilizado para a maioria das análises em laboratório. Posteriormente foram calculados os parâmetros granulométricos, segundo o modelo de Folk & Ward (1957), e obtidos os parâmetros estatísticos de tendência central (média, mediana e moda) e de dispersão (desvio padrão, assimetria e curtose), seguindo o modelo de Wentworth (1922), dentro de um universo até o momento de 550 amostras distribuídas ao longo da área de estudo. Alguns resultados e análises pré-existentes foram reunidos a partir da literatura específica e incorporados à base de dados. O banco de dados geográficos foi gerado para a manipulação, visualização e interpretação dos resultados. Este banco foi estruturado com as seguintes informações: Código, para facilitar o armazenamento das planilhas; Autor; que identifica o nome do trabalho ou projeto de origem; Nome do local de coleta das amostras; Descrição que complementa o nome da amostra indicando a feição de coleta; Coordenadas UTM X e UTM Y e coordenadas Longitude e Latitude que identificam a posição da amostra; e os parâmetros estatísticos, a saber: Moda, Média, Mediana, Desvio Padrão, Assimetria e Curtose. A média consiste na descrição da energia cinética do agente deposicional, a mediana caracteriza os depósitos sedimentares e a moda é apenas um valor descritivo que indica o diâmetro mais frequente da amostra. O desvio padrão indica a variação na energia cinética do agente deposicional, a assimetria mede a distribuição da frequência descrevendo se a curva é ou não simétrica, sendo assimétrica pode inclinar-se para o lado dos sedimentos grossos ou dos finos, sendo assim, respectivamente negativa ou positiva. A curtose sugere algumas tendências deposicionais podendo indicar mistura de populações diferentes e tendências de transporte podendo indicar remoção de alguma fração por meio de correntes de fundo ou outros forçantes deposicionais. Os resultados permitem a elaboração de consultas, interpolação, mapas de distribuição, mapas temáticos e fundamentalmente permitem o armazenamento de uma significativa quantidade de informações quantitativas para este segmento do litoral fluminense.



#### Referências:

- Bulhões, E. M. R. (2011). Exposição de praias, climas de ondas e processos físicos em praias de enseada: exemplos e aplicações em Armação dos Búzios, Rio de Janeiro, Brasil. Tese de Doutorado. Pós Graduação em Geologia e Geofísica Marinha. UFF. 230p.
- Folk, R. L. & Ward, W. C. (1957). Brazos River Bar: A Study in the Significance of Grain Size Parameters. *Journal of Sedimentary Petrology*, 27 (3-26).
- Muehe, D. (1998). O Litoral Brasileiro e sua Compartimentação. In: Guerra, A. J. T. & Cunha, S.B. (org). *Geomorfologia do Brasil*. Cap. 7. Ed. Bertrand Brasil.
- Wentworth, C. A. (1922). Scale of Grade and Class Terms for Clastic Sediments. *Journal of Geology*, 30 (377-392).



## ONDAS DE TEMPESTADE PARA A COSTA NORTE FLUMINENSE

Amorim, I.B.S.<sup>1</sup>, Souza, T.A.<sup>1</sup>, Bulhões, E.<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Laboratório de Geografia Física. Instituto de Ciências da Sociedade e Desenvolvimento Regional. Universidade Federal Fluminense; <sup>2</sup>Programa de Pós Graduação em Geografia. Instituto de Ciências da Sociedade e Desenvolvimento Regional. Universidade Federal Fluminense.

O estudo do padrão de ondulações incidentes em uma determinada porção da linha de costa é fundamental para se entender como ocorrem os processos de erosão e transposição de ondas na zona costeira. A ciclogênese é definida como o desenvolvimento ou o ganho de energia de sistemas ciclônicos nas latitudes médias, chamados de extratropicais. Por sua vez os Ciclones e os Anti-Ciclones são definidos respectivamente como sistemas de baixa e alta pressão atmosférica, cuja direção dos ventos se desenvolve no Hemisfério Sul, no sentido horário para os primeiros e no sentido anti-horário para os segundos (Ahrens, 2007). De acordo com Innocentini *et al.* (2003) a agitação marítima mais intensa que ocorre no Atlântico Sul é ocasionada pelos ciclones e anticiclones migratórios. Estes vórtices existem em ambos hemisférios e são responsáveis pelas frentes frias que invadem os continentes trazendo massas de ar frio dos pólos para o equador, e por frentes quentes, que levam massas de ar quente do equador para os pólos. São estes ciclones, em sua trajetória, os responsáveis pela ocorrência de eventos de tempestade junto ao litoral fluminense. A área de estudo é o litoral Norte Fluminense, entre os municípios de São Francisco de Itabapoana (ao norte) e Macaé (ao sul). Neste segmento do litoral as temperaturas médias do ar variam entre 24° a 27°C no verão e entre 21° e 24°C no inverno. Está localizada na Zona Tropical e sofre influência do Anticiclone Subtropical do Atlântico Sul, que oscila entorno de sua posição média, localizando-se mais ao Sul e a Leste no verão (30°S e 15°W) e mais ao Norte e a Oeste no inverno (22°S e 30°W) (Pinho, 2003). Esse sistema de ação gera ventos que sopram em torno do seu núcleo, divergentes e em sentido anti-horário; estabelecendo assim as condições meteorológicas mais frequentes na região, que são os ventos de direção variáveis de Norte a Leste, e de intensidades fracas a moderadas. As massas de ar que afetam as condições meteorológicas da Região Norte Fluminense são a Massa de Ar Tropical Marítima, quando não existe entrada de sistemas frontais, e a Massa Polar Marítima, quando existe invasão de frentes frias oriundas de latitudes maiores (Pinho, 2003). O objetivo é detalhar o comportamento do clima de ondas que atinge a porção da linha de costa da área de estudo, utilizando para isto informações atmosféricas extraídas de cartas sinóticas, dados de ondas extraídos da reanálise do modelo NOAA Wave Watch III (NWW3) e simulações a partir de um modelo de propagação de ondas para águas rasas. Como estratégia metodológica foram adotadas as seguintes etapas: a) Identificação dos eventos de tempestade que geraram ondas maiores de 3 metros ocorrendo por mais de 12 horas (Bulhões *et al.*, 2014). Para tal foram utilizados dados compilados do modelo NWW3. b) Análise de dados de pressão atmosférica medidos publicados diariamente pela Marinha do Brasil. Para esta tarefa foram georreferenciadas, digitalizadas e sobrepostas informações diárias das cartas sinóticas (00hs e 12hs) para a representação do estado da atmosfera durante a entrada, a ocorrência e a dissipação da atividade ciclônica, e por conseguinte identificados os padrões atmosféricos responsáveis pela atividade ciclônica de geração de ondas de tempestade. c) Simulações de propagação de ondas para águas rasas foram elaboradas, através do módulo *Spectral Waves* do modelo Mike 21, objetivando reconstituir as condições sobre as quais a linha de costa fica sujeita quando da passagem de tempestades oceânicas. Os dados de entrada foram definidos de acordo com as condições de tempestade mais comuns que atingem a linha de costa da região norte fluminense, em observância às variações direcionais, de duração e de intensidade. Os resultados iniciais e os resultados já consolidados indicam que o litoral norte fluminense apresenta-se em parte exposto e em parte protegido das ondas de tempestade geradas por ciclones ao largo do litoral sudeste brasileiro. As ondulações de tempestades usualmente atacam o litoral provenientes de Su-Sudeste, Sul e Su-Sudoeste com alturas médias de 3,2 metros e máximas de 4 metros. A duração média dos eventos de tempestade é de 36 horas e ocorrem usualmente entre os meses de abril e setembro, promovendo a maior agitação oceânica vista nesta porção do litoral. Estas ondulações acabam atingindo com maior energia as áreas



ao sul da área de estudo, entre Macaé a porção sul do município de São João da Barra. Nestas localidades são encontradas evidências de erosão costeira e transposição de ondas. As obras de defesa do litoral (em Barra do Furado) ou de defesa portuária (molhes do Porto do Açú) estabelecidas perpendicularmente em pontos da costa Norte Fluminense estão dimensionadas e de fato geram áreas de proteção frente estas ondulações de tempestade. Outros segmentos protegidos deste litoral estão relacionados à mudança de orientação da linha de costa ao norte do Cabo de São Thomé, mais especificamente na localidade Porto do Açú, e a partir deste destaca-se boa parte do litoral de São Francisco do Itabapoana, cujo aspecto embaiado, torna-o mais efetivamente protegido da costa frente às ondas de tempestade geradas por ciclones migratórios do quadrante Sul. Em contrapartida, eventos de tempestade ou ventos fortes do quadrante Leste-Nordeste ou Leste-Sudeste promovem agitação maior em áreas usualmente protegidas. Neste caso as áreas do litoral protegidas e expostas se invertem em função de ondulações e vagas fortes geradas no entorno do quadrante Leste, sobre influência de ciclones excepcionais ou de períodos de maior influência do anticiclone subtropical. Nestas condições os pontos mais afetados são Porto do Açú, Iquipará e Atafona, em São João da Barra e os pontos de Manguinhos e Ponta do Retiro em São Francisco do Itabapoana. Não raro estas são as áreas com evidências de processos erosivos episódicos porção do litoral. Por fim, algumas questões se colocam como impeditivas para uma análise de maior resolução sobre os impactos no litoral, são elas: participação dos ventos locais, participação das oscilações de maré em condições de sizígia e sobretudo, as características dinâmicas da praia e sua capacidade de absorver estas ondas de tempestade. São estas aqui questões para futuras pesquisas.

#### Referências:

- Ahrens, C.D. 2007. *Meteorology Today. An Introduction to Weather, Climate and the Environment*. Ed. Thomson / Brooks Cole. 8th Edition. 537 pp.
- Bulhões, E., Fernandez, G.B., Oliveira Filho, S.R., Pereira, T.G. & Rocha, T.B. 2014. Impactos Costeiros Induzidos por Ondas de Tempestade entre o Cabo Frio e o Cabo Búzios, Rio de Janeiro, Brasil. *Quaternary and Environmental Geosciences*. Vol. 05 (02): 155-165
- Innocentini, V.; Arantes, F. O. & Prado, S. C. C. 2003. Modelo de Ondas Aplicado ao Caso 5-8 de Maio de 2001. *Revista Brasileira de Meteorologia*. São Paulo, Vol. 18 (01). pp. 97-104.
- Pinho U. F. 2003. Caracterização dos estados de mar na Bacia de Campos. Dissertação (Mestrado) – Curso de Engenharia Oceânica, Departamento de Engenharia, UFRJ/COPPE, Rio de Janeiro, 137p.



## OS REGISTROS GEOLÓGICOS DA AÇÃO HUMANA E O ANTROPOCENO-TECNÓGENO: A ESTRATIGRAFIA DA ARQUEOSFERA

Alex Ubiratan Goossens Peloggia<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidade de Guarulhos

Quando Crutzen & Stoermer (2000) e Crutzen (2002 a,b) propuseram o conceito de Antropoceno como uma nova época geológica que sucederia ao Holoceno, e apesar da referência a uma “geologia da humanidade”, sustentaram tal concepção em termos de mudanças ambientais de caráter planetário, e não especificamente no registro geológico da ação humana. Desse modo, a referência temporal (histórica) proposta para o início do Antropoceno seria o desencadeamento da Revolução Industrial, há aproximadamente 250 anos, justamente em função dos impactos ambientais na constituição da atmosfera, no crescimento populacional e na extensão da exploração humana da superfície do planeta. Portanto, a introdução de um tema essencialmente de interesse geológico, com grande repercussão no meio científico, foi feita de uma forma não especificamente geológica. Esta particularidade, ou “vício de origem”, levou a pelo menos dois tipos de problemas para os geólogos: em primeiro lugar, a verificação da sustentação dessa nova concepção em termos estratigráficos (tanto geocronológicos/cronoestratigráficos quanto litoestratigráficos, notadamente) e, em decorrência, a necessidade de uma reavaliação dos próprios critérios da estratigrafia quando aplicada a terrenos produzidos, modificados ou cuja formação foi induzida pela ação geológica humana. Em segundo lugar, a identificação de uma linha de pensamento geológico na qual se pudesse lastrear o conceito proposto. Hamilton & Crinevald (2015) consideram, no que a rigor concordamos, que o conceito de Antropoceno, como originalmente proposto, não mostra uma filogenia intelectual, ou seja, não tem precursores na história do pensamento geológico: de outro modo, estaria associado com as concepções desenvolvidas a partir da década de 1980 na perspectiva de um planeta em contínua transformação sistêmica (e corresponderia, portanto, à Fase ecológica Industrial Moderna proposta por Boyden e Hadley, 1986). Em verdade, os geólogos parecem ter sido surpreendidos pela repercussão da proposta Crutzen e Stoermer. Apesar de diversas linhas de pesquisa ou contribuições isoladas que vinham apontando no sentido da relevância dos efeitos da ação geológica humana, notadamente no âmbito da Geologia de Engenharia e Ambiental, mas também da investigação geomorfológica ou da Geologia do Quaternário, o assunto permaneceu por muito tempo solenemente (e por vezes rispidamente) desprezado no âmbito dos enfoques acadêmicos tradicionais, em especial no que diz respeito a estratigrafia e cartografia geológica. Seja como for, os geólogos perceberam que poderiam perder espaço em um campo inovador que lhes seria próprio, a agora tratam de empreender a tarefa de resgatar a “essência geológica” do Antropoceno, dotando-o de um corpo conceitual coerente, que ainda está em plena construção. Nesse processo têm sido propostos continuamente novos conceitos, notadamente no campo da classificação dos registros geológicos da ação humana e de seu enquadramento estratigráfico: é necessário então fazer *a posteriori* a correlação entre tempo e registro material, invertendo-se o raciocínio geológico clássico, que partia do registro para formular o tempo relativo. Se é necessário que o Antropoceno, como unidade geológica, tenha referências materiais, todavia a intensificação recente das pesquisas sobre os terrenos artificiais tem mostrado, como já indicavam estudos por vezes muito anteriores, que os registros geológicos da ação humana são muito mais antigos que o Antropoceno. Edgeworth *et al.* (2015) questionam se o caráter dicrônico da discordância observada ao redor do mundo entre depósitos de origem humana que em conjunto constituiriam a “arqueosfera” e o substrato geológico natural não implicaria um caráter diacrônico do próprio Antropoceno. Acreditamos que tal caráter pode ser adequadamente expresso estratigraficamente em termos de unidades diacrônicas, representando extensos eventos da atuação humana divididos em fases, das quais o Antropoceno seria o registro mais recente, no topo do evento Tecnógeno (Oliveira & Peloggia, 2014). Assim, se tomarmos em conta a “tradição” do pensamento geológico que se dedicou a caracterizar a ação geológica humana e seus registros materiais, como mostramos, de fato o conceito original de Antropoceno deve ser reconfigurado: se não for referido ao registro tecnógeno, perderá a base de sustentação como conceito



geológico. Todavia, nessa correlação não há razão para considerar-se somente os depósitos posteriores à Revolução Industrial, descartando-se os anteriores. Além disso, se entendemos que é razoável e necessário que se proponham novos conceitos e que se busque, na história do pensamento geológico, linhas de referência para tais conceitos, também é fundamental que tal empreendimento intelectual leve em conta o caráter diferenciado e original do registro, em função de sua relação com a agência humana. O rápido processo de elaboração de fundamentos teóricos e de construção de conceitos que permitam trabalhar com a ação geológica humana, que vem sendo empreendido pelos geólogos nos últimos anos, traz então novas questões pertinentes aos registros: é verdade que eles já tem sido estudados no âmbito de outras ciências, marcadamente da arqueologia; todavia, como assinala Solli (2011), se os arqueólogos há muito tempo vêm considerando o papel humano como “agente tafonômico” no contexto dos processo de formação dos sítios arqueológicos, não referiram o ser humano com agente geológico. Isto se compreende porque o objetivo arqueológico tradicional é o registro artefactual, a partir do qual pretendem inferir sobre a sociedade, e não o depósito em si. Este, por outro lado, é o objeto geológico básico, a partir do qual se pretende compreender a agência humana que o gerou. Temos então uma arqueogeologia, preocupada com o reconhecimento da relação homem-mundo vivo-mundo material que ficou registrada nas camadas. Aqui o conteúdo artefactual, referido como tecnofossilífero, é visto como marcador cronológico, mas também passa a ser pensado como repositório e memória cultural (Zalasiewicz *et al.* 2014). A convergência epistemológica guiada pelo objeto é aqui evidente, e suas repercussões devem ser consideradas (Edgeworth, 2014 a,b; Harris, 2014). Em síntese, a proposição do Antropoceno, se por um lado abriu aos geólogos um largo campo de estudo e desenvolvimento teórico, por outro colocou-os frente ao fato consumado de um conceito fundamental que não se encaixa no arcabouço metodológico da própria Geologia. A opção de “geologizar” o Antropoceno tem, todavia, deparado com dificuldades referentes à compatibilização com conceitos preexistentes, provenientes da própria Geologia ou de outros campos, como vimos notadamente da Arqueologia, o que implica a adoção de critérios estratigráficos originais para os constituintes geológicos da arqueosfera, sejam estes adaptados das classificações existentes, como as litoestratigráficas, aloestratigráficas e cronoestratigráficas/geocronológicas, ou então reconfiguradas a partir de novos parâmetros, como as propostas etnoestratigráficas, tecnoestratigráficas ou antroestratigráficas.

#### Referências

- Boyden, S. & Hadley, M. 1986. The hand of Man. The Unesco Courier, 1986(7): 35-37.
- Crutzen, P.J. & Stoermer, E.F. 2000. The Anthropocene. IGBP Newsletter, 41: 17-18.
- Crutzen, P.J. 2002a. Geology of Mankind. Nature, 415(3): 23.
- Crutzen, P.J. 2002b. The “Anthropocene”. Journal de Physique, 12(10): 1-5.
- Edgeworth, M. 2014a. Archaeology of the Anthropocene. Journal of Contemporary Archaeology, 1(1): 73-77.
- Edgeworth, M. 2014b. The relationship between archaeological stratigraphy and artificial ground and its significance to the Anthropocene. In: Waters, C. N., Zalasiewicz, J. A., Williams, M., Ellis, M. A. & Snelling, A. M. (eds.) 2014. A Stratigraphical Basis for the Anthropocene. London, Geological Society, Special Publication 395, p. 91–108.
- Edgeworth, M., Richter, D.B., Waters, C., Haff, P. Neal, C. & C. Price, S.J. 2015. Diachronous beginnings of the Anthropocene: the lower bounding surface of antropogenic deposits. The Anthropocene Review, 2(1): 33-58.
- Hamilton, C. & Grinevald, J. 2015. Was the Anthropocene anticipated? The Anthropocene Review, 2(1): 59-72.
- Harris, E.C. (2014). Archaeological stratigraphy: a paradigm for the Anthropocene. Journal of Contemporary Archaeology, 1(1): 73-77.
- Oliveira A.M.S. & Peloggia, A.U.G. 2014. The Anthropocene and the Technogene: stratigraphic temporal implications of the geological action of humankind. Quaternary and Environmental Geosciences, 5(2): 103-111.
- Solli, B. 2011. Some reflections on heritage and archaeology in the Anthropocene. Norwegian Archaeological Review, 44(1): 40-54.
- Zalasiewicz, J., Williams, M.; Waters, C.N., Barnovsky, A.D. & Haff, P. 2014. The technofossil record. The Anthropocene Review, 1(1): 34-43.



## PROCEDIMENTOS REALIZADOS NA RECONSTITUIÇÃO DO RELEVO TECNOGÊNICO EM ÁREA DE PLANÍCIE TECNOGÊNICA NA CIDADE DE PRESIDENTE PRUDENTE-SP

Érika Cristina Nesta Silva<sup>1</sup>, João Osvaldo Rodrigues Nunes<sup>2</sup>.

<sup>1</sup>Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Faculdade de Ciências e Tecnologia. <sup>2</sup>Departamento de Geografia da Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Faculdade de Ciências e Tecnologia.

Os depósitos tecnogênicos são aqueles originados através da ação humana (Chemekov, 1983). Estes depósitos apresentam características variadas com relação aos materiais presentes, às texturas, à estrutura, aos processos que lhe dão origem e outros. Entre as principais classificações utilizadas no Brasil para os depósitos tecnogênicos estão as de Peloggia (1996), que relaciona-se principalmente ao tipo de material componente, podendo ser úrbico, gárbico, espólico e dragado, e a de Oliveira (1990), cujo principal critério é a gênese, caracterizando-os como construídos, induzidos e modificados. Além da discussão acerca dos depósitos tecnogênicos, reconhece-se a existência das formas de relevo tecnogênicas, ou seja, formas originadas pela ação direta ou indireta da sociedade. Uma proposta de classificação relacionada com os relevos tecnogênicos é a de Peloggia *et al.* (2014), na qual tenta-se abarcar diferentes possibilidades de tipos de terrenos tecnogênicos: terreno tecnogênico de agradação, de degradação, modificado e misto. Nesta classificação apresenta-se as características de cada classe, especialmente quanto à gênese, e alguns exemplos típicos. Em pesquisa realizada por Silva (2012), foram analisadas seis formações de depósitos tecnogênicos no perímetro urbano do município de Presidente Prudente-SP, relacionando os materiais tecnogênicos presentes aos processos que deram origem às deposições. Atualmente, uma dessas formações tem sido estudada, utilizando-se diferentes procedimentos metodológicos, conforme os objetivos estipulados. O local de estudo é uma parte da área da planície aluvial localizada na Vila Nova Prudente, onde os processos de uso e ocupação no entorno têm sido responsáveis pelas alterações que possibilitam a sua identificação como planície tecnogênica. Neste local, verifica-se a ocupação urbana à montante da área da referida planície, voltada para uso urbano. Nos setores Leste e Oeste, verifica-se o uso voltado principalmente para pecuária, sendo a cobertura do solo predominantemente composta por gramíneas (pastagens). A montante, em área adjacente à Vila Nova Prudente, situa-se o Recinto de Exposições municipal, sendo que nas proximidades, de acordo com Mazzini (1997), ocorreram duas deposições de resíduos sólidos domésticos na década de 1980. O principal objetivo desta pesquisa é reconstituir a geomorfologia desta área de planície tecnogênica. Para tanto, foram coletadas onze amostras de depósitos tecnogênicos (Figura 1), através da inserção de tubos de ferro de três polegadas, com dois metros de comprimento, no subsolo. Numa primeira etapa, foram coletadas três amostras, de montante a jusante na área de pesquisa, para se ter uma ideia geral dos materiais componentes desta parte da planície. Após as coletas, estes tubos foram abertos, a fim de se realizar o reconhecimento das camadas de deposição, com suas características sedimentares e presença de materiais tecnogênicos manufaturados. Posteriormente, foram coletadas mais oito amostras no local. Em cada uma das camadas, foram reconhecidas as texturas, a partir das porcentagens de areia, silte e argila, através de procedimentos adaptados de EMBRAPA (1997). Observou-se que as onze amostras apresentaram características bastante distintas quanto aos materiais componentes e ao número de camadas existentes. Contudo, em geral, notou-se a presença de materiais manufaturados, como plásticos e materiais de construção, em camadas mais profundas, próximo de 1,45m, nas amostras 1 e 3 (da segunda coleta), sendo os locais destas próximas ao loteamento. Este tipo de material aparece apenas em camadas mais superficiais nas amostras coletadas à jusante. Outra observação realizada foi a presença de camadas escuras que compunham a base das amostras coletadas, principalmente nas sondagens mais à jusante da área do loteamento. Este material pode ser da antiga área de planície aluvial, sendo, portanto, o limite entre a antiga planície e a deposição tecnogênica acima, que em geral apresenta sedimentos mais claros. Esta mesma diferenciação é observada em erosão presente no local, localizada em setor Oeste da área onde foram realizadas as

coletas. Assim, a coleta de várias amostras num mesmo compartimento de relevo tecnogênico, e a posterior análise, tem auxiliado na identificação dos materiais presentes na área. A comparação entre as diversas amostras, relacionando-as a suas localizações na planície, tem auxiliado na reconstituição da paisagem, especialmente do relevo tecnogênico.



Figura 1. Amostras de depósitos tecnogênicos coletadas numa parte da planície tecnogênica a jusante da Vila Nova Prudente. Com numeração em preto estão as três primeiras amostras coletadas e em vermelho, as oito coletadas posterior às análises das três primeiras. Org.: Dos autores.

## Referências

- Chemekov Y. F. 1983. Technogenic deposits. In: INQUA Congress, 11, 1983, Moscow. Abstracts... v.3, p. 62.
- Peloggia, A. U. G. 1996. Delineação e aprofundamento temático da geologia do tecnógeno do município de São Paulo: as conseqüências geológicas da ação do homem sobre a natureza e as determinações geológicas da ação humana em suas particularidades referentes à precária ocupação urbana. São Paulo, 162p. Tese de Doutorado, Programa de Pós-Graduação em Geoquímica e Geotectônica, Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo.
- Oliveira, A. M. S. 1990. Depósitos tecnogênicos associados a erosão atual. In: Congresso Brasileiro de geologia de Engenharia, 6, 1990, Salvador. Anais do 6o CBGE e IX COBRAMSEF. Salvador: ABGE: ABMS, 1990. p. 411-416.
- Peloggia, A. U. G.; Oliveira, A. M. S.; Oliveira, A. A.; Silva, E. C. N., Nunes, J. O. R. 2014. Technogenic geodiversity: a proposal on the classification of artificial ground. Revista Quaternary and Environmental Geosciences, 5 (1): 28-40. Disponível em: <<http://ojs.c3sl.ufpr.br/ojs2/index.php/abequa/article/view/34823>>. Acesso em: 7 dez. 2014.
- Silva, E. C. N. 2012. Formação de depósitos tecnogênicos e relações com o uso e ocupação do solo no perímetro urbano de Presidente Prudente – SP. Presidente Prudente, 183 p. Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-Graduação em Geografia, Faculdade de Ciência e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista.
- Mazzini, E. J. 1997. De lixo em lixo em Presidente Prudente (SP): novas áreas, velhos problemas. Presidente Prudente, 96 p. Monografia de Bacharelado, Departamento de Geografia, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista.
- EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisas Agropecuárias. 1997. Manual de Métodos de Análise de Solos. 2. ed. Rio de Janeiro, EMBRAPA-CNPS, 212p.



## DINÂMICA DE DEPÓSITOS TECNOGÊNICOS NA ÁREA URBANA DE ARAGUAÍNA (TO)

Machado, C. A.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Laboratório de Geologia e Solos (LABGSOL) – Departamento de Geografia – Universidade Federal do Tocantins (UFT) – Campus de Araguaína,

As alterações dos processos ambientais resultam na geração de uma nova configuração geomorfológica e pedológica composta de materiais descartados pelas atividades industriais, comerciais e domésticas. Tais depósitos reconhecidos com o termo Tecnogênicos causam inúmeros problemas sociais, econômicos, ambientais e causam entraves para o planejamento urbano. O conceito de Tecnógeno ou Quinário aparece na pesquisa científica a partir da década de 1980 através dos trabalhos de Chemekov (1983) e Ter-Stepanian (1988), em que a ação humana como agente geológico é preponderante ou influente em alguns processos na superfície terrestre, período este iniciado há aproximadamente 10.000 mil anos passados. O foco central deste estudo reside no entendimento da gênese e dinâmica dos diferentes Depósitos Tecnogênicos (DT) em áreas urbanas, com vistas a proposição de medidas destinadas à mitigação dos impactos e facilitar as atividades de planejamento ambiental. A proposta de classificação empregada neste estudo está baseada no tipo de material originalmente proposta por Ter-Stepanian (1988) como materiais terrígenos (solos), químicos (resíduos industriais), orgânicos (resíduos domésticos), inorgânicos (resíduos da construção civil), acrescidos do fator ambiente de deposição (Terrestre, Fluvial, Lacustre e Marinho). A metodologia da proposta baseou-se na revisão bibliográfica, caracterização ambiental da área de estudo, identificação, mapeamento e classificação dos DT, uso de imagens de satélites (CIBERS e SPOT) para identificação e mensuração das morfologias através do software ARCGIS®, elaboração de perfis transversais e topográficos dos DT, análise morfológica e textural dos sedimentos baseados em Suguio (1973) e de materiais tecnogênicos (Machado, 2012), estratificação do material, análise da dinâmica dos DT através da influência da pluviosidade e temperatura e propostas de destinação final e estabilização dos depósitos. O estudo contou com o uso mais efetivo das imagens de satélite na identificação e nas diferentes morfologias destes corpos artificiais, as quais mesmo com pequenas dificuldades podem ser realizadas indiretamente através de fragmentos diferenciados de vegetação (exóticas), surgimento de novos depósitos fluviais, feições erosivas expostas pelas águas pluviais e áreas com exposição da camada pedológica e movimentação de material, vide Figura 1(A) e (B). A caracterização granulométrica dos sedimentos e dos materiais tecnogênicos demonstrou a modificação das principais características dos DT, sendo os depósitos mais antigos compostos de maior percentual de materiais orgânicos e os mais recentes predominando materiais terrígenos e de resíduos da construção civil. Nos ambientes estudados, os DT localizados em planícies de sedimentação e junto aos leitos dos rios têm suas morfologias, área e composição dos sedimentos constantemente modificados devido à ação das intensas chuvas na região norte do Brasil. Os DT tendem a expandir sua área de influência, tanto horizontalmente como verticalmente, dependendo da textura do solo por meio da migração das partículas acionadas pela percolação da água, ação mecânica das raízes das plantas, bem como carreados pelas águas pluviais. Na dinâmica dos DT, a variação das chuvas e temperaturas em DT na cidade de Araguaína possuem duas estações bem definidas, a primeira quente e chuvosa e a segunda quente e seca, promovendo basicamente dois tipos de comportamento dos processos ambientais em ambientes tecnogênicos, destacados em Boscov (2008) e verificados em campo com a abertura de trincheiras, principalmente em áreas planas ou de pouca inclinação. No primeiro estado, o material estará submetido à saturação da água *in situ* e no solo adjacente, principalmente em texturas argilosas, predominando condições anaeróbias de decomposição das partes orgânicas com presença de chorume. O segundo estado promove a diminuição da decomposição na camada superficial do depósito na época de estiagem atuando na redução da água em profundidade com o rebaixamento do lençol freático. Nesta proposta metodológica, a elaboração de perfis topográficos e transversais tornou-se essencial para o estudo das morfologias dos DT na encosta,



na qual ocorrem constantes modificações da posição e dos materiais em sua expansão. Os DT expandem-se constantemente mesmo em inclinações mínimas ( $< 5\%$ ) quando associados aos solos de textura arenosa e com pluviosidades concentradas. A ampliação dos riscos de movimentos de massa aumentou em DT com sedimentos arenosos e fragmentos de maiores dimensões ( $> 10\text{ cm}$ ). As análises laboratoriais demonstraram a presença predominante de materiais inorgânicos nos depósitos oriundos de resíduos de concretos, tijolos e telhas de fibrocimento, os quais demandam maior tempo para decomposição e de maior dificuldade para incorporação da camada pedológica aumentando a contaminação química do solo e das águas subsuperficiais. A intensidade e o volume das águas pluviais sobre os DT somados a declividades menos acentuadas causam movimentos de massa afetando a estabilidade das estruturas de edificações civis em várias áreas da cidade de Araguaína. Outro fato observado é a quantidade de áreas com DT que se tornaram obsoletas para o uso público como parques, áreas verdes, bem como para o assentamento urbano. Tendo em vista, as diferenças de materiais e ambientes elencaram-se possíveis medidas de mitigação e recuperação das áreas degradadas. Neste sentido, as técnicas de remediação e recuperação foram determinadas em função das características específicas de cada depósito e do ambiente em que se insere na cidade de Araguaína. Em alguns casos, como por exemplo, em DT de pequenas dimensões sem resíduos industriais, o próprio ambiente pode estabilizar o material ao longo do tempo por uma atenuação natural nos casos em o material apresentar toxicidade elevada torna-se necessário a remoção e destinação em locais devidamente preparados.



Figura 1(A) e 1(B). Identificação de Depósitos Tecnogênicos por Imagens de Satélite.

#### Referências

- Bosco, M. E. G. 2008. Geotecnia Ambiental. São Paulo, Oficina de Textos.
- Chemekov, Y. F. 1983. Technogenic Deposits. In: Inqua Congress, 11, Moscow, Abstracts, 3, p.62.
- Machado, C. A. 2012. Gênese e Morfologia de Depósitos Tecnogênicos na Área Urbana de Araguaína (TO). 155p. Tese de Doutorado, Instituto de Geografia, Universidade Federal de Uberlândia (UFU).
- Suguio, K. 1973. Introdução a Sedimentologia. São Paulo:Blucher.
- Ter-Stepanian, G. 1988. The Beginning of Technogene. In: Bulletin of International Association of Engineering Geology, n 0 38, 1988. p. 133-142.



## **SISTEMA PRAIA DUNA FRONTAL, VARIABILIDADE MORFOMÉTRICA NO LITORAL NORTE DO RIO GRANDE DO SUL, BRASIL, COM SISTEMA LIDAR (LIGHT DETECTION AND RANGING)**

Humberto Dias Vianna<sup>1</sup>, Lauro Julio Calliari<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Programa de Pós Graduação em Oceanografia Fis. Quím e Geológica - Instituto de Oceanografia – Universidade Federal do Rio Grande; <sup>2</sup>Laboratório de Oceanografia Geológica - Instituto de Oceanografia – Universidade Federal do Rio Grande

Situado na planície costeira do Rio Grande do Sul (RS), o litoral norte gaúcho é formado pelos municípios de Palmares do Sul, Balneário Pinhal, Cidreira, Tramandaí, Imbé, Osório, Xangri-lá, Capão da Canoa, Terra de Areia, Arroio do Sal e Torres, distribuídos em uma linha de costa com, aproximadamente, 127 km de extensão orientada de sudoeste para nordeste. Esses municípios situam-se na barreira holocênica IV (Tomazelli & Villwock, 2000). Segundo Calliari *et al.* (2006), essa linha de costa é formada por praias de características intermediárias, condicionadas ao regime de micromaré, média anual de 0,47 m e altura significativa de ondas de 1,5 m. O cordão de dunas é interrompido por sangradouros e constituído por areias finas quartzosas e os sedimentos praias correspondem a areias com tamanho médio aproximado de 0,2 mm (Gruber 2002). O sistema *Light Detection And Ranging* (Lidar) possibilita o levantamento, de forma acurada e rápida, da geomorfologia e morfometria do sistema praia duna frontal. Essas informações, associadas com dados sedimentológicos e meteorológicos, permitem organizar os balneários em grupos de praias. O objetivo deste trabalho consiste em mensurar, com o uso do Lidar, o sistema praia duna frontal entre Palmares do Sul e Torres e identificar padrões geomorfológicos, morfométricos e morfodinâmicos responsáveis pela sua variabilidade lateral. Também objetiva-se organizar os diferentes balneários em grupos com variáveis ambientais em comum. O recobrimento Lidar foi executado em julho de 2010 e a nuvem de pontos foi fornecidos pela Secretaria do Patrimônio da União do RS. O Lidar utilizado foi o ALTM 2050 da Optech e os parâmetros do voo foram os seguintes: altura de voo de 1000 m, ângulo de escaneamento de 20° e densidade de dois pontos por m<sup>2</sup>. O levantamento atende ao padrão PEC A na escala 1:2000, com precisão de 50 cm na planimetria e 15 cm na altimetria. O processamento da nuvem de pontos foi efetuado com o software ALDPAT 1.0 (Zhang & Zheng, 2007). O produto final consiste de modelos digitais de superfície (MDS) com 0,5 m de resolução. Os MDS passaram por um processo de conversão de altitudes, transformadas de geométricas para ortométricas. A metodologia utilizada para a mensuração dos parâmetros morfométricos como linha de costa e base da duna frontal consiste em adaptações para o Lidar das metodologias propostas por (Hoeke *et al.*, 2001) e (Battiau-Queney *et al.*, 2003), onde a primeira consiste em uma isolinha que dá início na suave declividade da praia e a segunda na primeira isolinha que dá início em um aumento brusco na declividade do perfil. Após demarcação da linha de costa, o azimute de quadricula da mesma foi determinado. A crista da duna frontal foi demarcada manualmente em todas as dunas frontais. Perfis transversais foram traçados sobre os MDS com origem na linha de costa até a crista da duna frontal e, sobre os mesmos, foi determinada a largura e declividade da praia subaérea, assim como a variação do volume do perfil. Maiores detalhes podem ser obtidos em Vianna (2013). Parâmetros meteorológicos como o potencial de deriva do vento (PDV) foram extraídos de Martinho *et al.* (2010). Dados sedimentológicos como tamanho médio do grão Mz  $\phi$  (phi) e percentual de areia média Am (%) e foram retirados de Pereira *et al.* (2010) e, por não abrangerem toda a área de estudo, extrapolações foram efetuadas para os demais balneários. Após a coleta dos dados acima, os mesmos foram organizados na forma de tabela para posterior análise estatística. Foram utilizadas técnicas de estatística multivariada como análise de escalonamento multidimensional (AMDS) e de agrupamento (cluster). As análises foram efetuadas com o software PRIMER versão 5.2.4 (Clarke & Gorley, 2006). Através de análises cluster e AMDS os diferentes balneários estudados foram agrupados em função das variáveis ambientais em quatro grupos de afinidade. Os grupos formados são constituídos por trechos de praia, sendo o grupo 1 iniciado em Dunas Altas (Palmares do Sul) prolongando-se até Salinas (Cidreira), onde é interrompido pelo grupo 4 que abrange o campo de dunas de Tramandaí até Tramandaí Sul. O Grupo reinicia na Zona Nova extensão



Sul (Tramandaí) seguindo até Mariápolis (Osório). O grupo 2 estende-se do limite sul de Xangri-lá até o limite norte de Arroio do Sal. Também faz parte desse grupo a Praia da Cal e, sua inclusão no grupo 2, deu-se pelo percentual de areia média e azimute da linha de costa, valores muito próximos aos das praias desse grupo. O grupo 3 é constituído pelos balneários do município de Torres, Paraíso até Praia Grande, com exceção da Praia da Cal. As variáveis que mais contribuíram para a diferenciação dos grupos foram: largura da praia subaérea, PDV, azimute da linha de costa e Am (%). Os grupos 1 e 4, situados ao sul da área de estudo, possuem balneários com maior largura da praia subaérea, PDV e variação do volume do perfil, porém apresentam os menores azimutes da linha de costa. O grupo 1 possui o maior volume de perfil e altura das dunas frontais, o maior PDV do grupo com praia subaérea mais extensa e menor azimute da linha de costa. A incidência mais oblíqua do vento NE, facilita o transporte de sedimentos em direção ao continente favorecendo o aumento do volume do perfil e das dunas frontais. Adicionalmente, a inflexão da linha de praia, a convergência da deriva litorânea contribui para o maior volume de areia na antepraia, que se constitui em fonte de sedimentos para o desenvolvimento da mesma e do campo de dunas (Toldo *et al.*, 2006). O menor volume de perfil pertence ao grupo 3, consequência do maior azimute da linha de costa, responsável pela entrada quase paralela do vento dominante no sistema praia duna e menor PDV. O grupo 2 apresenta valores de largura da praia subaérea semelhante ao grupo 3, porém possui maior volume de perfil e altura das dunas frontais. Essas diferenças podem ser explicadas pelo menor azimute da linha de costa do grupo 2. Através da morfometria obtida com o grau de detalhe do Lidar foi possível diagnosticar os fatores responsáveis pela diferenciação do sistema praia dunas no litoral norte do RS.

#### Referências

- Battiau-Queney, Y., Billet, J.F., Chaverot, S. & Lanoy-Ratel, P. 2003. Recent shoreline mobility and geomorphic evolution of macrotidal sandy beaches in the north of France. *Marine Geology*, 194: 31-45.
- Calliari, L. J., Toldo Jr, E. E. & Nicolodi, J.L. 2006. Classificação Geomorfológica. In: Muehe, D. (Ed). *Erosão e progradação do litoral brasileiro*. Brasília, Ministério do Meio Ambiente, p. 438-444.
- Clarke, K.R. & Gorley, R.N., 2006. PRIMER v6: User Manual/Tutorial. Plymouth, Primer-E Ltd, 189p.
- Gruber, N.L.S. 2002. A antepraia na região de Tramandaí, RS. Porto Alegre, 221 p. Tese de Doutorado, Pós Graduação em Geociências, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
- Hoek, R.K., Zarillo, G.A. & Synder, M. 2001. A GIS Based Tool for Extracting Shoreline Positions from Aerial Imagery (BEACHTOOLS). Washington, US ARMY CORPS OF ENGINEERS, 12p.
- Martinho, C.T., Hesp, P. A. & Dillenburg, S.R. 2010. Morphological and temporal variations of transgressive dunefields of the northern and mid littoral Rio Grande do Sul coast, Southern Brazil. *Geomorphology*, 117: 14-32.
- Pereira, P.S., Calliari, L.J. & Barletta, R.C. 2010. Heterogeneity and homogeneity of Southern Brazilian beaches: A morphodynamic and statistical approach. *Continental Shelf Research*, 30: 270-280.
- Tomazelli, L.J. & Villwock, J.A. 2000. O cenozóico no Rio Grande do Sul: Geologia da planície costeira. In: Holtz, M., De Ros, L.F. (Ed.). *Geologia do Rio Grande do Sul*. Porto Alegre: CIGO/UFRGS, p. 575 – 599.
- Toldo, E.E., Almeida, L.E.S.B., Nicolodi, J.L., Absalonsen, L. & Gruber, N.L.S. 2006. O Controle da Deriva Litorânea no Desenvolvimento do Campo de Dunas e da Antepraia no Litoral Médio do Rio Grande do Sul. *Pesquisas em Geociência*, 33 (2): 35 – 42.
- Vianna, H.D. 2013. Variabilidade do Sistema Praia-Dunas para o Litoral Norte do Rio Grande do Sul (Palmares do Sul a Torres-Brasil) Apoiado em Dados Laser Scanner – Lidar. Rio Grande, 159 p. Dissertação de Mestrado, Pós Graduação em Eng. Oceânica, Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande.
- Zhang, K. & Zheng, C. 2007. Airborne LIDAR data processing and analysis tools ALDPAT 1.0. Miami National center for airbourne laser mapping. Disponível em: <<http://lidar.ihrc.fiu.edu/download/Doc/ALDPAT.pdf>>. Acesso em 12 dez. 2011.



## UTILIZAÇÃO DO SONAR DE VARREDURA LATERAL PARA O MAPEAMENTO DAS FORMAS DE FUNDO DO RIO POTENGI-RN

Andressa Lima Ferreira<sup>1</sup>, Tiago Rafael de Barros Pereira<sup>2</sup>, André Giskard Aquino da Silva<sup>3</sup>, Helenice Vital<sup>2,4</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Geofísica, <sup>2</sup>Programa de Pós Graduação em Geodinâmica e Geofísica, <sup>3</sup>Christian-Albrechts-Universitat Kiel, <sup>4</sup>Departamento de Geologia – Laboratório de Geologia e Geofísica Marinha e Monitoramento Ambiental, Universidade Federal do Rio Grande do Norte.

O rio Potengi está inserido no contexto geológico da bacia costeira Pernambuco-Paraíba e ocupa aproximadamente uma extensão de 18 km, percorre três zonas distintas do Estado do Rio Grande do Norte, nasce nas imediações da Serra da Santana, situadas em altitudes de 500 m, aproximadamente, corre em direção às proximidades da cidade de São Tomé até alcançar o estuário, percorrendo aproximadamente 180 km antes de desaguar no Oceano Atlântico (Oliveira, 1985). Apresenta um papel economicamente importante visto que, abriga a zona portuária de Natal e um terminal petrolífero, concentrando desta forma importantes operações de transporte de petróleo entre outros produtos. A área de estudo, utilizada para levantamento com sonar de varredura lateral, abrange cerca de 1,5 km<sup>2</sup> de área total do rio Potengi (Figura 1). Para a execução do levantamento foi de extrema importância uma etapa pré campo que incluiu consultas trabalhos prévios, bem como fotografias aéreas e imagens de satélite para caracterização do local. Na etapa de campo, o levantamento sonográfico foi executado utilizando um ecobatímetro interferométrico, modelo 4600, da empresa Edgetech, na frequência de 540 Hz. O WGS 1984 foi utilizado como modelo de projeção e como Datum a UTM 25S. O planejamento das linhas possibilitou a divisão da área total em sete linhas com 3.4 km cada uma, espaçadas entre 35m e 45m. Uma etapa pós campo foi implementada visando o reconhecimento das diferentes feições presentes no leito, nesta etapa fez se necessário realizar um melhoramento das imagens e para isso foi utilizado o *software SonarWiz 5* para processamento e criação do mosaico contendo as linhas adquiridas. A aplicação de filtros como TVG e AGC foram aplicados para suavizar as marcas entre as linhas. A partir da análise detalhada do mosaico foram caracterizados diferentes *backscattering*, *coloração e texturas relacionados* a interação entre a energia do som e a textura do material presente na superfície de fundo (como sugerido por Ayres *et al.*, 1993; Frazão 2003; Souza 2006; entre outros), possibilitando a identificação dos principais tipos de formas de fundo presentes na área, tais como fundo arenoso homogêneo, ripple marks, marcas onduladas de grande porte, fundo heterogêneo com presença de material consolidado.

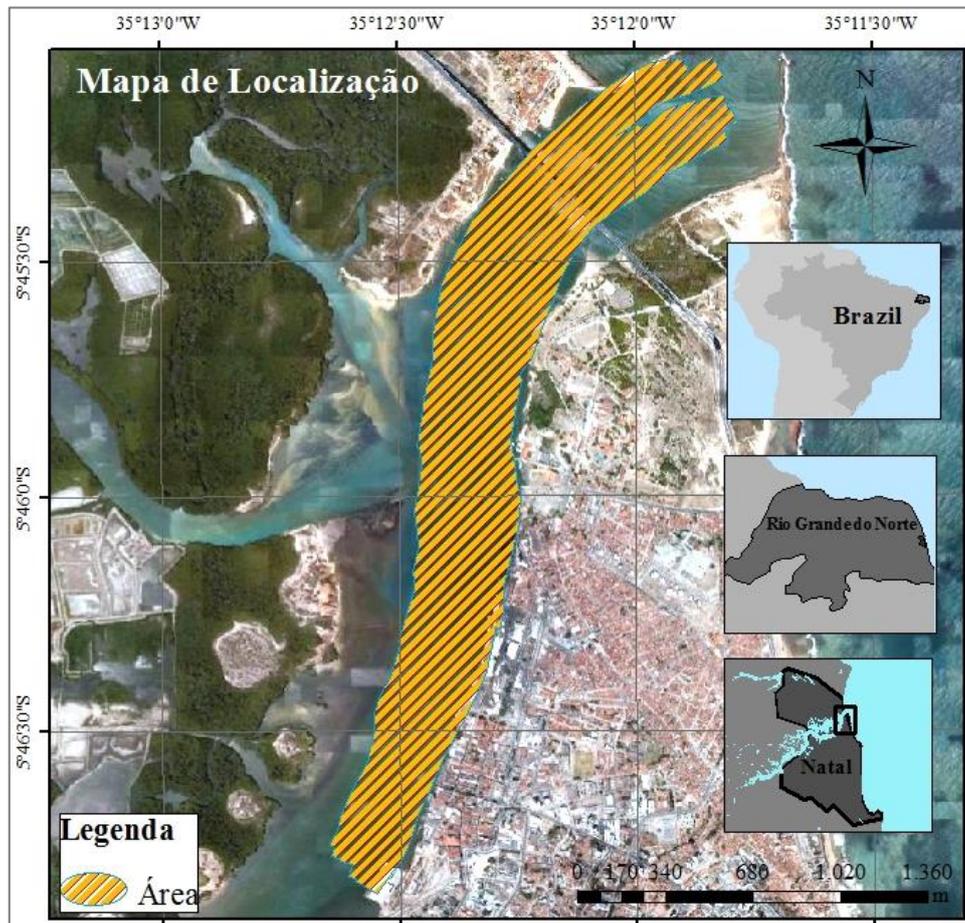


Figura 1. Mapa de localização da área de estudo.

### Referências

- Ayres Neto, A. & Aguiar, A.C.K.V. 1993. Interpretação de feições de side scan sonar: Uma proposta de nomenclatura e padronização de métodos. In: Congresso Internacional da Sociedade Brasileira de Geofísica, 3. Rio de Janeiro, RJ, 07 a 11 de Novembro. Boletim de resumos expandidos. CD-ROM.
- Frazão, P.E. 2003. Caracterização hidrodinâmica e morfosedimentar do estuário Potengi e áreas adjacentes: Subsídio para controle e recuperação ambiental no caso de derrames de hidrocarboneto. Dissertação de Mestrado. Centro de Ciências Exatas e da Terra. UFRN. Natal, RN. 144p.
- Oliveira, D.B.F. 1985. Produção Primária do Fitoplâncton do Estuário do Rio Potengi. Departamento de Oceanografia, Universidade Federal do Pernambuco, Recife. Dissertação de Mestrado em Oceanografia Biológica, 168 p.
- Souza, P.A.L. 2006. Revisão crítica da aplicabilidade dos métodos geofísicos na investigação de áreas submersas rasas. Tese de Doutorado. Instituto Oceanográfico. USP. São Paulo, SP. 311p.



## ATLAS POLÍNICO DIGITAL DE ESPÉCIES DE MATA ATLÂNTICA DO HERBÁRIO DA RESERVA NATURAL VALE - LINHARES ES

Almeida, E. R. C.<sup>1,2</sup>; Silva, J. P.<sup>1,2</sup>; Buso Jr, A. A.<sup>1</sup>; Lorente, F. L.<sup>1</sup>; Cuenca, A. C.<sup>1,2</sup>; Francisquini, M. I.<sup>1</sup>; Pessenda, L. C. R.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Laboratório <sup>14</sup>C - Centro de Energia Nuclear na Agricultura; <sup>2</sup>Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"-Universidade de São Paulo

A palinologia aplicada à reconstituição paleoambiental é realizada com base na identificação do material palinológico fóssil contido nas camadas de sedimento, permitindo a reconstituição da flora pretérita assim como inferir possíveis mudanças climáticas (Salgado-Laboriau, 1973). A palinoteca é uma coleção de referência de grãos de pólen e esporos da flora atual, e visa disponibilizar esse material como parâmetro na identificação dos grãos de pólen e esporos contidos nos sedimentos, sendo fundamental em estudos paleoambientais, principalmente do Quaternário. A atual palinoteca de referência do Laboratório <sup>14</sup>C do CENA-USP conta com ~5.000 lâminas, sendo que ~1.500 são referentes a espécies coletadas no herbário da Reserva Natural Vale (RNV), Linhares-ES, e constituem importante acervo disponível para espécies da Mata Atlântica. Devido a importância de estudos sobre a alta biodiversidade de sua flora, endemismo natural e conexões passadas com a Amazônia, a digitalização da palinoteca, contendo espécimes coletados no herbário da RNV se torna fundamental para o seu uso em estudos sobre a dinâmica da vegetação deste Bioma na costa brasileira. Os objetivos específicos desse trabalho são: descrição das características morfológicas dos grãos de pólen, a fotografia dos mesmos em microscopia de luz branca transmitida, e a transcrição destas informações para um banco de dados. O propósito geral deste trabalho é o de facilitar a consulta desse banco de dados na página do Laboratório <sup>14</sup>C (<http://cena.usp.br/pt/laboratorio-dvtec/carbono-14>) na forma de um atlas online e expandir as informações contidas aos diversos especialistas, auxiliando em pesquisas nacionais e internacionais, especialmente na dinâmica pretérita e atual da vegetação de Mata Atlântica. As anteras das plantas previamente identificadas foram coletadas em exsicatas depositadas no herbário da RNV, trazidas ao Laboratório <sup>14</sup>C e tratadas em mistura de acetólise (9 partes de anidrido acético: 1 parte de ácido sulfúrico). As lâminas foram montadas com glicerina líquida, permitindo a mobilidade dos palinomorfos (Colinvaux *et al.*, 1999), vedadas com parafina, seladas com esmalte incolor e identificadas com etiquetas contendo número da lâmina, código do herbário, família, gênero e epíteto. Para a digitalização da palinoteca foram capturadas imagens de microscopia de luz dos grãos de pólen através do microscópio *Zeiss Axioskop 40 Pol*. Para isso foram definidos padrões de captura. Todas as fotos foram tiradas em alta resolução e salvas no formato TIFF, no aumento de 1000x ou eventualmente no aumento de 630X, em casos em que o grão de pólen era muito grande. Foram estabelecidos alguns parâmetros tais como seis imagens codificadas de A a F, para cada espécie/lâmina digitalizada. A figura A em vista polar e foco na superfície do grão, a figura B em vista polar e corte óptico da parede do grão, a figura C em vista equatorial e foco na abertura, caso exista, do grão, a figura D em vista equatorial e corte óptico da parede do grão, buscando-se fotografar o mesmo grão em A-B e o mesmo grão em C-D, as figuras E-F são livres. Para descrição morfológica, características como arranjo dos grãos, tipo morfológico, formato do grão em vista polar e em vista equatorial, superfície, tipo de retículo e complexidade do muro, tipo de exina, características da parede, espessura da parede ( $\mu\text{m}$ ) e visibilidade das columelas, morfologia do poro, posição das aberturas, comprimento do colpo, presença de margem no colpo, medidas dos eixos polar e equatorial ( $\mu\text{m}$ ) e observações livres (Punt *et al.*, 2007). Obtiveram-se a digitalização de gêneros representativos de aproximadamente 160 famílias de plantas fanerógamas perfazendo um total aproximado de 1500 lâminas. Uma prévia deste material descrito e digitalizado já se encontra disponível para a equipe do Laboratório <sup>14</sup>C do CENA/USP para auxílio dos estudos. A figura 1 mostra uma prévia do modelo de prancha para publicação, elaborada pela equipe.



Figura 1: Modelo de prancha contendo dois gêneros da família Loranthaceae para a publicação em atlas online.

#### Agradecimentos

Reserva Natural Vale - Linhares, CNPQ (470210/2012-5, 405060/2013-0, 114443/2014-9), Projeto temático FAPESP (Processo 00995-7/2011), Laboratório <sup>14</sup>C - CENA-USP.

#### Referências

- Colinvaux, P., Oliveira P. E. E Patiño, J. E. M. 1999. Manual e Atlas Palinológico da Amazônia. Harwood academic publishers, 130p.
- Labouriau, M.L.S. 1973 Contribuição à palinologia dos cerrados. Rio de Janeiro: Academia Brasileira de Ciências, 291p.
- Punt, W. Hoen, P.P. Blackmore, S. Nilsson, S. Le Thomas, A. 2007. Glossary of pollen and spore terminology



## DATAÇÕES RADIOMÉTRICAS E ANÁLISE PALINOLÓGICA EM SEDIMENTOS TURFOSOS DO PARQUE NACIONAL DA RESTINGA DE JURUBATIBA, ESTADO DO RIO DE JANEIRO

Marcia Aguiar de Barros<sup>1</sup>, Felipe Mesquita de Vasconcellos<sup>2</sup>, Shana Yuri Misumi<sup>1</sup>, Cynthia Fernandes Pinto da Luz<sup>3</sup>, Ortrud Monika Barth<sup>1,4</sup>

<sup>1</sup>Laboratório de Palinologia - Instituto de Geociências – Universidade Federal do Rio de Janeiro. <sup>2</sup> Núcleo de Pesquisas em Ecologia e Desenvolvimento Social de Macaé (NUPEM), Departamento de Ensino - Universidade Federal do Rio de Janeiro.

<sup>3</sup>Núcleo de Pesquisa em Palinologia - Instituto de Botânica, São Paulo. <sup>4</sup>Instituto Oswaldo Cruz – FIOCRUZ.

O Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba (PARNA de Jurubatiba), maior sistema de restinga em Unidade de Conservação no Brasil, está localizado na porção continental da bacia de Campos, Rio de Janeiro. Nesta região afloram sedimentos pleistocênicos e holocênicos, que se estendem por toda área emersa da bacia, abrangendo todo o litoral norte fluminense. Trata-se da mais extensa planície quaternária do Estado, com terraços e paleocristas praias formados por areias marinhas pleistocênicas/holocênicas e, entre as cristas praias, áreas inundáveis, algumas alimentadas por rios e lagoas costeiras transversais a costa. Neste cenário podem ser encontrados sedimentos turfosos aflorando na zona de maré (Figuras 1A, 1B). Foi retirado um bloco indeformado destes sedimentos para estudos palinológicos e datações por radiocarbono (Figura 1C). Nesta mesma coleta também foi extraído um tronco em posição de vida para datação e posterior análise botânica (Figura 1D). Parte do tronco e do sedimento turfoso da base do torrão foram enviados para o Laboratório Beta Analytic, Flórida, EUA. Uma amostra do sedimento da base do torrão foi separada para análise palinológica e processada de acordo com a metodologia proposta como padrão por Ybert *et al.* (1992). O material foi tratado sucessivamente com HF a 40%, HCl a 10% e acetólise clássica, com posterior tamisação em malha de cinco µm por ultrassom. Lâminas permanentes foram confeccionadas. Os resultados radiométricos apontaram a idade de 43.500 anos AP para o sedimento na base do torrão e de 34.530 ± 320 anos AP para o tronco (Tabela 1). Os dados obtidos pela análise palinológica indicaram um ambiente aberto, com predomínio de Poaceae e presença de táxons relacionados a ambientes úmidos. Foram ainda encontrados grãos de pólen de espécies pioneiras de mata, como *Trema* e Melastomataceae, além de espécies da família Myrtaceae e esporos de samambaias e de fungos, bem como fragmentos de tecido vegetal. Cabe ressaltar que os palinomorfos apresentaram bom estado de preservação (Figura 2). Idades pleistocênicas semelhantes às encontradas no presente trabalho foram apresentadas também por Barth *et al.* (2013) para a Lagoa de Itaipu, Niterói, e por Misumi *et al.* (2014) em Itaguaí, próximo à Baía de Sepetiba. Novas amostragens serão feitas no Parque e analisadas a fim de obter mais informações temporais e palinológicas.

### Referências

- Barth, O.M.; Bartholomeu, R.L. & Barros, M.A. 2013. Paleoambiente e Palinologia de um nível de sedimento de cerca 40.000 anos A.P. retirado da Lagoa de Itaipu, Estado do Rio de Janeiro. Anuário do Instituto de Geociências (UFRJ), 36(2): 91-95.
- Misumi, S.Y.; Barros, M.A.; Vilela, C.G. & Barth, O.M. 2014. Palinologia, Paleoflorística e aspectos paleoclimáticos de sedimentos do Pleistoceno Tardio na Bacia Hidrográfica do Rio Guandu, Rio de Janeiro, Brasil. Anuário do Instituto de Geociências (UFRJ), 37(1): 104-114.
- Ybert, J.P.; Salgado-Labouriau, M.L.; Barth, O.M.; Lorscheitter, M.L.; Barros, M.A.; Chaves, S.A.M.; Luz, C.F.P.; Ribeiro, M.B.; Scheel, R. & Vicentini, K.F. 1992. Sugestões para padronização da metodologia empregada em estudos palinológicos do Quaternário. Boletim do Instituto Geológico, 13: 47-49.

Tabela 1. Resultados das datações radiométricas.

Dados da Amostra	Idade Convencional por Radiocarbono
Beta - 368611; Amostra - LC2a; Material: sedimento orgânico	43.500 anos AP
Beta - 368613; Amostra - LC3LOG; Material: tronco	34.530 ± 320 anos AP

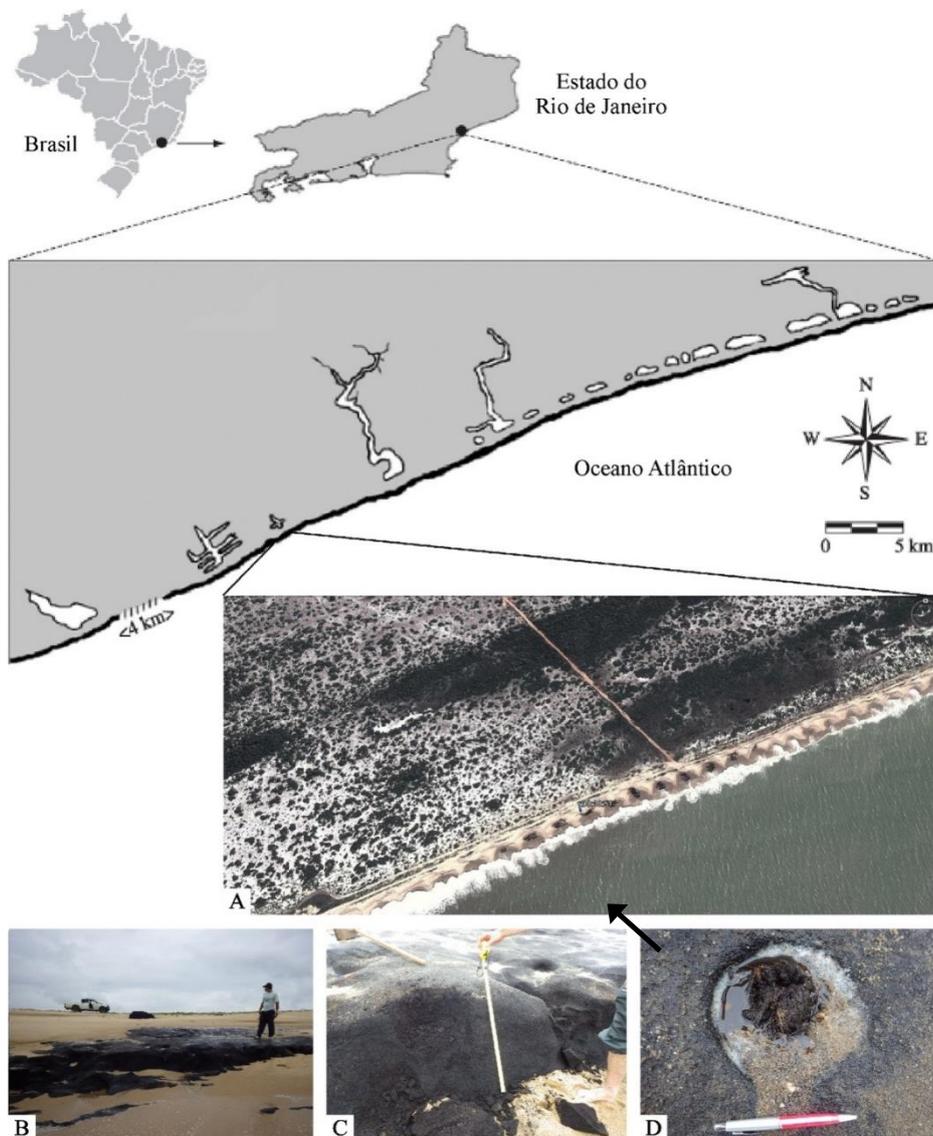


Figura 1. Mapa de localização do PARNA da Restinga de Jurubatiba com os sedimentos turfosos. A) Detalhe do Parque, destacando o afloramento dos sedimentos (seta); B) Sedimentos turfosos aflorando na zona de maré; C) Detalhe do sedimento turfoso; D) Tronco em posição de vida.

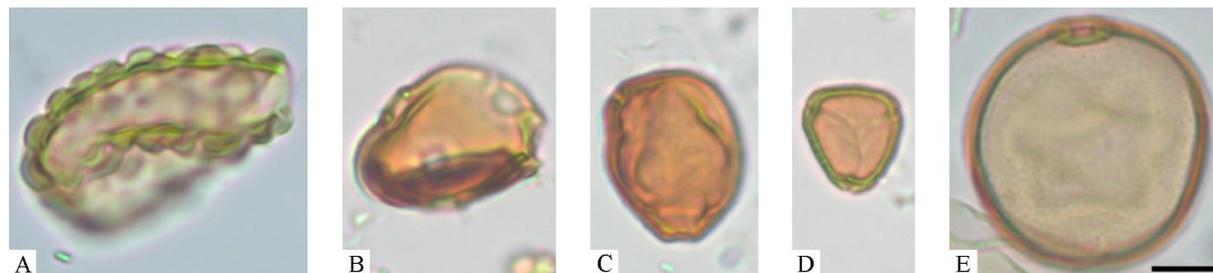


Figura 2. A) *Polypodium* (Polypodiaceae), B) Apocynaceae, C) *Myriophyllum* (Haloragaceae), D) Myrtaceae, E) Poaceae. Escala = 10 µm.



## ANÁLISE DE TERRAÇO FLUVIAL NO ALTO CURSO DO RIO MACAÉ (RJ): DESCRIÇÃO DAS LITOFÁCIES E DATAÇÕES PELO MÉTODO LOE

Mônica dos Santos Marçal<sup>1</sup>, Renato Rodriguez Cabral Ramos<sup>2</sup>, Juliana Cabral Sessa<sup>3</sup>, Lucas Leal da Costa<sup>4</sup>, Rodrigo Correia dos Santos<sup>4</sup>, Kessy Almeida Sillman da Cunha<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Professora do Departamento de Geografia da Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ, <sup>2</sup>Professor do Departamento de Geologia e Paleontologia - Museu Nacional – Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ, <sup>3</sup>Aluna de mestrado – Programa de Pós-Graduação em Geografia - PPGG/UFRJ <sup>4</sup>Aluno de graduação em Geografia – Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ.

Os terraços fluviais são feições geomorfológicas correspondentes de antigas planícies de inundação que foram abandonadas devido a processo de erosão fluvial e encaixamento do talvegue. São consideradas relevantes no estudo da dinâmica de evolução do sistema fluvial durante o período Quaternário, contribuindo não só para a compreensão dos principais controles que regulam esses sistemas, bem como sobre os controles estruturais locais, uma vez que correspondem a importantes áreas de retenção de sedimentos e níveis de base locais (Leopold *et al.*, 1964; Schumm, 2005). Nesse contexto, a relação entre terraços e o canal fluvial atual traz informações valiosas para o estudo evolutivo da forma do vale, ajudando no entendimento de como e quando ocorreram determinadas mudanças na paisagem. Para isto, se faz necessário o uso de uma abordagem que agregue técnicas de análise em diferentes escalas, temporal e espacial, fundamentando-se principalmente na associação entre os elementos morfológicos, estratigráficos, sedimentológicos e de datação, sobretudo, devido ao seu caráter descontínuo (Blum & Törnqvist, 2000). Estabelecido em um projeto que abrange o estudo dos processos fluviais no âmbito da Bacia do Rio Macaé, localizada ao norte do estado do Rio de Janeiro, o trabalho visa apresentar a descrição de uma das áreas de sedimentação fluvial situada no alto curso do rio Macaé, entre os compartimentos geomorfológicos de Serras Locais ou Morfologias de Transição da Serra do Mar. A área descrita esta a cerca de 10 km de distância da nascente e aproximadamente 1.000 m de altitude, onde a descrição dos depósitos fluviais foi realizada através de trabalhos de campo, mapeamento da forma em planta, perfil estratigráfico, bloco diagrama e dados de datação pelo método LOE. Utilizou-se imagens de satélite *Rapideye* de alta resolução espacial na escala de 1:25.000, fotografias aéreas ortorretificadas na mesma escala supracitada e imagens do *software Google Earth Pro*. Para a produção do Modelo Digital de Elevação (MDE), foram utilizadas curvas de nível obtidas na base do IBGE, já para os blocos diagrama, foi utilizado o sistema de posicionamento global (*Differential Global Positioning System*- DGPS), sendo necessária a marcação de pontos em campo. Os perfis estratigráficos verticais foram realizados em escala 1:20 ao longo dos afloramentos analisados e a caracterização dos terraços foi realizada através da descrição das fácies e fundamentada em Miall (2006). Sendo todas estas informações analisadas e tratadas através dos softwares ArcGis 10.1, CorelDraw X6 e ENVI 5.1. Para a datação foram coletadas seis amostras ao abrigo da luz através da cravação de tubos de PVC (5 cm de diâmetro e 40 cm de comprimento) em cortes de estrada e em exposições naturais. As amostras foram enviadas para o laboratório *Datação, Comércio e Prestação de Serviços Ltda.*, em São Paulo, onde foram preparadas e analisadas pelo método SAR (Protocolo de Regeneração com uma Alíquota Única - que data para uma mesma amostra em torno de 20 a 50 alíquotas, podendo-se construir um histograma com a flutuação das idades encontradas através destas alíquotas) para a extração de sua idade absoluta via LOE. A metodologia utilizada pelo laboratório é descrita em DATAÇÃO (2013). Os resultados obtidos mostram a existência de terraços e planícies fluviais distribuídos de forma irregular no vale, com o reconhecimento de três níveis topográficos diferentes, sendo os níveis superiores, os terraços fluviais, aqui designados como T1 e T2 e o nível inferior sendo a planície de inundação (PI). O depósito sedimentar referente ao nível de Terraço Superior T1 aflora em corte de estrada a uma distância aproximada de 70 m da calha atual. Possui topo ondulado, baixa declividade e levemente inclinado em direção ao interior do vale, distribuindo-se de maneira irregular na margem esquerda do rio Macaé. O topo deste terraço encontra-se a 14,21 m acima do leito atual do rio Macaé (Figura 1). O depósito apresentou uma sequência de camadas rudíticas com espessuras entre 20 e 40 cm

com estrutura formada por seixos, matacões de quartzo e de gnaisses, com matriz arenosa média a muito grossa, moderadamente selecionada, inconsolidada e contendo grânulos e seixos finos. Já o afloramento do depósito do Terraço Intermediário T2 está localizado em corte de estrada no interior do “Sítio Frise”, situado na margem esquerda do rio Macaé, a uma distância aproximada de 90 m da calha atual, com desnível de 14,02 m entre o topo do depósito e o canal do rio Macaé. O topo apresenta desnível de 4,20 m do leito atual. O depósito caracteriza-se por uma sucessão de areias finas a médias inconsolidadas sem estrutura observável, provavelmente associado a modificações pós-deposicionais (bioturbação). A planície de inundação (PI) é pouco espessa e se apresenta de forma descontínua e fragmentada, desenvolvendo-se onde a sinuosidade do canal é maior. A idade obtida para o Terraço Superior T1 foi  $34.700 \pm 3.800$  anos (05 alíquotas variando de  $31.000 \pm 3.360$  e  $39.000 \pm 4.230$  anos). Para o Terraço Intermediário (T2) foram realizadas quatro análises em um afloramento, com idades de PC1= $21.200 \pm 3.290$  anos (05 alíquotas variando de  $19.540 \pm 3.030$  e  $22.160 \pm 3.440$  anos), PC2= $17.400 \pm 1.600$  anos (05 alíquotas variando de  $13.100 \pm 1.210$  e  $23.000 \pm 2.130$  anos), PC7= $21.900 \pm 2.630$  anos (15 alíquotas variando de  $17.310 \pm 2.080$  e  $25.900 \pm 3.100$  anos) e PC11= $20.660 \pm 2.840$  anos (15 alíquotas variando de  $18.120 \pm 2.490$  e  $25.290 \pm 3.475$ ). Para a determinação das feições deposicionais foi fundamental a utilização de dados referentes ao desnível altimétrico entre o topo das feições e o canal fluvial atual, as a descrição das litofácies e os dados de datação pelo método LOE. As descrições das litofácies em conjunto com as análises morfológicas permitiram apresentar informações sobre a gênese dos depósitos fluvial que em conjunto com as análises de datação permitiram apontar as idades dos depósitos. Porém, para uma análise mais conclusiva sobre a sedimentação fluvial quaternária nesta região será necessário desenvolver estudos em outras áreas de sedimentação no vale do rio Macaé.

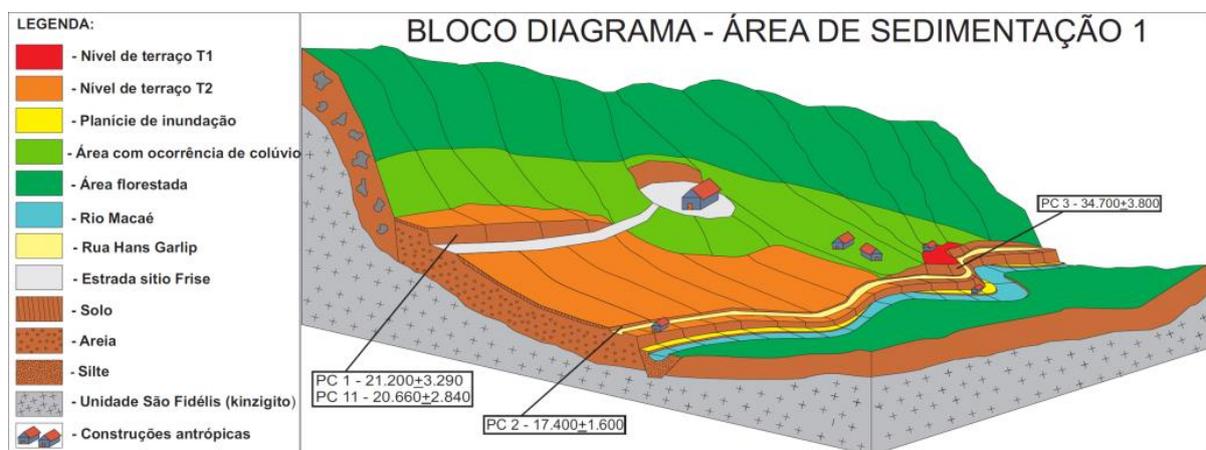


Figura1. Bloco diagrama identificando os níveis de sedimentação no alto curso do Rio Macaé.

## Referências

- Blum, M. D. & Törnqvist, T. E. 2000. Fluvial Responses to Climate and Sea-Level Change: A Review and Look Forward. *Sedimentology*, n. 47, p. 2-48.
- Leopold, L. B., Wolman, M. G., Miller, J. P. 1964. *Fluvial Processes in Geomorphology*. San Francisco: W. F. Freeman & Co., 552p.
- Miall, A.D. 2006. *The Geology of Fluvial Deposits*. Berlin: Springer-Verlag. 582 p.
- Schumm, S.A. 2005. *River Variability and Complexity*. New York: Cambridge University Press.
- DATAÇÃO. Datação, Comércio e Prestação de Serviços Ltda. Acesso em nov. 2013. Disponível em: [http://datacao.dominiotemporario.com/doc/Metodologia\\_de\\_Datacao.pdf](http://datacao.dominiotemporario.com/doc/Metodologia_de_Datacao.pdf)



## RECONSTITUIÇÃO DA DINÂMICA DA VEGETAÇÃO DE MATA ATLÂNTICA DESDE ~33.000 ANOS CAL A.P., NORTE DO ESPÍRITO SANTO - RESULTADOS PRELIMINARES

Francisquini, M.I.<sup>1</sup>; Buso-Junior, A.A.<sup>1</sup>; Lorente, F.L.<sup>1</sup>; Pessenda, L.C.R.<sup>1</sup>; Schiavo, J. A.<sup>2</sup>; França, M. C.<sup>3</sup>; Siqueira, G.<sup>4</sup>; Barthzen, B.T.<sup>5</sup>; Calegari, M.R.<sup>5</sup>; Mayle, F. E.<sup>6</sup>

<sup>1</sup> Universidade de São Paulo - Centro de Energia Nuclear na Agricultura - Laboratório Carbono-14; <sup>2</sup> Universidade Estadual do Mato Grosso do Sul – UEMS; <sup>3</sup> Instituto Federal Tecnológico do Pará – IFPA; <sup>4</sup> Reserva Natural Vale (Linhares, ES, Brazil); <sup>5</sup> Universidade Estadual do Oeste do Paraná – Campus Maril do Rondon (PR); <sup>6</sup> University of Reading - Reading, UK

A área de preservação mantida pela Reserva Natural Vale em conjunto com a Reserva Biológica de Sooretama, na região de Linhares-ES, abriga extensa área de Mata Atlântica nativa, com alta concentração de espécies endêmicas encontradas desde o norte do Espírito Santo até o sul da Bahia. Ainda, alguns táxons vegetais encontrados nas matas de tabuleiro da região apresentam distribuição disjunta com táxons Amazônicos, o que as torna muito similares às florestas de terra-firme Amazônicas (Rizzini, 1997), além do contato abrupto entre diferentes tipos de vegetação, como as matas de tabuleiro e muçunungas. Um testemunho de 1,23 m foi coletado com vibrotestemunhador em um brejo localizado em uma mancha de vegetação aberta de muçununga em meio à Mata de Tabuleiros, conhecido localmente como Brejo do Louro. A coluna de aproximadamente meio metro de água fez com que ocorresse o acúmulo de restos de plantas, formando uma camada turfosa sobre um substrato arenoso classificado como espodossolo (Santos *et al.*, 2004). Espécies vegetais do entorno foram coletadas para análises isotópicas e mostram atualmente a presença de plantas C<sub>3</sub> arbustivo-arbóreas e algumas herbáceas C<sub>3</sub> como *Rhynchospora gigantea* (-27,78‰) e *Fuirena umbellata* (-26,65), mas também Poaceae com valor isotópico de planta C<sub>4</sub>, como *Andropogon bicornis*, (-13,29). A datação Carbono-14 entre 104 - 102 cm foi de ~33.400 anos cal. A.P. e de ~7300 entre 22 - 20 cm. A base do testemunho apresentou altos valores de Carbono Orgânico Total (COT), em média de ~11% entre 123 e 82 cm. Este valor se tornou relativamente menor entre 82 e 20 cm, de ~3%, e aumento para ~35% de 20 cm até o topo. Análises palinológicas e isotópicas indicaram o domínio de espécies arbustivo-arbóreas entre 102 - 104 cm (~33.400 anos cal A.P.) até 52 - 50 cm, com representantes de Anacardiaceae, Symplocos, Ilex, Myrtaceae, Melastomataceae/Combretaceae, valores de  $\delta^{13}\text{C}$  entre -27 e -29 ‰ e C/N com valor médio de 55, indicando ambiente úmido com predomínio de plantas terrestres C<sub>3</sub>. Entre 52 - 50 cm e 16 - 14 cm a palinologia indicou a presença das espécies herbáceas, representadas por Asteraceae, Poaceae e Cyperaceae, e a análise de fitólitos revelou a presença de gramíneas C<sub>4</sub> (Bartzen, 2014). Os valores isotópicos de  $\delta^{13}\text{C}$  ficaram entre -24 e -28‰, e C/N de ~23, indicando um provável período mais úmido do que o anterior, com abertura da vegetação arbustivo-arbórea, ocupação predominante das espécies herbáceas C<sub>3</sub> e a presença de plantas C<sub>4</sub>. Entre 16 - 14cm até o topo, provavelmente se estabeleceram as condições de umidade atuais do Brejo do Louro, com a presença da coluna d'água e formação de turfa. A palinologia mostra a presença do gênero *Typha* no local, popularmente conhecidas como taboas. Valores isotópicos de  $\delta^{13}\text{C}$  variam entre -26 e -29 e C/N médio de 16. A dinâmica da vegetação registrada no Brejo do Louro pode ser melhor compreendida através dos estudos de formação de Espodossolos em outras regiões do Brasil (Dubroeuq & Volkoff, 1998) e nesta mesma região (Buso Jr., 2015). A elevação do lençol freático até próximo a superfície torna a região alagável, propício ao desenvolvimento de uma vegetação composta basicamente por ervas (C<sub>3</sub>) e alguns arbustos adaptados a estas condições e possivelmente turfa. Ao mesmo tempo, a formação de horizontes espódicos compactos favorecem a retenção de água, fazendo com que se estabeleça uma coluna d'água constante.



#### Agradecimentos

Programa FAPESP de Pesquisas sobre Mudanças Climáticas Globais (PFPMCG-FAPESP) projeto temático (2011/00995-7), projeto de doutorado FAPESP (2013/15768-1) e CNPQ (470210/2012-5, 405060/2013-0, 114443/2014-9).

#### Referências

- Bartzen, B. T. (2014) Evolução holocênica da comunidade vegetal do Nativo do Flamengo e do Brejo do Louro (Reserva Natural Vale – Linhares): contribuições da análise fitolítica. 28p. Trabalho de Iniciação Científica do curso de Agronomia, Universidade Estadual do Oeste do Paraná.
- Buso Jr., A. A. (2015) Dinâmica dos Espodosolos, da vegetação e do clima durante o Quaternário tardio na região nordeste do estado do Espírito Santo. 164p. Tese de Doutorado, Programa de Pós Graduação em Ciências. Centro de Energia Nuclear na Agricultura, Universidade de São Paulo.
- Dubroeuq, D. & Volkoff, B. (1998) From oxisols to spodosols and histosols: evolution of the soil mantles in the Rio Negro basin (Amazônia). *Catena*, Amsterdam, v. 32, p. 245-280.
- Rizzini, C. T. (1997). Tratado de fitogeografia do Brasil. Rio de Janeiro: Âmbito Cultural, 747 p.
- Santos, R. D. Dos; Araújo, W. S.; Claessen, M. E. C.; Paula, J. L.; Souza, J. L. R.; Perez, D. V.; Souza, J. S. (2004) Levantamento expedito dos solos das reservas florestais de Linhares e Sooretama no estado do Espírito Santo. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 66 p. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 49).



## REGISTRO PALINOLÓGICO DE *CLUSIA LANCEOLATA* CAMBESS NO PARQUE NACIONAL DA RESTINGA DE JURUBATIBA, RIO DE JANEIRO, BRASIL, DURANTE O HOLOCENO MÉDIO

Cynthia Fernandes Pinto da Luz<sup>1</sup>, Cynthia Lebrão<sup>1,2</sup>, Marcia Aguiar de Barros<sup>3</sup>, Felipe Mesquita de Vasconcellos<sup>4</sup>, Claudia Gutterres Vilela<sup>5</sup>, Ortrud Monika Barth<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Núcleo de Pesquisa em Palinologia - Instituto de Botânica; <sup>2</sup>Mestrado do Programa de Pós-graduação em Biodiversidade Vegetal e Meio Ambiente; <sup>3</sup>Laboratório de Palinologia, Departamento de Geologia - Universidade Federal do Rio de Janeiro; <sup>4</sup>Núcleo de Pesquisas em Ecologia e Desenvolvimento Social de Macaé (NUPEM), Departamento de Ensino - Universidade Federal do Rio de Janeiro; <sup>5</sup>Laboratório de Análise Micropaleontológica, Departamento de Geologia - Universidade Federal do Rio de Janeiro.

No Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba (Figura 1), maior sistema de restinga em Unidade de Conservação no Brasil, localizado no norte fluminense, é encontrada a formação Arbustiva Fechada que é caracterizada por uma vegetação com arbustos tortuosos de médio a grande porte e, a formação Arbustiva Aberta, que apresenta moitas de diferentes dimensões separadas por espaços essencialmente arenosos ou por uma vegetação herbácea (Araújo *et al.*, 1998). Aventa-se que a existência de moitas esteja relacionada a eventos marinhos transgressivos e regressivos responsáveis pela formação de cristas de cordões arenosos e depressões com influência direta do lençol freático, o que selecionou as espécies de acordo com suas preferências ambientais. Hipóteses para a instauração das moitas consideram também uma possível influência histórica por pisoteio do gado e pela exploração indígena pré-histórica de madeira, o que teria provocado a fragmentação das matas. Espécies dominantes na formação Arbustiva Aberta geralmente pertencem a Arecaceae (*Allagoptera arenaria*), *Clusia* e Ericaceae. Pelo conhecimento atual no Estado do Rio de Janeiro, moitas dominadas por *Clusia lanceolata* Cambess (Figura 2) ocorrem somente ao sul no município de Maricá, não ocorrendo no litoral norte fluminense (Araújo, 2000). Objetivando-se verificar as mudanças temporais na vegetação foi coletado um testemunho JURUT1 de 1,5m próximo à barra da Lagoa Comprida (22°16'52" S, 41°39'22" O). O tratamento palinológico teve como base a metodologia padrão para sedimentos do Quaternário, com introdução de pastilhas de *Lycopodium clavatum* (Ybert *et al.*, 1992), com algumas modificações, como uso do banho ultrassônico, sem adição de ácidos fluorídrico e clorídrico. Os resultados indicaram alta concentração de diatomáceas marinhas, correspondendo a uma possível submersão costeira a partir de 6.140 +/- 40 anos AP (7.046 +/- 116 cal anos AP), dentro do primeiro evento transgressivo do Holoceno, possibilitando a formação de uma paleolaguna. Posteriormente as diatomáceas desapareceram do depósito devido aos muitos alagamentos de água doce no entorno (antes de 6090 +/- 40 anos AP - 6.939 +/- 91 cal anos AP). A formação Arbustiva Aberta com a presença de *Clusia lanceolata* já ocorria na área e predominou até 5.710 +/- 40 anos AP (6.489 +/- 81 cal anos AP), próximo ao topo do testemunho (Figura 3). O registro polínico desta espécie durante o período analisado poderia indicar maior amplitude em seu limite de distribuição do que o atual e, que as restingas na costa do Rio de Janeiro poderiam estar distribuídas mais ou menos de forma contínua, como sucede hoje entre as restingas dos Estados do Espírito Santo e Bahia.

### Referências

- Araújo, D.S.D., Scarano, F.R., Sá, C.F.C, Kurtz, B.C., Zaluar, H.L.T., Montezuma, R.C.M. & Oliveira, R.C. 1998. Comunidades vegetais do Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba. In: Esteves, F.A. (eds.). Ecologia das Lagoas Costeiras do Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba e do município de Macaé (RJ). NUPEM/UFRJ, Macaé, p.39- 62.
- Araújo, D.S.D. 2000. Análise florística e fitogeográfica das restingas do Estado do Rio de Janeiro. Tese de Doutorado, Programa de Pós Graduação em Ecologia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.
- Ybert, J.P.; Salgado-Labouriau, M.L.; Barth, O.M.; Lorscheitter, M.L.; Barros, M.A.; Chaves, S.A.M.; Luz, C.F.P.; Ribeiro, M.B.; Scheel, R. & Vicentini, K.F. 1992. Sugestões para padronização da metodologia empregada em estudos palinológicos do Quaternário. Boletim do Instituto Geológico, 13: 47-49.





## ARCHAEOPALYNOLOGICAL EVIDENCE OF THE EXPLOITATION OF *ELAEIS GUINEENSIS* IN MOTAKO, SOUTHERN NIGERIA, AFRICA

Cynthia Fernandes Pinto da Luz<sup>1</sup>, Kingsley Chinedu Daraojimba<sup>\*2</sup>, Jeanne Cordeiro<sup>3</sup>, Marcia Aguiar de Barros<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Núcleo de Pesquisa em Palinologia - Instituto de Botânica, São Paulo, Brazil. [cyluz@yahoo.com.br](mailto:cyluz@yahoo.com.br); <sup>2</sup>Department of Archaeology and Anthropology - University of Ibadan, Nigeria, Africa; <sup>\*</sup>Project coordinator, Ph.D Thesis; <sup>3</sup>Laboratório de Arqueologia Brasileira, Rio de Janeiro, Brazil; <sup>4</sup>Laboratório de Palinologia - Departamento de Geologia - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Brazil.

Archaeopalynology refer to the palynological study of human impact on the environment, as agent of vegetation change. Pollen analyses of many archaeological sites were performed and demonstrated that human-caused changes in pollen diagrams rather than causes such as climate. Pollen analysis of sediment deposits from a refuse mound in Motako (lat. 7° 16' 15" N and 7° 18' 15" N, long. 4° 17' 20" E and 4° 18' 20" E), southwestern Nigeria, Africa, was carried out as an aspect of a multi-faceted study of the Motako area. The purpose of the study was to provide insights into the nature of the environment and the plants that the Motako people may have exploited, in the light of modern ethnobotanical data (Sowunmi & Awosina, 1991). This information will provide a clue to human-environment relationships in the area and an understanding of how the people of the area may have exploited their environment over time. Twelve soil samples collected from different layers of the northern wall of an excavated refuse mound of 120cm depth were subjected to standard pollen preparation treatment (Faegri & Iversen, 1989). Pollen and spores were counted alongside charcoal particles. Palynomorphs counted per subsample ranged between 215 (80-74 cm) and 3462 (23-17 cm), while charcoal particles ranged between 280/cm<sup>3</sup> (110-103 cm) and 17/cm<sup>3</sup> (4-0 cm). The charcoal, fungal and fern spores were excluded from the pollen sum but expressed as a percentage of the pollen sum. TILIA and TILIAGRAPH software were used for illustration of the pollen and spore data calculations (Grimm, 1987). The zonation of the pollen record is based on marked changes in the pollen assemblages. Twenty-eight pollen types were identified and categorized into the following phyto-ecological groups: Secondary Forest, Montane Forest, Guinea Lowland Rainforest, Fresh Water Swamp Forest (monolete ferns and *Pteris* sp), Open Vegetation, Sedge (Cyperaceae), Wide Distribution, Exotic (*Chromolaena odorata*) and Fungal spores. Three pollen zones were delineated (Figure 1). Data obtained showed high values of Amaranthaceae, *Elaeis guineensis* and fungal spores throughout the samples. Zone I from which a date (100-110cm) of the last sixty years was obtained marked a period of intense burning activity and an era of active life of the people. The high charcoal values are associated with a corresponding opening of the vegetation (Amaranthaceae, *E. guineensis* and Poaceae) and emergence of secondary forest. *Elaeis guineensis* ("dendezeiro", "oil palm") plays an important role in the domestic economy of the people of Motako: the palm oil is extracted and sold to buyers as a source of livelihood likewise the palm wine. Its oil is also used for making soap. It is common that native forest areas are devastated by fire creating conditions suitable for the oil palm to thrive. The high percentage of charcoal in the lower part of the zone I and the subsequent increase of *E. guineensis* indicates the occurrence of rudimentary burning techniques related to clearing land preparatory for plant cultivation but not necessarily the oil palm itself (Sowunmi, 1999). The reduction of charcoal percentages at upper part in this zone, coupled with the increase of Amaranthaceae pollen type (plants that predominate in highly disturbed areas by human activities) confirms this hypothesis. In this zone was identified the pollen of *Borreria occymoides* and *Talinum triangulare* used as medicinal herb and as food, respectively. Zone II maintains the trend of prevalence of Amaranthaceae (Open Vegetation) associated with percentage reduction in *E. guineensis* in the graphics. The presence of *Podocarpus* pollen grains, whose dispersion is anemophilous and does not occur today in the region, indicates the existence of air currents, enabling its transport to the archaeological site. In this zone is also observed the presence of *Chromolaena odorata* pollen grains, mainly used for the treatment of malaria. Being exotic, its occurrence suggests their planting for medicinal use. The predominance of Open Vegetation persists to Zone III, with an increase in the percentage of *E. guineensis* and decline of the Amaranthaceae pollen grains. The increase





## O PAPEL DO VULCANISMO NA VARIABILIDADE DO MODO ANULAR SUL NO PERÍODO INDUSTRIAL DADO POR MODELO DO SISTEMA TERERSTRE

Luciana F. Prado<sup>1</sup>, Ilana Wainer<sup>1</sup>

<sup>1</sup>*Departamento de Oceanografia Física – Instituto Oceanográfico – Universidade de São Paulo.*

O Modo Anular Sul (SAM) (Jones & Widmann, 2004; Gillett *et al.*, 2006) representa o padrão dominante da variabilidade climática do Hemisfério Sul (27% da variância explicada no campo de geopotencial em 850 hPa, Thompson & Wallace, 2000). É caracterizado por uma estrutura na forma de dipolo zonalmente simétrica de anomalias de pressão sobre o continente antártico e áreas adjacentes em latitudes médias, e desta forma pode ser observada nos campos de pressão atmosférica ao nível do mar e também de geopotencial (Figura 1). Apesar de ser fortemente controlado pela dinâmica interna da atmosfera, seu padrão pode também ser identificado na variabilidade do oceano e gelo marinho por afetar o cinturão de ventos de oeste, e consequentemente a temperatura de superfície do mar, transporte de Ekman, fluxos ar-mar de calor e fluxos de água doce (Gupta & England, 2006). A variabilidade do SAM pode impactar na circulação oceânica e gelo marinho desde a escala de dias a semanas (Aoki, 2002; Hughes *et al.*, 2003), até a escala interanual ou centenária (Hall & Visbeck, 2002). Embora a existência do SAM se deva a processos internos na atmosfera (Limpasuvan & Hartmann, 2000), existem evidências de que a variabilidade do SAM seja sensível à forçantes externas (Gupta & England, 2006). De acordo com Codron (2005), a forma e a dinâmica do SAM podem ser modificadas por mudanças, mesmo que pequenas, do estado básico. O autor sugere que os padrões observados de variabilidade dominantes no clima presente podem não ser considerados “estacionários” nos climas do passado e do futuro. Desde a década de 1980 observa-se tendência à fase positiva do SAM associada com anomalias de baixa pressão sobre a Antártica e anomalias de alta pressão sobre todo o Oceano Austral. Hall & Visbeck (2002) relacionam o sinal positivo persistente do SAM com a intensificação dos ventos de oeste em superfície sobre o oceano circumpolar (60°S), e com o enfraquecimento destes ventos em latitudes mais baixas. Essa tendência positiva no sinal do SAM é atribuída ao aumento na concentração de gases do efeito estufa na atmosfera e também à diminuição do ozônio estratosférico (Arblaster & Meehl, 2006; Abram *et al.*, 2014). Além disso, os resultados de Kuroda & Shibata (2006) apontam a persistência do SAM no verão como resposta à anomalia de ozônio na baixa estratosfera que é produzida pela modulação da circulação na estratosfera no final do inverno na condição de alta atividade solar. Quanto ao vulcanismo, seus efeitos sobre a circulação do Hemisfério sul ainda não foram totalmente explicados. Karpechko *et al.* (2010) encontraram resposta significativa na primavera austral e outono nos anos seguintes às erupções do El Chichón (1982) e do Pinatubo (1991), consistente com a fase positiva do SAM. Por outro lado, Marshall (2003) encontrou uma resposta negativa para o SAM à forçante vulcânica. Dadas as inconsistências nos resultados encontrados até então, torna-se imprescindível investigar o impacto de variações nas forçantes externas no comportamento do SAM em climas passados, assim como caracterizar o SAM no clima atual. Aqui iremos apresentar resultados preliminares para impactos do vulcanismo sobre a variabilidade do SAM no período de 1850 a 2005, por meio de saídas de simulações numéricas com o modelo National Center for Atmospheric Research – Community Earth System Model versão 1 (NCAR-CESM1). Tais simulações consistem de experimentos nos quais o vulcanismo foi aplicado como a única forçante externa (variabilidade solar, concentração de gases estufa e de ozônio estratosférico foram mantidas constantes). Isso possibilita a comparação com o experimento controle, no qual as forçantes externas acima citadas foram aplicadas, e assim determinar o papel do vulcanismo na variabilidade do SAM.

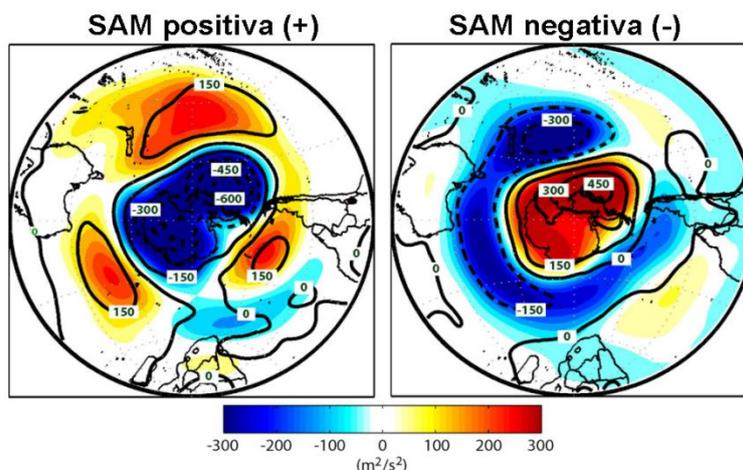


Figura 1. Composições de anomalias de pressão ao nível do mar (linhas, Pa) e geopotencial a 500 hPa (cores,  $m^2/s^2$ ) durante o inverno (JJA) para o Modo Anular Sul (SAM), fases positiva (à esquerda) e negativa (à direita). Modificado de Nieto *et al.* (2014).

### Referências

- Abram, N.J., Mulvaney, R., Vimeux, F., Phipps, S.J., Turner, J., & England, M.H. 2014, Evolution of the Southern Annular Mode during the past millennium, *Nature Climate Change*, 4, 564 – 569.
- Aoki, S. 2002, Coherent sea level response to the Antarctic Oscillation, *Geophysical Research Letters*, 29 (20), 1950.
- Arblaster, J.M., & Meehl, G.A. 2006, Contributions of external forcings to southern annular mode trends, *Journal of Climate*, 19, 2896-2905.
- Codron, F. 2005, Relation between Annular Modes and the Mean State: Southern Hemisphere Summer. *Journal of Climate*, 18, 320 – 330.
- Gillet, N.P., Kell T.D., & Jones, P.D. 2006, Regional climate impacts of the Southern Annular Mode. *Geophysical Research Letters*, 33, L23704.
- Gupta, A.S. & England, M.H. 2006, Coupled Ocean-Atmosphere-Ice Response to Variations in the Southern Annular Mode. *Journal of Climate*, 19, 4457 – 4486.
- Hall, A. & Visbeck, M. 2002, Synchronous Variability in the Southern Hemisphere Atmosphere, Sea Ice, and Ocean Resulting from the Annular Mode. *Journal of Climate*, 15, 3043 – 3057.
- Hughes, C.W., Woodworth, P.L., Meredith, M.P., Stepanov, V., Whitworth III, T., & Pyne, A. 2003, Coherence of Antarctic sea levels, Southern Hemisphere Annular Mode, and flow through Drake Passage, *Geophysical Research Letters*, 30 (9), 1464.
- Jones, J.M. & Widmann, M. 2004 Early peak in Antarctic oscillation index, *Nature*, 432, 290-291.
- Karpechko, A.Y., Gillet, N.P., Dall'Amico, M. & Gray L.J. 2010, Southern Hemisphere atmospheric circulation response to the El Chichón and Pinatubo eruptions in coupled climate models. *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society*, 136, 1813 – 1822.
- Kuroda, Y. & Shibata, K. 2006, Simulation of solar-cycle modulation of the Southern Annular Mode using a chemistry-climate model. *Geophysical Research Letters*, 33, L05703.
- Limpasuvan, V. & Hartmann, D.L. 2000, Wave-Maintained Annular Modes of Climate Variability. *Journal of Climate*, 13, 4414 – 4429.
- Marshall, G.J. 2003, Trends in the Southern Annular Mode from Observations and Reanalyses. *Journal of Climate*, 16, 4134 – 4143.
- Nieto, R., Castillo, R., & Drumond, A. 2014, The modulation of oceanic moisture transport by the hemispheric annular modes, *Frontiers in Earth Science*, 2, 11, 12 pp.
- Thompson, D.W. & Wallace, J.M. 2000, Annular Modes in the Extratropical Circulation. Part I: Month-to-Month Variability. *Journal of Climate*, 13, 1000 – 1016.



## CARACTERIZAÇÃO HIDROLÓGICA E SEDIMENTOLÓGICA DO ESTUÁRIO DO RIO CUÑANI, AMAPÁ: RESULTADOS PRELIMINARES

João Paulo Ferreira da Silva<sup>1</sup>, Valdenira Ferreira dos Santos<sup>2</sup>, Alberto Garcia de Figueiredo Jr.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Laboratório de Geologia Marinha – Programa de Pós-graduação em Dinâmica dos Oceanos e da Terra - Universidade Federal Fluminense. <sup>2</sup>Instituto de Pesquisas Científicas e Tecnológicas do Estado do Amapá- Núcleo de Pesquisas Aquáticas- NuPAq.

O Rio Cuñani está inserido no Domínio Norte da Planície Costeira do Estado do Amapá e forma um dos poucos estuários que desembocam diretamente no Oceano Atlântico em uma extensa praia (Figura 1A). Situa-se no macrocompartimento do golfo amazônico e mesmo centrado neste, possui características contrastantes com as do Rio Amazonas, considerado o maior em descargas líquida e sólida, com 209.000 m<sup>3</sup>/s e 108 ton/dia, respectivamente (Filizola, 1999). Possui, de seu alto curso (nas proximidades da Comunidade do Carnot) até a foz, aproximadamente 80 Km de extensão, com meandros ocorrendo em toda sua extensão. Dados de descarga líquida foram coletados em duas campanhas (abril e agosto de 2014) com auxílio de um ADCP (*Acoustic Doppler Current Profiler*) da empresa *RDI instruments Teledyne* com frequência de 600 KHz. Na campanha de abril, a coleta foi realizada em um único ponto, adjacente à vila *Cuñani*. Em agosto, as medições foram efetuadas em quatro pontos. Nos pontos 01 e 02 foram efetuados 10 transectos em cada ponto. Os pontos 03 e 04 seguiram a metodologia proposta para locais afetados pela ação da maré, onde efetua-se medições ao longo de todo um ciclo semidiurno, 13 horas (WMO, 2010). Promoveu-se, também, o acompanhamento da frente salina, utilizando-se um salinômetro digital e um CTD *RINKO Profiler* da empresa *JFE Advantech Co*. Foram obtidas 143 amostras de sedimento utilizando uma draga do tipo *van Veen*, a cada 1 km com duas amostras em cada ponto, uma na margem direita e outra no canal do rio. Notou-se, em uma primeira análise dos dados de vazão no ponto próximo a Foz do Rio, uma velocidade de fluxo maior no período de maré de enchente como também, que este evento é de menor duração do que o de maré de vazante, classificando o estuário, segundo Masselink & Hughes (2003), como um sistema importador de sedimento. Pode-se constatar que, mesmo com a influência da maré chegando a 28 km da foz, a frente salina não ultrapassa os 13 km e uma análise do gráfico de salinidade em função da profundidade e distância (Figura 1B), que o estuário pode ser classificado, quanto a estratificação da salinidade, como parcialmente misturado tendendo a verticalmente homogêneo. Observou-se, também, a existência de salinidade intersticial nas amostras de argila coletadas no leito do Rio, a qual tem o decaimento de gradiente na direção jusante-montante. Essas análises, juntamente com a amostragem de sedimentos do leito, forneceram subsídios para o entendimento da hidrodinâmica e a sedimentação recente no leito do Rio *Cuñani*.

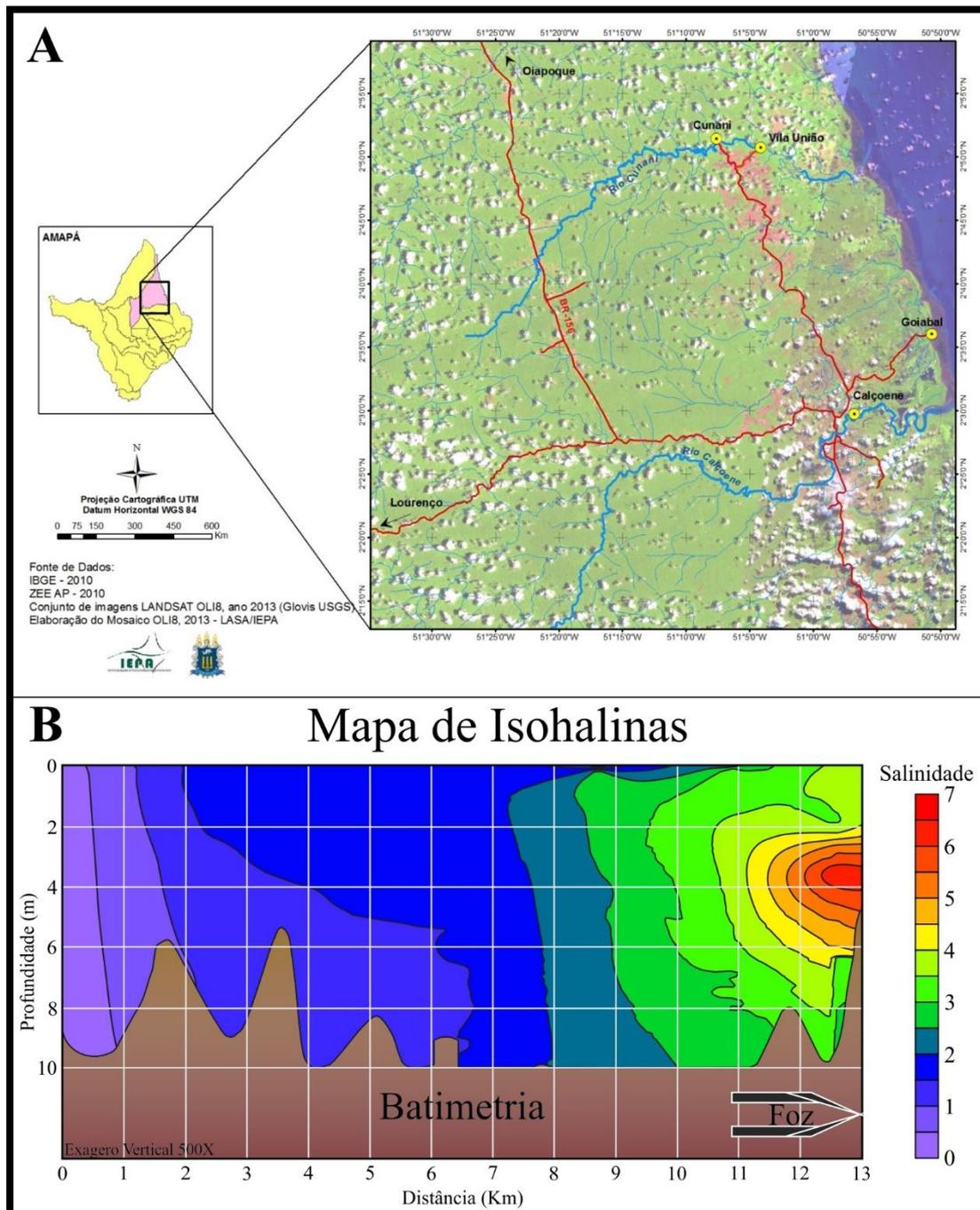


Figura 1: A) Mapa de localização da área de estudo; e B) Gráfico de salinidade em função da profundidade e distância.

### Referências

- Filizola, N. 1999. O fluxo de sedimentos em suspensão nos rios da Bacia Amazônica brasileira. ANEEL, Brasília, 63 p.
- Masselink, G. & Hughes, M. 2003. An introduction to coastal processes and geomorphology. Hodder & Stoughton, London, 354 p.
- Silveira, OFM da. 1998. A Planície costeira do Amapá: dinâmica de ambiente costeiro influenciado por grandes fontes fluviais quaternárias. Tese de Doutorado, Universidade Federal do Pará, 215 f.
- WORLD METEOROLOGICAL ORGANIZATION (WMO). 2010. Manual on stream gauging: fieldwork, WMO-No. 1044, 2010. v. 1: p 1.5-54.



## THE *ORLA PROJECT*: ANALYSIS FROM THE PERSPECTIVE OF INTEGRATED COASTAL MANAGEMENT

João Luiz Nicolodi<sup>1</sup>, Marcia Regina de Oliveira<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Laboratório de Oceanografia Geológica LOG - Instituto de Oceanografia IO – Universidade Federal de Rio Grande - FURG.

<sup>2</sup>Ministério do Meio Ambiente – Gerência Costeira – GERCO.

As regards management of coastal and marine areas, the "Orla (Seashore) Project" is one of the government's main actions in progress in Brazil. Created in 2001, under the National Coastal Management Program (GERCO) by the Ministry of the Environment (MMA), the Orla Project consists of a concerted action between MMA and the Secretariat of National Heritage (SPU) meant to optimize planning of coastal areas of national property, and bring together environmental, urban, and national heritage policies. The accumulated experience of ten years since the project's creation is a review, from a legal standpoint, of the coastline situation, identifying the Orla Project's main contributions to Brazilian coastal zone management. This study also attempts to identify and address the main barriers to accomplishing the targets set by the Executive Branch for this part of the Brazilian territory. The *Orla* Project has introduced a systematic planning of local actions to share management of this territory by incorporating environmental and urban standards to the regulatory policy on the use of marine land and its surroundings, to make it a more inclusive process of allocating resources and making decisions. It is therefore a strategic policy that contributes to evaluate decisions for the fulfillment of the social and environmental role of the seashore. Its actions are based on methodologies supported by landscape evaluation fundamentals, geomorphologic dynamics, as well as coast use and occupation dynamics, considering scenarios where planning tools are applied to the use of the soil for seashore management. Its area covers 17 states and over 300 seafront municipalities. The major goal of Integrated Coastal Management is to contribute to sustainable development and utilization of coastal and ocean areas and their biological resources. ICM is a dynamic, multidisciplinary, iterative and participatory process to promote sustainable management of coastal and ocean areas balancing environmental, economic, social, cultural and recreational objectives over the long-term. ICM employs a comprehensive method of planning and managing human activities within a defined coastal or ocean area, taking into account the relevant ecological, social, cultural and economic dimensions and the interactions between them. Ideally, an ICM program should operate within a closely integrated and coherent management framework within a defined geographical limit (Chua, 1993). Cicin-sain & Knecht (1998) proposed a conceptual model where the integrated coastal management is a "continuous and dynamic process by which decisions are made aimed at sustainable use, development and protection of coastal and marine areas and their resources." Although such concepts are grounded, the reality is that in practice the political and administrative actors hardly stick to this sequence established in the cycle of coastal management. The fact that the real political processes do not correspond to theoretical model does not necessarily indicate that the model is inadequate to explain these processes, but emphasizes its character as an instrument of analysis (Frey, 2000). The project *ORLA* is part of the ICM Brazilian politics, and as such can be evaluated in this context. Although the policy of ICM is well outlined in Brazil, its effectiveness is very small. An analysis performed by Nicolodi and Zamboni (2008) reveals that few are the management tools actually implemented and with effective results in the country. Moreover, the application of ICM policies are not priorities among state governments. These factors have led the Project *ORLA* to occupy - in some states - the institutional space of the coastal management and policy, not only confusing the decision makers, but also the social actors involved in the issue. The existence of integrated management instruments for the coastal zone and its institution as a legal rule can contribute for the establishing of sustainable politics of preservation, development and the socio-cultural patrimony guarantee. But it cannot be considered, however, a sufficient condition. Politics that include society effective participation and define clear strategies and evident benefits seem to have more conditions of success (Jablonski and Filet, 2008). In this context, there is no doubt that the most important step to complete the project *ORLA* management cycle, as a public policy, is the implementation of the actions of Integrated Coastal Management Plans.



Otherwise, the project is bound to be just another public action with a beginning, middle and no end. This challenge refers to the very federative pact regarding the cooperation of the three levels involved, ie, a shared responsibility. Another key action is the final insertion of the demands from the Project *ORLA* on the agenda of the Ministry of Cities, especially in Master Plans of coastal municipalities. Development standards of the Coastal Zone, especially the shoreline, should result from the integration of economic, social and environmental dimensions, reflecting the different interests and needs of the social groups living in the coastal area. In this concept, the use of national property located in the Coastal Zone should be integrated into the PNGC, in view of its role in setting general rules on the environmental management of the Coastal Zone, particularly the coastline, and in establishing state and municipal policies, plans, and programs. This restores national property's socio-environmental functions, by determining conditions for different uses and activities that occur in the area. The *Orla* Project puts a special focus on coastal areas owned or kept by the Nation. The decentralized model proposed for coastal management follows the federative agreement, involving principles and action procedures, the performance of which is based on National Coordination bodies (MMA and MPOG), State Coordination bodies (Superintendence of National Heritage/SPU and the State Environmental Office), and Municipal Coordination bodies (town halls), as agencies that promote inter-governmental and inter-institutional dialogue, backed by joint bodies at the three levels. This is meant to encourage the deployment of a network of partnerships aimed at intervening whenever necessary for the common use of this area, with environmental and territorial planning, and a clear separation of tasks among all parties. In ten years of the ongoing *Orla* Project, a few points need to be fine-tuned: some of them due to the accumulated experience gained through applying the methodology in about 80 municipalities, and others due to the political-institutional situation which tends to change with the passing of time.

Some of these points deserve a mention: the resumption of the Project at the municipalities involved, with the review of the Coastline Management Plans; the definition of ways to support the actions proposed in the Management Plans; the greater effectiveness of State Technical Commission activities; and the follow-up on Local Management Committees. Another crucial point is local mobilization and action validation (community involvement and participatory processes) which need to be more effective. Notwithstanding specific problems, particularly the deployment of actions defined by Management Plans, the *Orla* Project can be considered a good government action, as it has mobilized thousands of Brazilian citizens around its goals, and is a consolidated project, with a validated, broadly applied, methodology, in its ten years of existence. Among the major issues about the execution of the project *ORLA*, stands out the lack of implementation of the Integrated Coastal Management Plans actions, the low capacity of state and municipal governments in carrying out the goals outlined in the project, the lack of continuity of government, and the total lack of priority given to integrated coastal management by public administration, whether federal, state or municipal. It is up to the public authorities to encourage the search for solutions to remove barriers to full Project *Orla* implementation, by promoting more political negotiations among the three government levels, as well as with organized civil society and other active stakeholders in this part of the Brazilian territory.

#### Referências

- Chua, T. E. 1993. Essential elements of integrated coastal management. *Ocean & Coastal Management*, 21: 81-108.
- Cicin-Sain, B. and Knecht, R. W. 1998. *Integrated Coastal and Ocean Management: Concepts and Practices*. Island Press.
- Frey, K. 2000. Políticas públicas: um debate conceitual e reflexões referentes à prática da análise de políticas públicas no Brasil". *Planejamento e Políticas Públicas*, 21: 211-259.
- Jablonski, S., Filet, M. 2008. Coastal management in Brazil – A political riddle. *Ocean & Coastal Management*, 51: 536–543.
- Nicolodi, J.L., Zamboni, A. 2008. *Macrodiagnóstico da Zona Costeira e Marinha do Brasil*, 242p. Ministério do Meio Ambiente, Secretaria de Mudanças Climáticas e Qualidade Ambiental. Brasília. DF, Brasil. ISBN: 9788577381128.



## ANALYSIS OF THE BRAZILIAN COAST VULNERABILITY: AN INTEGRATED METHODOLOGY PROPOSED

João Luiz Nicolodi<sup>1</sup>, Rafael M. Pettermann<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Laboratório de Oceanografia Geológica LOG - Instituto de Oceanografia IO – Universidade Federal de Rio Grande - FURG.  
<sup>2</sup>DataGeo LTDA.

This study is a contribution to this knowledge, as it defines the vulnerability level of the Brazilian coastal zone based on a combination of environmental, social, and technological standards set forth in Macrodiagnóstico da Zona Costeira e Marinha (MDZCM) by the Ministry of the Environment in 2008. Low-lying, densely populated, socially underprivileged regions with intricate technological networks are the most vulnerable and require a prioritized integrated action from policymakers. Throughout the entire country, several areas were rated as vulnerable or highly vulnerable, particularly the metropolitan regions of Belém, capitals of the Northeast, Rio de Janeiro, and Santos. Its potential to cause economic and social impacts is considerable, as it directly affects standards of living of coastal populations. This challenge can only be overcome through integrated actions taken by various sectors of society and supported by a deep knowledge of current and expected scenarios. The MDZCM diagnosed the main aspects on the Coastal and Marine Zone, mostly the changes in the energy policy, which led to a considerable increase in oil drilling, development, and extraction in this part of the territory, particularly after the state monopoly was broken up. The current and potential dimensions of the urban-manufacturing facilities and their interaction with other activities also went into this diagnosis, which included information on infrastructure, household and industrial wastewater, and toxic elements present in coastal municipalities, among others. The sources are identified by geographic type of receiving bodies (estuaries, bays, beaches, etc.). By combining a broad array of information, environmental hazard figures were generated which, in turn, measure threats to the living standards of Coastal and Marine Zone populations. Locations with a flooding potential, social risk potential, and technological risk potential could thus be identified (Nicolodi & Zamboni, 2008.)

This paper attempts to identify, based on data generated by MDZCM, the regions in the Brazilian coastal zone most vulnerable to the effects of climate change and thereby provide support for a thorough assessment of the country's vulnerability. According to IOC (2009) proposed methodology, five stages are necessary to make national and regional climate change adaptation plans: 1) Identifying and quantifying the hazards; 2) Measuring vulnerability; 3) Assessing the risk; 4) Enhancing awareness and preparedness; 5) Mitigating the risk. This study addresses stages 1 and 2, which are the basis of the necessary knowledge to define the other stages. Information generated by MDZCM was used to prepare the overview map on the vulnerability of the Brazilian coastal zone with relation to natural risk, social risk, and technological risk. To the crossing of such results were added spatial information on population dynamics, geomorphology, use and occupation of the Exclusive Economic Zone (EEZ) and biodiversity. In all cases, specific geoprocessing routines were resorted to, along with IDRISI and ARCGIS 9 software. The analysis scale of the issues addressed in MDZCM and the vulnerability analyses of the coastal zone proposed by this paper is 1:1,000,000. This scale corresponds to the scope of the area of study and enables practically all existing map bases to be included in the analysis context. Figure 1 illustrates the method used and shows the vulnerability map of Salvador, Bahia region. The Coastal Zone is the most dynamic geographical area in the country, since the time when the country was a colony of Portugal, and connections from structural centers directed internal flows directly to seaports, next to which the first urban centers were established (Moraes, 1999.) The analysis of the combination between a likely unchanging tendency of this scenario in the near future and the context of global climate changes, points inevitably to the importance of undertaking a realistic coastal management, with priority actions, and human and financial resources. Knowing about the mesoregions more or less vulnerable to the impacts of the direct effects of climate change is essential for the public authorities to make their decisions. These effects are directly linked to three major types of causes, defined in this paper as natural risk, social risk, and technological risk. The combination of these concepts, when applied to the national



territory have enabled the definition of the five levels of vulnerability used, illustrating the scene presented as a challenge to be faced by integrated coastal management in Brazil, especially in the current context of climate change.

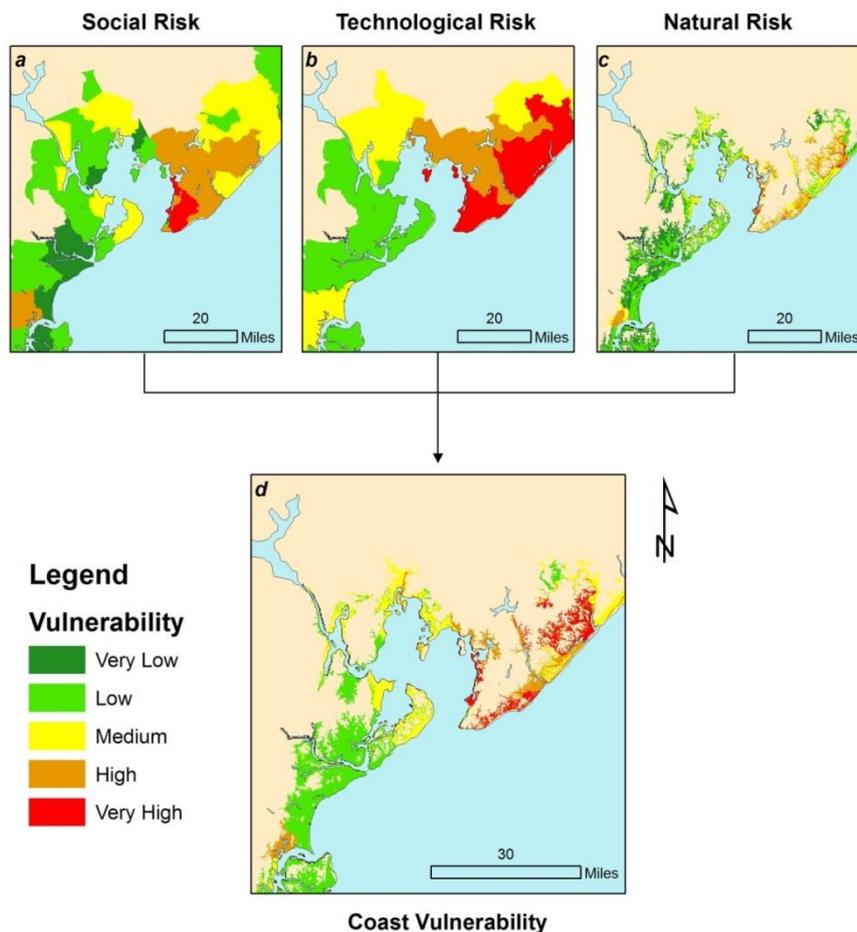


Figure 1. The spatial crossing made between the three risk types: (a) Natural Risk; (b) Social Risk; and (c) Technological Risk. The result is shown by (d) Coast vulnerability, obtained by simple average.

#### Referências:

- Nicolodi, J.L. & Zamboni, A. 2008. Gestão Costeira. Pp. 213-241. In. Macrodiagnóstico da Zona Costeira e Marinha do Brasil. 2008. Ministério do Meio Ambiente. Brasília. 242p.
- IOC – Intergovernmental Oceanographic Commission. 2009. Hazard awareness and risk mitigation in integrated coastal area management. United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (UNESCO). Paris. 143p.
- Moraes, A. C. R. 1999. Contribuições para a gestão da zona costeira do Brasil: elementos para uma geografia do litoral brasileiro. São Paulo: Hucitec/Edusp. 229p.



## MAPEAMENTO DE SENSIBILIDADE AO ÓLEO DA BACIA MARÍTIMA DE PELOTAS

João Luiz Nicolodi

<sup>1</sup>Laboratório de Oceanografia Geológica LOG - Instituto de Oceanografia IO – Universidade Federal de Rio Grande - FURG.

O cenário da exploração de petróleo na costa e plataforma continental brasileira vive momento de acelerada expansão, sendo que o manuseio de equipamentos de extração e transporte de óleo de instalações marinhas (offshore) e costeiras provoca uma demanda por instrumentos de planejamento, prevenção e medidas mitigadoras. A Lei 9.966/00 atribuiu ao MMA a responsabilidade na identificação, localização e definição dos limites de áreas ecologicamente sensíveis com relação à poluição causada por derramamento de óleo e outras substâncias nocivas ou perigosas em águas sob jurisdição nacional. A partir desta Lei, o Ministério do Meio Ambiente (MMA) vem empreendendo esforços no sentido de normatizar e implementar as medidas necessárias. Neste contexto de estratégia nacional de contingência a derramamentos de hidrocarbonetos, encontram-se as Cartas de Sensibilidade ao Óleo (Cartas SAO), instrumentos oficiais para orientação à resposta em caso de acidentes. Em 2001 o MMA, em conjunto com o IBAMA e em parceria com a ANP, publicou as "Especificações e Normas Técnicas para Elaboração de Cartas de Sensibilidade a Derramamentos de Óleo nas Águas Jurisdicionais Brasileiras" (MMA, 2007), com objetivo de padronizar e orientar a confecção dos referidos mapeamentos. As cartas SAO atendem a todos os níveis de derramamentos de óleo: de descargas pequenas a grandes e em áreas oceânicas remotas até áreas costeiras e estuarinas. Além das cartas, o banco de dados geográfico (BDG) é o principal produto gerado a partir do mapeamento, na atualização e o acesso às informações e orientação de ações de monitoramento. As Cartas SAO constituem um componente essencial e fonte de informação primária para o planejamento de contingência e avaliação de danos em casos de derramamento de óleo. Ademais, as Cartas SAO representam uma ferramenta fundamental para o balizamento das ações de resposta a vazamentos de óleo, na medida em que, ao identificarem aqueles ambientes com prioridade de preservação e as eventuais áreas de sacrifício, permitem o correto direcionamento dos recursos disponíveis e a mobilização mais eficiente das equipes de proteção e limpeza. De acordo com a tendência mundial, a responsabilidade pela elaboração de cartas de sensibilidade é dos órgãos governamentais. A Bacia de Pelotas, com área de 210.000 km<sup>2</sup> abrangendo toda a costa gaúcha e se estendendo até o sul de Florianópolis, está sendo mapeada no contexto das cartas SAO em projeto coordenado pelo Laboratório de Oceanografia Geológica da FURG em parceria com o Centro de Estudos de Geologia Costeira e Oceânica (CECO) e Centro de Estudos Costeiros, Limnológicos e Marinhos - CECLIMAR - UFRGS. Os detalhes do projeto podem ser observados em << [www.saopelotas.furg.br](http://www.saopelotas.furg.br) >>. Destaca-se no âmbito deste trabalho diversas pesquisas que vem sendo desenvolvidas de forma paralela ao objetivo principal, que é a definição da sensibilidade dos ambientes ao óleo. Todas elas decorrem da aplicação do método oficial do MMA, onde são encontradas particularidades e discrepâncias metodológicas inerentes à bacia de Pelotas e que são tema de monografias, dissertações de mestrado e teses de doutorado. Alguns pontos são relevantes: 1 – A definição de ambientes quanto ao grau de exposição à energia hidrodinâmica no Lago Guaíba e Lagoa dos Patos no contexto do Índice de Sensibilidade Ambiental do Litoral (ISL). Tal tema é relevante uma vez que o método oficial foi desenvolvido para regiões de mar aberto, consideradas expostas e de alta energia. A Bacia de Pelotas tem como característica marcante o complexo lagunar Patos-Guaíba, onde se encontram praias abrigas ou semi-expostas de energia baixa ou moderada, mas que em função do *fetch* do vento podem apresentar situações de alta energia (Martins, 2013). 2 – A determinação da influência de sangradouros na sensibilidade ao óleo das praias arenosas do RS. Tema que necessita ser abordado, uma vez que sangradouros são feições geomorfológicas típicas da planície costeira do RS e sul catarinense, podendo as mesmas potencializar a distribuição de uma mancha de óleo em função das condições hidrodinâmicas atuantes. Tal processo pode levar a contaminação de ambientes como pequenas lagoas e áreas úmidas adjacentes às dunas frontais (Baroni, 2014). 3 – Criação de metodologia



específica para Índice de Sensibilidade ao Óleo em Ambientes Fluviais, com aplicação prática à região do Polo Petroquímico de Triunfo e do Delta do Jacuí, RS (Wally & Nicolodi, 2014). 4 - Variações espaciais e sazonais da permeabilidade do óleo em praias arenosas do RS, dada a intensa variação sedimentológicas das praias fluviais, lacustres, lagunares e costeiras da bacia de Pelotas. 5 – Análise de aspectos sedimentares da bacia de pelotas e sua contextualização com o índice de sensibilidade litorânea. Tal estudo aborda questões específicas relativas a granulometria dos ambientes e sua relação com o ISL, uma vez que amostras polimodais e até mesmo bimodais podem não estar representadas corretamente nos índices de sensibilidade oficiais do MMA (Marques & Nicolodi, 2014). 5- Utilização de técnicas de análise multicritério para elaboração de Cartas de Sensibilidade Ambiental ao Óleo, as quais permitem a utilização de ferramentas específicas de SIG para a definição de sensibilidade de áreas e não somente linhas. 6 - Integração de parâmetros geomorfológicos e biológicos no desenvolvimento de uma nova proposta de índice de sensibilidade do litoral (ISL). Talvez seja esta a maior incongruência do método de avaliação de sensibilidade ao óleo proposto pelo MMA, uma vez que embora a metodologia oficial considere informações biológicas e socioeconômicas no escopo do mapeamento, tais dados não entram na composição final do índice. Tal fator pode levar a análises incompletas, como por exemplo, na comparação entre praias com características morfodinâmicas e hidrodinâmicas semelhantes, mas com acentuadas diferenciações nos aspectos biológicos (nidificação de alguma espécie vulnerável, por exemplo). Em ambos os casos, tais praias receberiam a mesma classificação de ISL (Marinho *et al.*, 2013). O Atlas da Bacia Marítima de Pelotas e seu respectivo conjunto de cartas operacionais, táticas e estratégica será lançado no início de 2016 e sua publicação, trarão ganhos significativos no planejamento de ações de resposta a incidentes com óleo, bem como no planejamento estratégico da zona costeira gaúcha e catarinense.

#### Referências:

- Baroni, E. 2014. Determinação da influência de sangradouros na sensibilidade ao óleo das praias arenosas do RS. 65p. Monografia. Instituto de Oceanografia – IO. Universidade Federal de Rio Grande – FURG.
- Marinho, C.; Nicolodi, J. L.; Machado, M.I.C.S. 2013. Avaliação do Índice de Sensibilidade do Litoral (ISL) no âmbito das Cartas SAO: Identificação de lacunas e proposição de variáveis biológicas em sua composição. In: 7º Congresso brasileiro de pesquisa e desenvolvimento em petróleo e gás. Aracaju. Anais Associação Brasileira de Pesquisa e Desenvolvimento em Petróleo e Gás, v. 1.
- Marques, V. C., Nicolodi, J. L. 2014. Análise das heterogeneidades granulométricas da Bacia de Pelotas e sua contextualização com o Índice de Sensibilidade do Litoral. In: 10º Simpósio Nacional de Geomorfologia, Manaus. Anais do X Simpósio Nacional de Geomorfologia. Rio de Janeiro: UGB, v. 1.
- Martins, K. A. 2013. Definição de ambientes quanto ao grau de exposição à energia hidrodinâmica no Lago Guaíba e Lagoa dos Patos no contexto do Índice de Sensibilidade Ambiental do Litoral (ISL). 51p. Monografia. Instituto de Oceanografia – IO. Universidade Federal de Rio Grande – FURG.
- Ministério do Meio Ambiente - MMA (2007). Especificações e Normas Técnicas para Elaboração de Cartas de Sensibilidade Ambiental para Derramamentos de Óleo. Ministério do Meio Ambiente, Secretaria de Mudanças Climáticas e Qualidade Ambiental, Gerência de Qualidade Costeira e do Ar. 107p.
- Wally, M. K., Nicolodi, J. L. 2014. Metodologia para índice de sensibilidade ao óleo em ambientes fluviais, aplicado à região do Polo Petroquímico de Triunfo e Delta do Jacuí, RS. In: Rio Oil and Gas, 2014, Rio de Janeiro. Anais. Instituto Brasileiro de Petróleo e Gás IBP. v. 1. p. 112-116.



## DELIMITAÇÃO DAS UNIDADES GEOAMBIENTAIS DO LITORAL CEARENSE A PARTIR DA INTERPRETAÇÃO DE ORTOFOTOS E DADOS LIDAR

Sousa, Alex da S.; Rodrigues, Carina de S.; Guerra, Julio B.; Silva, Angelica dos S.; Renk, Jennifer F.C.; Santos, Andre L. de P.<sup>1</sup>; Correia, Luiz J. de A.<sup>2</sup>; Horn Filho, Norberto O.<sup>3</sup>; Freire, George S.S.<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Geoambiente Sensoriamento Remoto LTDA –São José dos Campos/SP. <sup>2</sup>Superintendência Estadual do Meio Ambiente – SEMACE. <sup>3</sup>Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC. <sup>4</sup>Universidade Federal do Ceará – UFC

O desenvolvimento econômico e a demanda turística levaram a uma crescente exploração das especificidades paisagísticas do litoral cearense. Nesse sentido, destaca-se a importância da elaboração de um Zoneamento que direcione uma exploração sustentável dessas áreas e que possibilite a preservação da dinâmica costeira natural. Para a elaboração de um Zoneamento adequado é necessário um levantamento prévio do meio natural e antrópico para uma adequada compreensão do espaço, criando subsídios que norteiem as diretrizes e parâmetros para a ocupação ordenada e manejo sustentável do solo e dos recursos naturais dessas áreas. Assim, dados como mapeamentos de uso e cobertura do solo atualizados e das Unidades Geoambientais de maior destaque na paisagem são de grande importância. Nesse sentido, a Superintendência Estadual do Meio Ambiente (SEMACE) e a Geoambiente Sensoriamento Remoto Ltda. iniciaram a reestruturação da cartografia do Zoneamento Ecológico-Econômico de 2006. Essa reestruturação tem como parte de seu escopo a delimitação das Unidades Geoambientais por meio de um mapeamento através da interpretação de ortofotos de alta resolução espacial (0,2 e 0,35 m) e Modelos Digitais de Terreno e de Superfície (MDT e MDS) gerados a partir de dados LiDAR (*Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation*), com resolução espacial de 0,5m e precisão altimétrica de 0,5m. O sistema LiDAR é uma tecnologia desenvolvida para adquirir dados digitais de elevação do terreno com grande produtividade e rapidez, oferecendo uma alternativa para os levantamentos *in situ* com métodos convencionais (que demandam muito tempo e tem um alto custo por ponto adquirido) e para as técnicas de mapeamento fotogramétrico. O mapeamento abrange toda a extensão do litoral cearense em escala de 1:10.000, e, tem por finalidade subsidiar as tomadas de decisão da SEMACE, no que tange ao licenciamento ambiental das áreas litorâneas. O desenvolvimento do mapeamento foi dividido em três etapas: 1) fotointerpretação; 2) trabalhos de campo; e 3) adequação e ajustes finais. A primeira etapa consiste na interpretação correlacionada das ortofotos de alta resolução com as informações geradas a partir do MDT (tais como: clinografia, hipsometria, relevo sombreado e curvas de nível), tendo como produto os mapas das Unidades Geoambientais. Na segunda etapa, é efetuada a validação em campo dos insumos gerados através de visitas orientadas em todo o litoral pela equipe do projeto (especialistas da Geoambiente, SEMACE e consultores). Na terceira etapa os mapas de Unidades Geoambientais são refinados e ajustados a partir das informações geradas em trabalho de campo. Segundo a Legislação vigente, as Unidades Geoambientais representam uma porção do território com elevado grau de similaridade entre as características físicas e bióticas, podendo abranger diversos tipos de ecossistemas com interações funcionais e forte interdependência. A identificação destas Unidades é fundamental para a elaboração de um Zoneamento adequado, além de um importante instrumento para o licenciamento ambiental. Inicialmente, as classes de Unidades Geoambientais foram sistematizadas e agrupadas de acordo com sua gênese e dinâmica. Para isso foram considerados os ambientes Litorâneo, Eólico, Fluvial/Lagunar e Continental. No ambiente Litorâneo têm-se as classes Praia, Terraço Marinho e Planície Fluviomarina, que possuem influência marinha direta em sua gênese e dinâmica. No ambiente Eólico, destacam-se as Dunas Frontais, Dunas Móveis, Dunas Fixas, Superfície de Deflação Ativa, Superfície de Deflação Estabilizada, Depressão/Lagoa Interdunar e Eolianito, que têm influência da ação eólica em sua dinâmica. Esse ambiente pode ser dividido em dois grupos: o de acumulação e o deflacionário. No primeiro grupo estão as classes de Dunas e Eolianitos. No grupo deflacionário estão as Depressões/Lagoas Interdunares e as Superfícies de Deflação, observando que essas constituem extensas faixas deflacionárias entre a linha de praia e o campo de acumulação e podem ser subdivididas em Superfície de Deflação Ativa, que em geral associa-se a Dunas Móveis, e Superfície de Deflação

Estabilizada, normalmente associada a dunas mais estabilizadas. No ambiente Continental estão as Superfícies de Aplainamento (Depressão Sertaneja), Tabuleiro Pré-Litorâneo e classes de Relevos Residuais, que estão individualizados em Platô Chapada do Apodi, Colinas Dissecadas e Morros Baixos, Morros Elevados, Alinhamento Serrano. Estão sendo mapeadas também as unidades de Falésia, Rochas de Praia (*beachrocks* e recife de arenito), Estrutura Tecnogênica (espigões, molhes, portos, etc), Ponta e Plataforma de Abrasão. As Falésias são as rupturas abruptas causadas por influência marinha. As Rochas de Praia são formações rochosas de origem marinha, desenvolvidas em ambientes de praia pretérita. As Estruturas Tecnogênicas são representadas para demonstrar as interferências mais significativas do homem na paisagem. As Pontas são as deflexões abruptas na linha de costa, e as Plataformas de Abrasão são residuais de rochas encontrados no ambiente de Praia, em geral associados ao Tabuleiro Pré-Litorâneo. Destaca-se na figura abaixo um exemplo da interpretação e delimitação das classes citadas no município de Paracuru-CE (Figura 1).

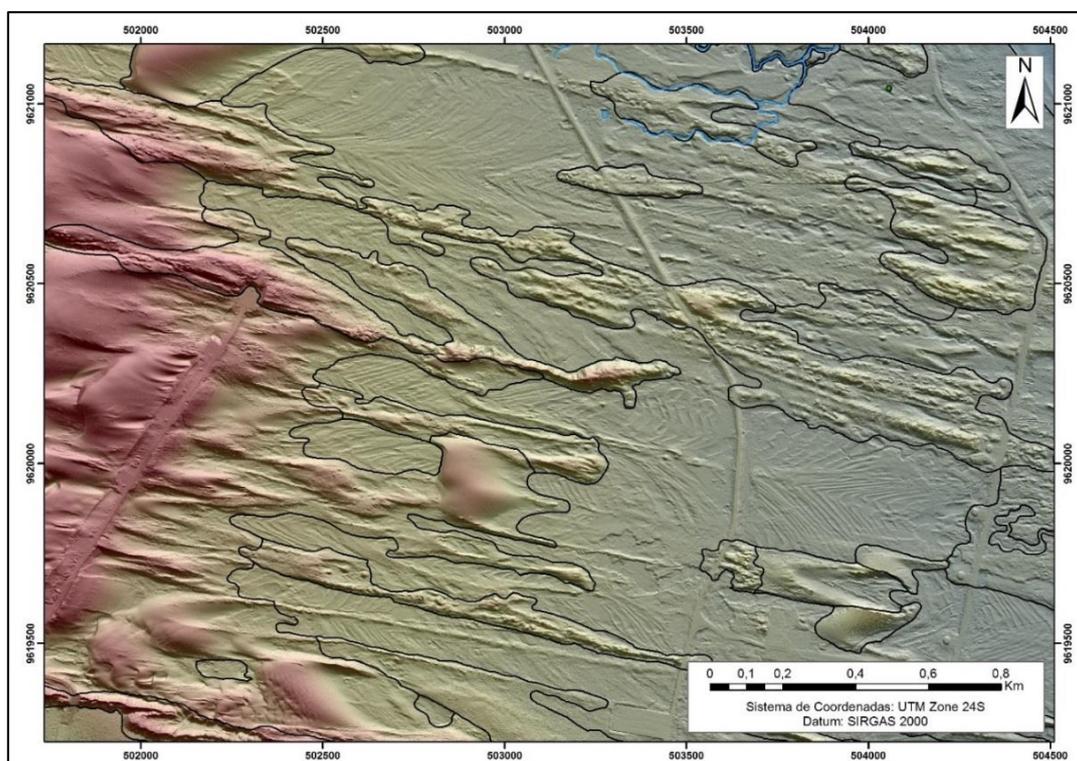


Figura 1. Exemplo de interpretação e delimitação das Unidades Geoambientais no município de Paracuru-CE.

Ao final do mapeamento dos vinte e três municípios a SEMACE terá em mãos um importante subsídio para o gerenciamento territorial do litoral cearense.

#### Referências

- Bezerra, L.J.C. 2009. Caracterização dos Tabuleiros Pré-litorâneos do Estado do Ceará.  
CPRM. 2014. Geodiversidade do estado do Ceará. Programa Geologia do Brasil. Levantamento da Geodiversidade. Escala 1:750.000.  
Dantas, M. E.; Shinzato, E.; Brandão, R. L.; Freitas, L. C. & Teixeira, W. G. no prelo. Origem das paisagens do Estado do Ceará. In: Brandão, R. L. & Freitas, L. C. (Eds.). Geodiversidade do Estado do Ceará, CPRM – Serviço Geológico do Brasil, Fortaleza/CE.  
Guerra, A.T. 2009. Novo dicionário geológico-geomorfológico/ Antônio Teixeira Guerra e Antônio José Teixeira Guerra 7ªed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil.  
Ross, J.L.S. 1992. O registro cartográfico dos fatos geomorfológicos e a questão da taxonomia do relevo in: Revista do Departamento de Geografia, FFLCH-USP, São Paulo.



## ESTUDO DOS MORFOTIPOS DO GÊNERO *GEPHYROCAPSA* (ALGA COCOLITOFORÍDEA)

Tarine Silveira<sup>1</sup>, Adriana Leonhardt<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Núcleo de Oceanografia Geológica / Instituto de Oceanografia - IO; Universidade Federal do Rio Grande – FURG

Cocolitoforídeos são algas protistas, que vivem na zona fótica dos oceanos, em diferentes salinidades e temperaturas, sendo cosmopolitas. São também uns dos principais microfósseis utilizados em trabalhos paleoceanográficos. O gênero *Gephyrocapsa* apresenta a característica de se apresentar circular ou subcircular portando uma abertura central transpassada por uma barra ou crista situada no escudo distal. A barra é formada por duas placas encontrando-se na região central (Perch-Nielsen, 1985; Bollmann, 1997). Espécies de *Gephyrocapsa* estão presentes em todos os oceanos e são comumente dominantes tanto em populações planctônicas quanto em assembléias fósseis (Bollmann, 1997). O gênero *Gephyrocapsa* costuma ser bastante abundante em sedimentos quaternários, e vários estudos já foram realizados sobre as mudanças morfológicas ocorridas em seus cocólitos ao longo de gradientes ambientais. Bollmann (1997) analisou amostras holocênicas globalmente distribuídas, e encontrou uma correlação significativa entre os parâmetros morfológicos medidos nos cocólitos de *Gephyrocapsa* e os gradientes ambientais. As análises estatísticas revelaram seis associações morfológicas distintas (Figura 1). A aplicabilidade dos morfotipos de *Gephyrocapsa* está comprometida pelo fato de que as descrições e fotografias destes são feitas ao microscópio eletrônico de varredura (MEV). No Brasil (e em muitos países) a análise quantitativa da assembleia fóssil é feita ao microscópio óptico (MO) petrográfico, gerando imagens muito distintas das observadas ao MEV. Este estudo pretende melhorar a aplicabilidade dos cocolitoforídeos como um *proxy* em paleoceanografia fornecendo uma correspondência entre as imagens dos morfotipos de *Gephyrocapsa* geradas pelas diferentes microscopias. Foram utilizados sedimentos holocênicos de quatro testemunhos da porção *offshore* da Bacia de Pelotas. As amostras foram preparadas por dissolução e pipetagem, e secas sobre lâminas em placa aquecedora. As amostras destinadas à análise ao MO foram seladas com adesivo óptico e recobertas com lamínulas. As amostras destinadas à análise ao MEV foram recobertas com ouro. Em cada amostra, 60 cocólitos foram medidos, fotografados e classificados em morfotipos, com base no comprimento maior do cocólito e no ângulo de inclinação de sua barra central. As amostras analisadas ao MEV e as amostras analisadas ao MO foram correlacionadas a partir da proporção de morfotipos encontradas. A estatística soma de quadrados foi utilizada. A correlação encontrada foi considerada baixa (0,57). Portanto, infelizmente não parece possível reconhecer com segurança os morfotipos de *Gephyrocapsa* ao MO. Isso se dá pela diferença de imagem obtida nos dois tipos de microscopia. O MEV apresenta imagens claras dos cocólitos, possibilitando uma perfeita medição de comprimento e ângulo. No MO, as imagens correspondem à refração da luz nos cristais dos cocólitos, dificultando as medições, principalmente do ângulo. Assim, recomendamos o uso de morfotipos mais simples (baseados apenas no diâmetro do cocólito de *Gephyrocapsa*) em pesquisas realizadas ao MO. [FAPERGS 1676 12 -3]

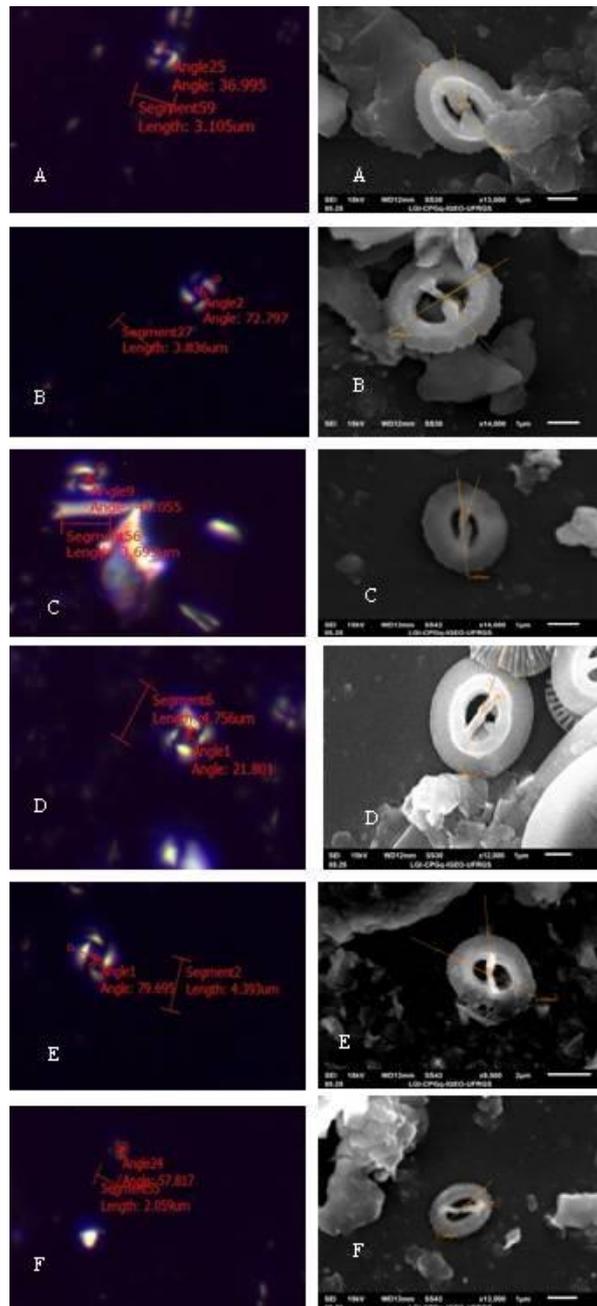


Figura 1: Imagem do Microscópio óptico e Microscópio eletrônico de varredura, mostrando a diferença de imagens, e os seis diferentes morfotipos: **A:***Gephyrocapsa* Oligotrófica; **B:***Gephyrocapsa* Equatorial; **C:***Gephyrocapsa* Transicional; **D:***Gephyrocapsa* Cold; **E:***Gephyrocapsa* Larger; **F:***Gephyrocapsa* Minute.

#### Referências

- Perch-Nielsen, K. 1985. Cenozoic calcareous nannofossils. In: Bolli, H. M.; Saunders, J. B. and Perch-Nielsen, K. (Ed.): Plankton stratigraphy. Cambridge: Cambridge University Press, p. 329-426.
- Bollmann, J. 1997. Morphology and biogeography of *Gephyrocapsa* coccoliths in Holocene sediments. *Marine Micropaleontology* 29 319-350.



## BUSCANDO UMA INTERPRETAÇÃO PARA O DEPÓSITO SEDIMENTAR HOLOCÊNICO NA AMAZÔNIA OCIDENTAL (LAGOA DA PATA) PELA RAZÕES ISOTÓPICAS DE Sr E Nd: RESULTADOS PRELIMINARES

Juliana de Sousa Nogueira<sup>1</sup>, Heitor Evangelista da Silva<sup>1</sup>, Claudio de Morisson Valeriano<sup>2</sup>, Carla Cristine Aguiar Neto<sup>2</sup>, Renato Campello Cordeiro<sup>3</sup>, Luciane Silva Moreira<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Laboratório de Radioecologia e Mudanças Globais (LARAMG) - Instituto de Biologia Roberto Alcântara Gomes (IBRAG) – Universidade do Estado do Rio de Janeiro. <sup>2</sup>Laboratório de Geocronologia e Isótopos Radiogênicos (LAGIR) - Faculdade de Geologia - Universidade do Estado do Rio de Janeiro. <sup>3</sup>Departamento de Geoquímica, Universidade Federal Fluminense

Este trabalho propõe a utilização das razões dos isótopos radiogênicos  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  e  $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$ , em amostras de testemunho de sedimento lacustre da Lagoa da Pata, NW do Amazonas, a fim de investigar as variações latitudinais da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) durante o Holoceno. A ZCIT é um dos mais importantes sistemas meteorológicos atuantes dos trópicos (Ferreira, 1996; HU *et al.*, 2007), com reconhecida influência sobre a precipitação nos continentes africano, americano e asiático, sendo decisiva na caracterização das diferentes condições de tempo e de clima em diversas áreas da Região Tropical (Ricklefs, 2010). Sua posição varia ao longo do ano e das décadas, estando posicionada mais ao Norte durante o verão boreal e mais ao Sul durante o verão austral (Hu *et al.*, 2007). Essas variações afetam drasticamente o volume de chuvas em muitos países equatoriais, influenciando na definição de temporadas secas e úmidas dos trópicos (Ricklefs, 2010). A poeira mineral possui um papel crítico nos ciclos biogeoquímicos, nos processos climáticos e na saúde humana (Ben-Ami *et al.*, 2010; Bristow *et al.*, 2010) e podendo ser transportada através do globo pelas correntes aéreas, afetando as vidas, os ecossistemas e o clima a longas distâncias de sua fonte emissora (Engelstaedter *et al.*, 2006). A maioria das regiões fontes de poeira estão localizadas em baixas latitudes, no braço descendente das células de Hadley (ex: Sahara, Arábia e Namíbia), existindo ainda algumas estão em latitudes temperadas (Desertos da Mongólia e China) e no Sul da América do Sul (Argentina e áreas áridas dos Andes) (Grousset & Biscaye, 2005). Estudos geoquímicos de poeira na atmosfera são importantes não somente para caracterizar um evento único na atmosfera, mas também para a reconstrução paleoclimática sobre o período geológico (Kohfeld & Harrison, 2001). A poeira continental transportada pela atmosfera pode ser usada como *proxy* de circulação atmosférica e servir como fonte de informação sobre o clima da área emissora (Grousset *et al.*, 1992; Delmonte *et al.*, 2004; Aarons *et al.*, 2013). Grousset & Biscaye (2005) defendem a utilização de isótopos, como os de estrôncio e neodímio, como importante marcador de fonte de poeira mineral. Para este trabalho, foi analisado o testemunho LPT V-09 de sedimento lacustre da Lagoa da Pata ( $0^{\circ}16'55.00''\text{N}$ ;  $066^{\circ}40'48.00''\text{W}$ ), de 118 cm, com idades até 7573 cal yr. A Lagoa da Pata (LP), localizada no Morro dos Seis Lagos, alto Rio Negro (AM), é parte integrante de um dos mais remotos sistemas lacustres da Amazônia, caracterizada pelo alto grau de isolamento continental, baixo impacto humano e ausência de drenagem, por sua localização sobre um morro de ~300m de altitude, destacado da planície de ~80m. Sua localização privilegiada permite o estudo da dinâmica temporal da ZCIT, pois, dependendo da estação do ano, esta zona pode se encontrar a norte ou na mesma latitude que a LP. Foi feito, através de pesquisa bibliográfica, um banco de dados de razões de  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  e  $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$  das possíveis fontes emissoras de poeira. O testemunho foi fatiado (1 cm) e datado pelo método de C-14. Para este trabalho foram analisadas, através de espectrometria por termoionização (TIMS), dez amostras representativas do testemunho. As análises foram realizadas no Laboratório de Geocronologia e Isótopos Radiogênicos – LAGIR/UERJ. Também foi feita uma análise mensal das trajetórias de massas de ar (HYSPLIT) que chegam à LP durante os últimos dez anos de maneira a parametrizar essa dinâmica no passado. Foi observado que nos meses em que a ZCIT está ao Sul (Dez-Abr) as massas de ar partem quase que exclusivamente do Norte da África. Já quando a ZCIT se desloca para o Norte, essas massas de ar passam a ter origens na América do Sul e Atlântico Sul. Os resultados analíticos obtidos revelam forte influência do corpo intrusivo carbonatítico que hospeda a LP, com altos teores de Nd e Sr, e razões isotópicas juvenis. Razões relativamente mais altas de Sr indicam uma possível proveniência da Patagônia e dos terrenos vulcânicos andinos da Argentina e Chile. Observando as trajetórias de massas de ar, podemos ver que somente nos meses de Maio, Julho e Agosto



a LP recebe influência desta região, correspondendo ao período do ano no qual a ZCIT encontra-se no seu máximo ao Norte. Sabe-se que durante o Médio Holoceno (~5.5 ky), a ZCIT apresentava uma posição mais ao Norte que a média atual (Haug *et al.*, 2001). A consequência é uma forte seca na América do Sul, em especial na região Amazônia, evidenciada, por exemplo, pelo baixo nível dos lagos (Mayle & Power, 2008). Sendo assim, acredita-se que as fontes emissoras que mais influenciavam a LP durante esse Período tenham sido aquelas vindas do Sul da América do Sul, explicando o motivo das razões isotópicas das amostras da LP se aproximarem daquelas para a "Argentina + Chile + Patagônia". A razão isotópica de Nd se demonstrou como a variável resposta que melhor diferenciou a assinatura das diferentes regiões, assim foi avaliada, paralelamente, sua variação ao longo do tempo. Percebe-se que o valor médio de  $\epsilon Nd$  possui valor mais alto antes do Holoceno Médio e diminui ao longo do tempo. Após esse Período, a ZCIT migrou mais ao Sul, permitindo que massas de ar vindas da África pudessem alcançar a LP, como indica o modelo obtido por HYSPLIT. Acredita-se a diminuição do valor médio de  $\epsilon Nd$  após esse Período seja indicativo da chegada de material particulado de outra origem, como norte-africana, de valores mais negativos de  $\epsilon Nd$ . Ao contrário do proposto por Formenti *et al.* (2001), Koren *et al.* (2006), Ben-Ami *et al.* (2010), Bristow *et al.* (2010) e Abouchami *et al.* (2013), os resultados preliminares sugerem uma maior contribuição de material particulado do Sul da América do Sul, comparado à contribuição africana.

#### Referências

- Aarons, S. M., Aciego, S. M., & Gleason, J. D. 2013. Variable HfSrNd radiogenic isotopic compositions in a Saharan dust storm over the Atlantic: Implications for dust flux to oceans, ice sheets and the terrestrial biosphere. *Chemical Geology*, 349-350: 18–26.
- Abouchami, W., Nätke, K., Kumar, A., Galer, S. J. G., Jochum, K. P., Williams, E., Horbe, A. M. C., Rosa, J. W. C., Balsam, W., Adams, D., Mezger, K. & Andreae, M. O. 2013. Geochemical and isotopic characterization of the bodélé depression dust source and implications for transatlantic dust transport to the Amazon basin. *Earth and Planetary Science Letters*, 380: 112–123.
- Ben-Ami, Y., Koren, I., Rudich, Y., Artaxo, P., Martin, S. T., & Andreae, M. O. 2010. Transport of North African dust from the Bodélé depression to the Amazon Basin: A case study. *Atmospheric Chemistry and Physics*, 10(16): 7533–7544.
- Bristow, C. S., Hudson-Edwards, K. a., & Chappell, A. 2010. Fertilizing the Amazon and equatorial Atlantic with West African dust. *Geophysical Research Letters*, 37(14): n/a–n/a.
- Delmonte, B., Basile-Doelsch, I., Petit, J. R., Maggi, V., Revel-Rolland, M., Michard, A., Jagoutz, E. & Grousset, F. 2004. Comparing the Epica and Vostok dust records during the last 220,000 years: Stratigraphical correlation and provenance in glacial periods. *Earth-Science Reviews*, 66(1-2): 63–87.
- Engelstaedter, S., Tegen, I., & Washington, R. 2006. North African dust emissions and transport. *Earth-Science Reviews*, 79(1-2): 73–100.
- Ferreira, N. S. 1996. Zona de convergência intertropical. *Climanalise*.
- Formenti, P., Andreae, M. O., Lange, L., Roberts, G., Cafmeyer, J., Rajta, I., Maenhaut, W., Holben, B. N., Artaxo, P. & Lelieveld, J. 2001. Saharan dust in Brazil and Suriname during the Large-Scale Biosphere-Atmosphere Experiment in Amazonia (LBA) - Cooperative LBA Regional Experiment (CLAIRE) in March 1998. *Journal of Geophysical Research*, 106(D14): 14919.
- Grousset, F. E., & Biscaye, P. E. 2005. Tracing dust sources and transport patterns using Sr, Nd and Pb isotopes. *Chemical Geology*, 222(3-4): 149–167.
- Grousset, F. E., Rognon, P., Coudé-Gaussen, G., & Pédemay, P. 1992. Origins of peri-Saharan dust deposits traced by their Nd and Sr isotopic composition. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 93(3-4): 203–212.
- Haug, G. H., Hughen, K. a, Sigman, D. M., Peterson, L. C., & Röhl, U. 2001. Southward migration of the intertropical convergence zone through the Holocene. *Science (New York, N.Y.)*, 293(5533): 1304–8.
- Hu, Y., Li, D., & Liu, J. 2007. Abrupt seasonal variation of the ITCZ and the Hadley circulation. *Geophysical Research Letters*, 34(18): L18814.
- Koren, I., Kaufman, Y. J., Washington, R., Todd, M. C., Rudich, Y., Martins, J. V., & Rosenfeld, D. 2006. The Bodélé depression: a single spot in the Sahara that provides most of the mineral dust to the Amazon forest. *Environmental Research Letters*, 1(1): 014005.
- Ricklefs, R.E. 2010. *A Economia da Natureza*. Rio de Janeiro, Guanabara Koogan, 503 p.



## CARACTERIZAÇÃO DAS ACUMULAÇÕES DE GÁS RASO NA PLATAFORMA CONTINENTAL INTERNA DO RIO GRANDE DO SUL

Natacha de Oliveira<sup>1</sup>, Jair Weschenfelder<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> Programa de Pós-Graduação em Geociências. <sup>2</sup> Centro de Estudos de Geologia Costeira e Oceânica - Instituto de Geociências - Universidade Federal do Rio Grande do Sul

A ocorrência de gás raso em sedimentos costeiros marinhos, bem como a migração e o escape do mesmo ao ambiente subaquoso ou atmosférico, vêm sendo muito estudados, já que quando em abundância, pode representar um valioso recurso para a indústria de petróleo (Cukur *et al.*, 2013). A relevância do estudo deve-se também ao fato de que a presença de gás pode trazer importantes consequências tanto para as feições geológicas no fundo e sub-fundo marinho, como também para processos biológicos e para a composição química dos oceanos (Judd & Hovland, 2009). Sendo que o seu lançamento pode interferir no ambiente, este ainda pode ajudar a decifrar as mudanças climáticas do passado e entender as modificações do futuro (Anka *et al.*, 2012), sendo que já foi demonstrado a influência da temperatura da água no modo de ocorrência das estruturas gasosas e na sua liberação (Martínez-Carreño & García-Gil, 2013). O gás metano está relacionado à sedimentos finos e altas taxas de matéria orgânica. Havendo matéria orgânica, bactérias metanogênicas e altas taxas de sedimentação, há condições para se criar acumulações, uma vez que o novo sedimento acomodado soterra o metano. Tais acumulações e a migração do fluido podem assumir formas que são detectáveis aos perfiladores sísmicos. A causa do mascaramento do registro sísmico tem sido atribuída à presença de gás intersticial dentro dos sedimentos e em outros casos a detritos de conchas (Acosta, 1984), que absorvem toda energia irradiada pelos sensores mascarando o registro. Neste estudo foram observadas duas linhas sísmicas de alta resolução (3,5 kHz) coletadas no canal e proximidades da desembocadura da Lagoa dos Patos, ao sudeste do estado do Rio Grande do Sul. Nesses registros foram observadas zonas de turbidez acústica e bolsões de gás (Figura 1.A). Na linha L1, coletada no inverno de 2009, um segmento do perfil sísmico foi extraído onde a manifestação de gás é mais evidente. Esta porção apresenta 10 km de comprimento e uma camada sedimentar de ~24,8 m de espessura abaixo de uma coluna de água de aproximadamente 14 m. A zona de turbidez acústica no ponto em que sua espessura é máxima na coluna sedimentar inicia em ~12,8 metros abaixo do fundo marinho e esta mesma ocorrência de topo mais linear apresenta aproximadamente 6 km de largura, sendo antecedida e precedida por ocorrências menores e mais irregulares (Figura 1.B). Na linha L2, amostrada no verão de 2010, também foi extraído um segmento de 6 km de comprimento onde a manifestação de gás em forma de turbidez acústica destacou-se mais. Assim como no primeiro segmento, a camada sedimentar atinge 24,8 m de espessura abaixo de uma coluna de água de aproximadamente 14,2 m. Nesta porção, os pontos de ocorrência de turbidez acústica demonstraram ser mais irregulares, e o ponto onde este tipo de manifestação atingiu maior espessura inicia em ~ 6,8 m abaixo do fundo marinho, logo, esta manifestação gasosa é mais rasa do que a que ocorre no perfil anterior (Figura 1.C). Formas semelhantes a estas apresentadas aqui foram encontradas na Lagoa dos Patos por Weschenfelder *et al.* (2006), que mapearam cortinas de gás e zonas de turbidez acústica em diversos pontos da área estudada. Os autores observaram que os pontos de ocorrência de gás estavam em áreas de sedimento predominantemente fino depositado durante o Quaternário, sugerindo que as concentrações gasosas poderiam ter se originado a partir da degradação da matéria orgânica depositada nos paleoambientes desenvolvidos na lagoa. As ocorrências de gás raso nos registros sísmicos de alta resolução aqui apresentadas estão em uma área moldada principalmente pelos eventos transgressivos e regressivos do Quaternário, onde estágios alternados de exposição e de submersão resultaram no retrabalhamento dos sedimentos e no desenvolvimento de ambientes deposicionais de acordo com as condições ambientais instaladas (Abreu & Calliari, 2005). Além disso, a plataforma continental rasa do RS, em frente à desembocadura da Lagoa dos Patos, pode ser considerada como uma bacia de sedimentação para matéria orgânica transportada através do estuário, setor intimamente ligado com os vales incisivos formados durante os períodos de mar baixo (Weschenfelder *et al.*, 2006; Weschenfelder *et al.*, 2014). Ainda, o clima subtropical da costa sul do

Brasil favorece o desenvolvimento de ambientes altamente produtivos em termos de material orgânico. Uma vez que sedimentos e matéria orgânica através do aporte lagunar adjacente e condições geológicas propícias para formação e acúmulo de gás coexistem, pode-se explicar a atual existência destes bolsões evidenciados pelas zonas de turbidez acústica e a provável origem biogênica do mesmo na plataforma interna do RS.

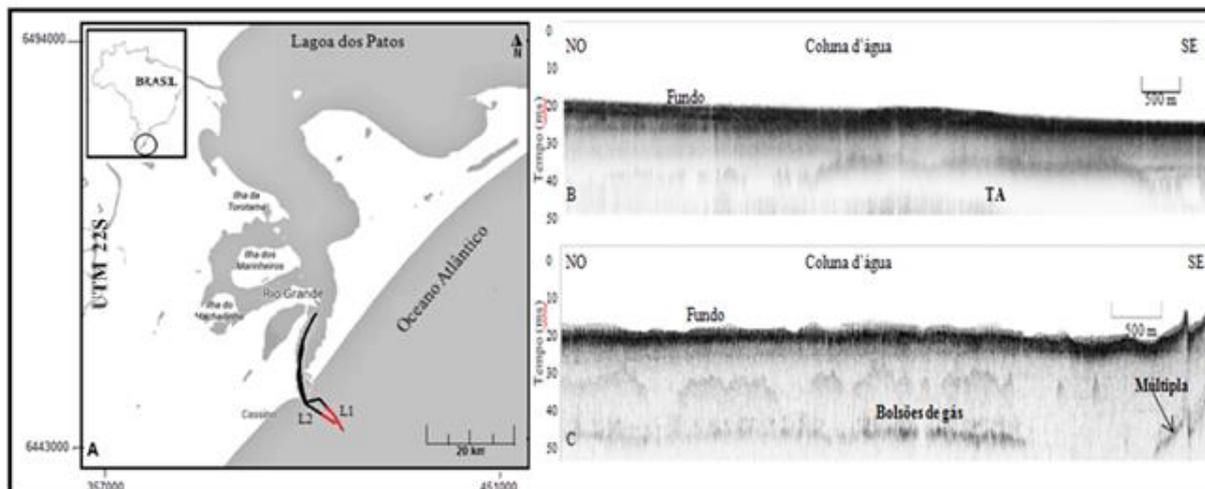


Figura 1. Localização das linhas sísmicas L1 e L2 e os respectivos segmentos analisados em vermelho (A); Representação das manifestações de gás em cada segmento, como a Turbidez Acústica, TA (B) e bolsões de gás (C).

#### Referências

- Abreu, J. & Calliari, L.J. 2005. Paleocanais na plataforma continental interna do Rio Grande do Sul: evidências de uma drenagem fluvial pretérita. *Revista Brasileira de Geofísica*, 23(2): 123-132.
- Acosta, J., 1984. Occurrence of acoustic masking in sediments in two areas of the continental shelf of Spain: Ría de Muros-Noia (NW) and Gulf of Cádiz (SW). *Marine Geology*, 58(3): 427- 434.
- Anka, Z., Berndt, C. & Gay, A. 2012. Hydrocarbon leakage through focused fluid flow systems in continental margins. *Marine Geology*, 332: 1–3.
- Cukur, D., Krastel, S., Tomonaga, Y., Cagatay, M.N. & Meydan, A.F. 2013. Seismic evidence of shallow gas from Lake Van, eastern Turkey. *Marine and Petroleum Geology*, 48: 341 – 353.
- Judd, A. G. & Hovland, M.. 2009. *Seabed Fluid Flow: The impact on the Geology, Biology and Marine Environment*. New York, Cambridge University Press, 492p.
- Martínez-Carreño, N. & Garcia-Gil, S. 2013. The Holocene gas system of the Ría de Vigo (NWSpain): Factors controlling the location of gas accumulations, seeps and pockmarks. *Marine Geology*, 344: 82-100.
- Weschenfelder, J., Baitelli, R., Corrêa, I.C.S., Bortolin, E.C., Santos, C.B., 2014. Quaternary incised valleys in the southern Brazil coastal zone. *Journal of South American Earth Science*, 55: 83-93.
- Weschenfelder, J., Corrêa, I.C.S., Aliotta, S., Pereira, C.M., Vasconcellos, V.E.B., 2006. Shallow gas accumulation in sediments of the Patos Lagoon, Southern Brazil. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 78(3): 607-614.



## EFICIÊNCIA DE ATIVIDADES DE LIMPEZA E A CHEGADA DE LIXO MARINHO: O CASO DE TRÊS PRAIAS DA BAHIA, BRASIL

José R. Souza-Filho<sup>1,2</sup>, Gerson Fernandino<sup>2</sup>, Carla I. Elliff<sup>2</sup>, Gabriela A. Frutuoso<sup>2</sup>, Guilherme Gama<sup>2</sup>,  
João Henrique O. Sousa<sup>2</sup>, Eric V. N. M. da Silva<sup>2</sup>

<sup>1</sup>PARANOÁ – Estudos Costeiros Integrados, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Baiano; <sup>2</sup>NEHMA – Núcleo de Estudos Hidrogeológicos e do Meio Ambiente. Instituto de Geociências, Universidade Federal da Bahia

O lixo marinho, de acordo com Moore & Allen (2000), é encontrado em maiores concentrações nos ambientes costeiros próximos a centros urbanos. Diversos destes centros estão adjuntos a praias, tornando-as expostas ao descarte dos mais variados materiais e fontes, o que, segundo Backhurst & Cole (2000), influencia na concentração desse tipo de poluição em suas imediações. No entanto, pouco se sabe sobre a taxa de entrada de lixo no ambiente praias. O objetivo do presente estudo foi realizar uma análise quali-quantitativa da chegada de lixo marinho em três praias do litoral baiano a partir de atividades de limpeza. Três praias foram selecionadas na costa da Bahia: Taquari (70 km à SW de Salvador), Jauá (40 km à NE de Salvador) e Imbassá (80 km à NE de Salvador) (Figura 1). Os trechos amostrados nessas praias foram selecionados por não serem comumente frequentados por turistas e por não haver atividades regulares de limpeza, evitando a influência desses fatores sobre a quantidade de material depositado na faixa de areia, considerando apenas a chegada e deposição do lixo pela ação dos agentes hidrodinâmicos. Foram delimitados transectos de 500 m de extensão e largura correspondente à distância entre a linha de deixa da última preamar até o início da berma/vegetação de restinga. Todo item de lixo (>2 cm) foi coletado e triado, sendo classificado de acordo com o tipo de material e fontes. A densidade de itens/m<sup>2</sup> foi determinada e as praias foram classificadas quanto ao grau de sujeira utilizando o Clean-Coast Index (CCI), proposto por Alkalay *et al.* (2007). Foram realizadas duas campanhas em 2013 (agosto e novembro), a fim de comparação quanto à eficiência da limpeza e chegada de lixo marinho nesses ambientes. Na primeira campanha em agosto de 2013, 11.583 itens de lixo foram coletados nas três praias: 2.038 em Taquari (0,90 itens/m<sup>2</sup>, CCI = suja), 2.300 em Imbassá (0,43 itens/m<sup>2</sup>, CCI = moderada), e 7.245 em Jauá (3,36 itens/m<sup>2</sup>, CCI = extremamente suja). Plástico representou 95,4% de todo o lixo coletado, seguindo a tendência já constatada por Cheshire *et al.* (2009) para esse tipo de amostragem. Com relação às fontes, a categoria “outras” (referente a múltiplas possíveis fontes ou impossibilidade de identificação) foi predominante em Taquari (53,83%) e Imbassá (45,30%), sendo pouco menor que a categoria “turismo/recreação” somente em Jauá (43,23%). Em novembro de 2013, foram coletados 7.366 itens no total. Em Taquari foram coletados 5.279 itens (1,16 itens/m<sup>2</sup>, CCI = extremamente suja), 953 em Imbassá (0,37 itens/m<sup>2</sup>, CCI = moderada) e 1.204 em Jauá (0,63 itens/m<sup>2</sup>, CCI = moderada). Novamente houve predominância de plástico (93,4%). Nessa campanha, a categoria “turismo/recreação” foi a mais representativa para Taquari (56,24%) e Jauá (46,01%), enquanto “outras” predominou em Imbassá (54,82%). Considerando o número total de itens de lixo marinho coletado nas três praias, foi possível observar uma redução entre uma campanha e outra. No entanto, ao notar o número de itens coletados por praia, percebe-se que a praia de Taquari apresentou um número maior de itens na segunda campanha, passando a ser classificada como extremamente suja, sendo que em agosto havia sido classificada como suja. Além disso, apesar da atividade de limpeza realizada na primeira campanha ter removido completamente o lixo marinho encontrado na área de coleta de cada praia, todas apresentaram uma quantidade relevante de resíduos sólidos, sendo classificadas com sujeira moderada à extremamente suja. Assim, sugere-se que apenas a realização de atividades de limpeza não seja uma estratégia eficiente para o manejo da limpeza de praias. Com relação à diferença encontrada nas possíveis fontes desse lixo marinho, o acréscimo da parcela da fonte “turismo/recreação” poderia indicar um aumento no uso destas praias e adjacências com a chegada da alta estação em novembro. No entanto, é importante considerar também que os itens coletados em agosto de 2013 haviam estado depositados na praia possivelmente há mais tempo que os itens coletados na segunda campanha. Assim, estes itens poderiam ter sofrido maior desgaste por intempéries, fragmentando-se com maior facilidade e impossibilitando a identificação de uma fonte de origem. Todas

as três situações das praias são de fato alarmantes considerando a poluição desses ambientes pelos fatores já supracitados e exigem medidas de conscientização dos usuários, otimização do sistema de saneamento básico e descarte apropriado tendo em vista a manutenção do equilíbrio do ecossistema local e menor poluição do mesmo, especialmente de itens plásticos e de origem desconhecida e de turismo/recreação.

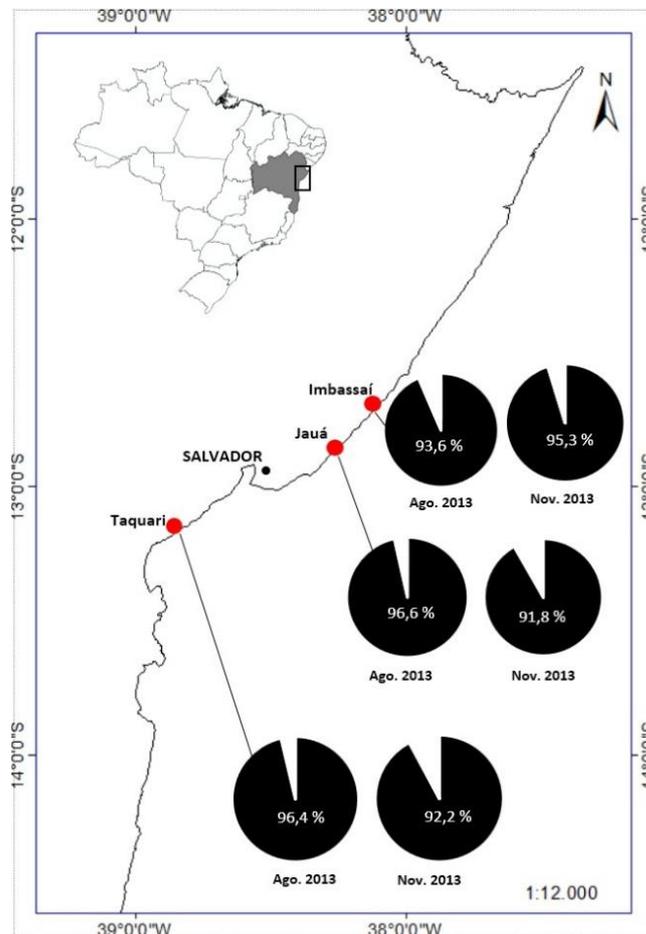


Figura 1. Área de estudo. Os gráficos indicam a representatividade de itens plásticos (em preto) nas amostras de lixo marinho coletadas em cada praia.

#### Referências

- Alkalay, R., Pasternak, G., Alon, Z., 2007. Clean-coast index – a new approach for beach cleanliness assessment. *Ocean & Coastal Management*, 50: 352 – 362.
- Backhurst, M.K. & Cole, R.G., 2000. Subtidal benthic marine litter at Kawau Island, north-eastern New Zealand. *Journal of Environmental Management*, 60(3): 227–237.
- Cheshire, A., Adler, E., Barbieri, J., Cohen, Y., Evans, S., Jarayabhand, S., Jetic, L., Jung, R., Kinsey, S., Kusui, T., Lavine, I., Manyara, P., Ooesterbaan, L., Pereira, M., Sheavly, S., Tkalin, A., Varadarajan, S., Wenneker, B., Wesphalen, G., 2009. UNEP/IOC Guidelines on Survey and Monitoring of Marine Litter. *UNEP Regional Seas Reports and Studies*. 117p.
- Moore, S.L. & Allen, M.J., 2000. Distribution of anthropogenic and natural debris on the mainland shelf of the Southern California Bight. *Marine Pollution Bulletin*, 40(1): 83–88.



## IMPACTOS COSTEIROS INDUZIDOS POR ONDAS DE TEMPESTADE ENTRE O CABO FRIO E O CABO BÚZIOS, RIO DE JANEIRO, BRASIL

Bulhões, E.<sup>1</sup>; Fernandez, G.B.<sup>2</sup>; Oliveira Filho, S.R.<sup>2</sup>; Pereira, G.B.<sup>3</sup>; Rocha, T.B.<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Laboratório de Geografia Física. Instituto de Ciências da Sociedade e Desenvolvimento Regional. Universidade Federal Fluminense. <sup>2</sup>Laboratório de Geografia Física. Instituto de Geociências. Universidade Federal Fluminense. <sup>3</sup> Departamento de Geografia Física. Universidade do Estado do Rio de Janeiro.

O campo de ondas em águas profundas é particularmente notável por sua variabilidade e dita a energia de ondas que será direcionada para a costa (Komar, 1976; Hallermeier, 1981). Estudos de processos dinâmicos no litoral usam como elemento caracterizador a energia dispensada pelas ondas na linha de costa, já que essas vêm sendo reconhecidas na literatura como a principal forçante da morfologia costeira. A ciclogênese é definida como o desenvolvimento de sistemas ciclônicos que, em latitudes médias, são chamados de ciclones extratropicais. Segundo Innocentini *et al.* (2003), a agitação marítima mais intensa que ocorre no Atlântico Sul é ocasionada pelos ciclones migratórios, cujo deslocamento, de acordo com Satyamurty e Mattos (1989), segue o sentido SW-NE. Os impactos morfológicos nos ambientes costeiros dependem da magnitude destes forçantes e da capacidade das praias em absorver essa energia. No litoral centro-norte do Rio de Janeiro, entre o cabo Frio e o cabo Búzios (figura 01), a presença de promontórios rochosos segmenta o litoral em praias de enseada com orientações, exposições, características morfológicas e morfodinâmicas distintas. Distintos são também os impactos e as alterações morfológicas produzidos nas enseadas pelas ondas de tempestade alternadas pelas ondas de tempo bom, e este é o tema central a ser desenvolvido neste artigo. Para tal foram consideradas as características texturais da plataforma continental interna a partir da compilação de informações de levantamentos de sedimentos da superfície do fundo. No total foram analisadas 394 amostras, coletadas entre 2008 e 2011, na plataforma continental interna adjacente à área de estudo. Adicionalmente foram compiladas informações de levantamentos de perfis de praia em 17 posições ao longo da área de estudo. Foram utilizados 438 levantamentos topográficos realizados entre 2005 e 2013 por vários colaboradores do Laboratório de Geografia Física da Universidade Federal Fluminense - em maior parte já publicados em trabalhos de Pereira (2008), Bulhões (2011) e Oliveira Filho (2011) - e, para cada um deles, calculado o volume da porção emersa do perfil praiar. Por fim, foram realizadas simulações de distribuição de energia de ondas em águas rasas para as principais entradas de ondas de tempestade. Para tal, foram identificadas 69 tempestades entre abril de 2003 e dezembro de 2013 para a posição (24°0'S, 41°40'W) que atendiam à padronização de ondas maiores que 3 metros ocorrendo por um período mínimo de 12 horas. A partir desta identificação foram utilizados os valores de altura significativa máxima acrescidos do desvio padrão e período de pico máximo. Foram simuladas essas condições para a direção média, a direção média menos o desvio padrão e a direção média mais o desvio padrão da entrada de ondas de tempestade. Os dados de vento utilizados foram os das condições médias. Os resultados permitem concluir que a distribuição granulométrica dos diâmetros médios indica as áreas de maior energia, localizadas na posição central dos arcos. O padrão interanual das tempestades mostrou que elas ocorrem entre os meses de abril e setembro (80%), chamado aqui de "temporada de ondas de tempestade". Neste período a agitação oceânica é maior ocorrendo entre as direções Su-Sudeste (158°) e Su-Sudoeste (203°) o que direciona maior energia para as porções centrais e norte dos arcos praias. As posições ao Sul destes arcos permanecem protegidas. As enseadas e arcos praias na porção Norte do Cabo Búzios são protegidas das ondas de tempestade e seus processos estão mais vinculados aos ventos de tempo bom, do quadrante Leste-Nordeste, e às vagas geradas. A verificação da variabilidade do volume de sedimentos na porção subaérea dos perfis de praia, ao longo do tempo, mostra que durante a "temporada de ondas de tempestade" há uma tendência geral de perda no estoque de sedimentos da porção subaérea dos perfis posicionados, neste caso, para as direções preferenciais de entrada destas ondas. Apesar dos estoques serem maiores ou menores em algumas posições, o volume das perdas acompanha a posição relativa dos perfis, sendo maiores naqueles mais expostos e menores naqueles mais protegidos das ondas de tempestade. A análise dos impactos morfológicos de ondas de tempestade pode ser subdividida em

duas: a primeira análise deve considerar o “efeito cumulativo” que é ocasionado por um período de tempestades sucessivas (por exemplo, 11 tempestades em 11 meses), já a segunda pode ser chamada de “efeito individual” e é o tipo de análise mais comum, como o caso citado do evento de abril de 2010. A medida que o número de levantamentos morfológicos nas praias vai se tornando maior, pode-se tentar entender este primeiro tipo de efeito e serem então apontadas tendências morfológicas do papel das praias na proteção à retroterra.

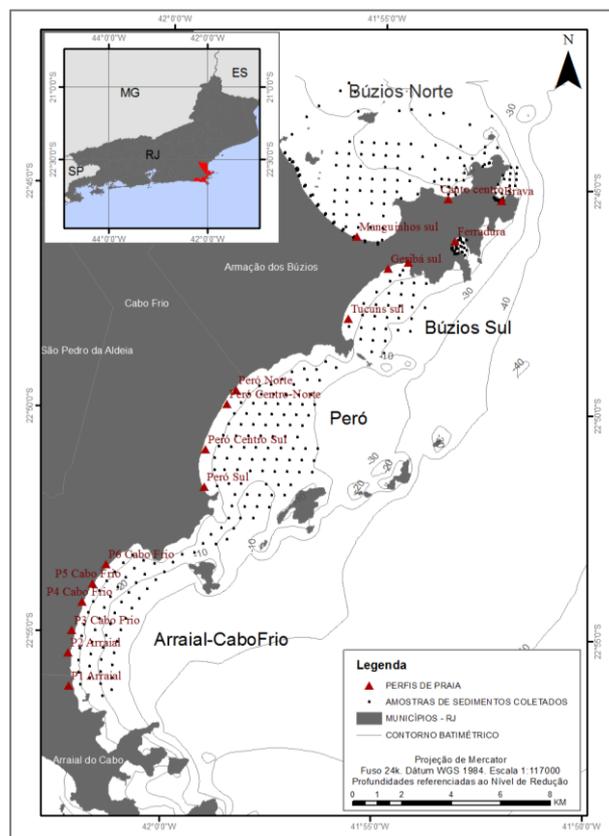


Figura 01. Área de Estudo, posição dos perfis, contornos batimétricos e malha amostral de sedimentos.

## Referências

- Bulhões, E; 2011. Exposição de Praias, Clima de Ondas e Processos Físicos em Praias de Enseada: Exemplos e Aplicações em Armação dos Búzios, Rio de Janeiro, Brasil. Tese de Doutorado. Programa de Pós Graduação em Geologia e Geofísica Marinha. Universidade Federal Fluminense. 230p.
- Hallermeier, R.J. 1981. A Profile Zonation for Seasonal Sand Beaches from Wave Climate. Coastal Engineering, 4:253-277.
- Innocentini, V., Arantes, F. O., Prado, S. C. C. 2003. Modelo de Ondas Aplicado ao Caso 5-8 de Maio de 2001. Revista Brasileira de Meteorologia, 18 (01): 97-104.
- Komar, P.D. 1976. Beach Processes and Sedimentation. Prentice Hall. New Jersey. 429 p.
- Oliveira Filho, S.R. 2011. Morfodinâmica Associada entre Duna, Praia e Zona Submarina como Subsídio a Adequada Ocupação do Espaço Costeiro na Praia do Perú – RJ. Dissertação de Mestrado. Centro de Ciências e Tecnologia. Área: Análise Geoambiental e Ordenação de Territórios de Regiões Semiáridas e Litorâneas, Universidade Estadual do Ceará. 96p.
- Pereira, T.G. 2008. Geomorfologia e Morfodinâmica Costeira na Planície entre os Municípios de Cabo Frio e Arraial do Cabo, RJ. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Geologia e Geofísica Marinha. Universidade Federal Fluminense. 122 p.
- Satyamurty, P., Mattos L.F. 1989. Climatological lower tropospheric frontogenesis in the midlatitudes due to horizontal deformation and divergence. Monthly Weather Review, 117:1355-1364.



## GEOMORFOLOGIA COSTEIRA JUNTO AOS BALNEÁRIOS OCEÂNICOS DO LITORAL MÉDIO E SUL DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL: UMA ABORDAGEM QUALITATIVA

Ulisses Rocha de Oliveira<sup>1</sup>, Karine Leal<sup>2</sup>, Rodrigo Simões<sup>2</sup>, Guilherme Rodrigues<sup>2</sup>, Fabricio Porto<sup>3</sup>, Jade Moreira<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Laboratório de Geomorfologia e Recursos Hídricos, Instituto de Ciências Humanas e da Informação, Universidade Federal do Rio Grande. <sup>2</sup>Laboratório de Geomorfologia e Recursos Hídricos, Graduação em Geografia, Universidade Federal do Rio Grande. <sup>3</sup>Laboratório de Geomorfologia e Recursos Hídricos, Programa de Pós-graduação em Geografia, Universidade Federal do Rio Grande.

A costa oceânica do Estado do Rio Grande do Sul é conhecida pela relativa homogeneidade de suas características, apresentando praias alongadas de areia fina com dunas frontais na retaguarda. No entanto numa análise mais detalhada vê-se que a mesma apresenta variações em suas características, com segmentos transgressivos e regressivos (Dillenburg *et al.*, 2005) e praias com características morfodinâmicas distintas (Pereira *et al.*, 2010). A urbanização da costa oceânica do Rio Grande do Sul abrange mais segmentos da costa no chamado litoral norte e é mais pontual nos litorais médio e sul. Este trabalho visa de forma preliminar apresentar uma caracterização do sistema praia duna junto aos balneários oceânicos dos litorais médio e sul, entre Mostardas e Santa Vitória do Palmar, RS. Para isto, inicialmente foi realizada uma identificação das áreas urbanas, utilizando o *software* Google Earth. A partir do mesmo, foram analisadas qualitativamente imagens aéreas de alta resolução de diferentes períodos: 2005/2006, 2009/2010 e 2013/2014. Ressalta-se que as mesmas retratam distintas estações do ano, as quais apresentam variações climáticas e hidrodinâmicas. Além das imagens aéreas, trabalhos de campo e revisão da literatura foram utilizados para o preenchimento dos dados. Para cada balneário foram identificadas as seguintes características: localização do balneário na planície ou barreira costeira utilizando Dillenburg & Hesp (2009); classificação morfodinâmica da praia utilizando Wright & Short (1984) e tendência de variação da linha de costa utilizando os resultados de Speranski & Calliari (2006) e evidências morfológicas locais; presença ou ausência de dunas móveis na retaguarda de cada balneário; características das dunas frontais entre o front urbano e a faixa de praia e distância e alinhamento do front urbano em relação ao limite superior da praia. Foram analisados oito balneários (áreas urbanizadas): São Simão e Mostardense, município de Mostardas; Praia do Farol, município de Tavares; Mar Grosso em São José do Norte; balneário Cassino em Rio Grande e balneários do Hermenegildo, Maravilhas e Barra do Chuí no município de Santa Vitória do Palmar (Tabela 1), embora haja outras ocupações esparsas neste trecho de costa. Destes o balneário Cassino destaca-se pela maior área urbana junto a orla, os balneários Mostardense, Mar Grosso, Hermenegildo e Barra do Chuí possuem área urbana considerável enquanto que São Simão, Praia do Farol e Maravilhas são pequenas localidades urbanas. Os balneários Mostardense, Praia do Farol, Mar Grosso, Cassino e Maravilhas apresentam um traçado de arruamento predominantemente regular e paralelo a linha de costa. Quanto aos parâmetros urbanizados apenas os balneários Mar Grosso e Cassino não se encontram situados numa barreira transgressiva (retrogradante), estando sob influência da desembocadura da Lagoa dos Patos. Quanto ao tipo de praia, aquelas situadas junto as barreiras transgressivas apresentam dois a três bancos submersos, variando de intermediária (banco e cava longitudinal a rítmica) a dissipativa, com variação da linha de costa alternando de estável a erosiva, enquanto que, as praias situadas nas adjacências da desembocadura da Lagoa dos Patos são mais planas e com sedimentos mais finos (Pereira *et al.*, 2010), podendo ter mais de três barras submersas, e variam de estável a acresciva. Dos que se encontram nas áreas de barreira e praia transgressiva (retrogradante), os balneários São Simão, Mostardense e Praia do Farol ocupam uma faixa de dunas móveis na retaguarda, enquanto que no balneário do Hermenegildo estas dunas foram estabilizadas por ação humana (Koerner *et al.*, 2013) e na Barra do Chuí há um certo confinamento das mesmas pela presença de barreira pleistocênica na retaguarda, podendo haver retrogradação sobre a barreira pleistocênica. Em relação as dunas localizadas entre o front urbano e a faixa de praia apenas no balneário do Hermenegildo as dunas frontais estão praticamente suprimidas devido a erosão costeira e



urbanização, ocorrendo nos demais dunas frontais bem desenvolvidas. Em vários balneários as dunas frontais vêm migrando sobre a área urbana, com destaque para São Simão, Mostardense e Barra do Chuí, exceto nos balneários Cassino e Mar Grosso e Cassino provavelmente pela movimentação da linha de costa (estável a acresciva), aporte sedimentar e regeneração pela aplicação de ações dentro de planos de manejo (NEMA, 2008; Cunha, 2013). Nestes a estrutura urbana apresenta-se maior distância em relação a praia, assim como na Barra do Chuí por conta de a ocupação ter ocorrido sobre a Barreira III (Möller, 2014). O próximo passo do projeto será a quantificação destes parâmetros e inserção de novos, decorrentes do mapeamento e monitoramento de perfis.

Tabela 1. Parâmetros utilizados para analisar qualitativamente a geomorfologia costeira junto aos balneários localizados nos litorais médio e sul do Rio Grande do Sul.

Parâmetros BALNEÁRIO	Campo de Dunas na retaguarda	Dunas Frontais	Tipo de praia e migração
SÃO SIMÃO	Atualmente ativo, dunas transgressivas	Instáveis e bem desenvolvidas e comprimidas entre a praia e área urbana	Dissipativa a intermediária de alta energia; estável a erosiva
MOSTARDENSE	Atualmente ativo, dunas transgressivas	Instáveis e bem desenvolvidas e comprimidas entre a praia e área urbana	Dissipativa a intermediária de alta energia; estável a erosiva
PRAIA DO FAROL	Atualmente ativo, dunas transgressivas	Instáveis e bem desenvolvidas e comprimidas entre a praia e área urbana	Dissipativa a intermediária de alta energia; estável a erosiva
MAR GROSSO	Atualmente estável, planície vegetada	Vegetadas bem desenvolvidas, em crescimento	Dissipativa a intermediária de moderada a alta energia, estável a acresciva
CASSINO	Atualmente estável, cristas e cavas vegetadas	Vegetadas e instáveis, bem desenvolvidas, em crescimento	Dissipativa a intermediária de moderada a alta energia / baixa energia junto a lama estuarina, acresciva
HERMENEGILDO	Dunas transgressivas estabilizadas	Instáveis, suprimidas entre a praia em erosão e a área urbana	Dissipativa a intermediária de alta energia; erosiva
MARAVILHAS	Atualmente estável	Instáveis, transgredindo sobre a área urbana	Dissipativa a intermediária de alta energia, erosiva
BARRA DO CHUÍ	Estável na Barreira III	Instáveis e bem desenvolvidas, comprimidas e transgredindo sobre a barreira III e área urbana	Dissipativa a intermediária de alta energia; estável a erosiva

## Referências

- Cunha, J. 2013. Descrição de ações de manejo ocorridas entre 2005 e 2011 e seus reflexos no crescimento de dunas frontais no balneário do Mar Grosso, São José do Norte, RS. Rio Grande, 36p. Monografia de Conclusão de Curso, Curso de Geografia. Universidade Federal do Rio Grande.
- Dillenburg, S.; Tomazelli, L. J.; Martins, L.R.; Barbosa, E. G. 2005. Modificações de longo período da linha de costa das barreiras costeiras do Rio Grande do Sul. Gravel, 3: 9-14.
- Dillenburg, S. & Hesp, P. 2009. Geology and geomorphology of Holocene coastal barriers of Brazil. Berlin: Springer, 390 p.
- Koerner, K. F., Oliveira, U. R., Goncalves, G. A. 2013. Efeito de estruturas de contenção à erosão costeira sobre a linha de costa: Balneário Hermenegildo, Rio Grande do Sul. Revista Gestão Costeira Integrada, 13: 457-471.
- Möller, B.A. 2014. Análise da distância da orla urbana dos balneários Cassino, Hermenegildo e Barra do Chuí - RS, em relação à linha de preamar marinha. Rio Grande, 56p. Monografia de Conclusão de Curso, Curso de Geografia. Universidade Federal do Rio Grande.
- NEMA. 2008. Gestão Ambiental das Dunas Costeira, Conservação e Manejo. Núcleo de Educação e Monitoramento Ambiental. 28p.
- Pereira, P.S.; Calliari, L.J.; Barletta, R.C. 2010. Heterogeneity and homogeneity of Southern Brazilian beaches: A morphodynamic and statistical approach. Continental Shelf Research, 30(3-4): 270-280.
- Speranski, N. & Calliari, L. 2006. Padrões de refração de ondas para a costa do Rio Grande do Sul e sua relação com a erosão costeira. In: Ministério do Meio Ambiente. Erosão e Progradação do Litoral Brasileiro. n° 16. p. 446-454.
- Wright, L.D. & Short, A.D. 1984. Morphodinâmics variability of surf zones in Australia. In: Komar (Ed.), Handbook of coastal processes and erosion. CRC Press, Boca Raton, Flórida, p. 35-64.



## SEDIMENTAÇÃO HOLOCÊNICA E REGISTROS DE EVENTOS ASSOCIADOS À MEGAENCHENTE EM UM SISTEMA ESTUARINO-LAGUNAR NO NORDESTE BRASILEIRO

Diego de Arruda Xavier<sup>1</sup>, Roberto Lima Barcellos<sup>2</sup>, Rubens Cesar Lopes Figueira<sup>3</sup>, Carlos Augusto Schettini<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Laboratório de Oceanografia Geológica – Departamento de Oceanografia – Universidade Federal de Pernambuco. <sup>2</sup>Laboratório de Oceanografia Geológica – Departamento de Oceanografia – Universidade Federal de Pernambuco. <sup>3</sup>Laboratório de Química Inorgânica Marinha – Instituto Oceanográfico – Universidade de São Paulo. <sup>4</sup>Laboratório de Hidrodinâmica Costeira – Departamento de Oceanografia – Universidade de Pernambuco.

Os sedimentos são importantes por preservar o histórico ambiental de uma bacia de drenagem registrando todos os eventos ocorridos neste ambiente. As ações antrópicas, através do desenvolvimento urbano, agricultura e mudanças hidrológicas causam alterações na composição do sedimento, essas alterações são registradas nos processos de sedimentação (Sanders *et al.*, 2006). O complexo estuarino da Bacia do Pina está situado no Recife (PE) (8°03'S/34°55'W) formado pela confluência dos rios Capibaribe, Tejipió, Jiquiá, Jordão e Pina, e é de grande importância ecológica, econômica e social para a Região Metropolitana do Recife. O estudo tem como objetivo de identificar o registro de eventos extremos associados à enchente (megaenchentes) por meio dos parâmetros de susceptibilidade magnética (S.M), granulometria, <sup>210</sup>Pb e concentrações de Alumínio ([Al]) e Ferro ([Fe]). Em novembro de 2012, foi recuperado um testemunho (160 cm) localizado na Bacia do Pina (8°4'S/34°52'W) e subamostrados para as análises em intervalos de 2cm. Os resultados de susceptibilidade magnética foram obtidos com o medidor da marca Bartington MS 2C. As análises granulométricas foram realizadas em intervalos de 2 cm e com a utilização de um granulômetro por difração a laser Malvern® Mastersize 2000 pertencente ao Laboratório de Sedimentologia do Instituto Oceanográfico da USP, as análises estatísticas de classificação granulométrica obedeceram as propostas por Folk e Ward (1957). As análises das taxas de sedimentação através do <sup>210</sup>Pb e de metais pesados no Laboratório de Química Inorgânica Marinha pertencente ao Instituto de Oceanográfico-USP. O resultado da taxa de sedimentação foi de 0,45 cm.ano<sup>-1</sup>. A variação vertical dos resultados de granulometria, susceptibilidade e concentrações de Al e Fe estão descritos na Figura 1. As concentrações naturais de metais pesados num ambiente estuarino dependem da composição mineralógica e a granulometria (Dai *et al.*, 2007) dependem também da intensidade das atividades antrópicas além dos níveis de poluição desse ambiente (Kylander *et al.*, 2005; Zhang *et al.*, 2008). A granulometria é um fator significativo na concentração de metais pesados em sedimentos estuarinos e marinhos, Al e Fe geralmente apresentam correlação positiva com sedimentos lamosos, indicando a influência do aporte continental e maior adsorção com as frações finas (Reitermajner *et al.*, 2011). A correlação entre a taxa de sedimentação e os maiores picos dos parâmetros analisados evidenciaram registros de megaenchentes de 2004 e 1975, além de outros eventos similares ocorridos nos séculos XIX e XX. A correlação entre os parâmetros analisados demonstra que os eventos extremos de megaenchentes estão associados com o aumento da susceptibilidade e do diâmetro médio. E que conseqüentemente, ocorram acréscimos nas concentrações de alumínio e ferro, indicando a contribuição continental devida a lixiviação das margens do rio e seus tributários (Tabela 1). As modificações ambientais podem estar relacionadas com o uso e ocupação de áreas no entorno do rio Capibaribe somados também aos períodos climáticos com períodos de maior e menor intensidade pluviométrica, influenciando diretamente na composição do sedimento depositado. Como a meia-vida do <sup>210</sup>Pb é de aproximadamente 100 anos, observou-se uma tendência no acréscimo das concentrações de Al e Fe os últimos 100 anos. O crescimento urbano associado às megaenchentes ocorridas na região potencializam as concentrações desses elementos no sedimento ao longo dos anos e podem ser utilizados como ferramentas para o registro de eventos climáticos extremos.

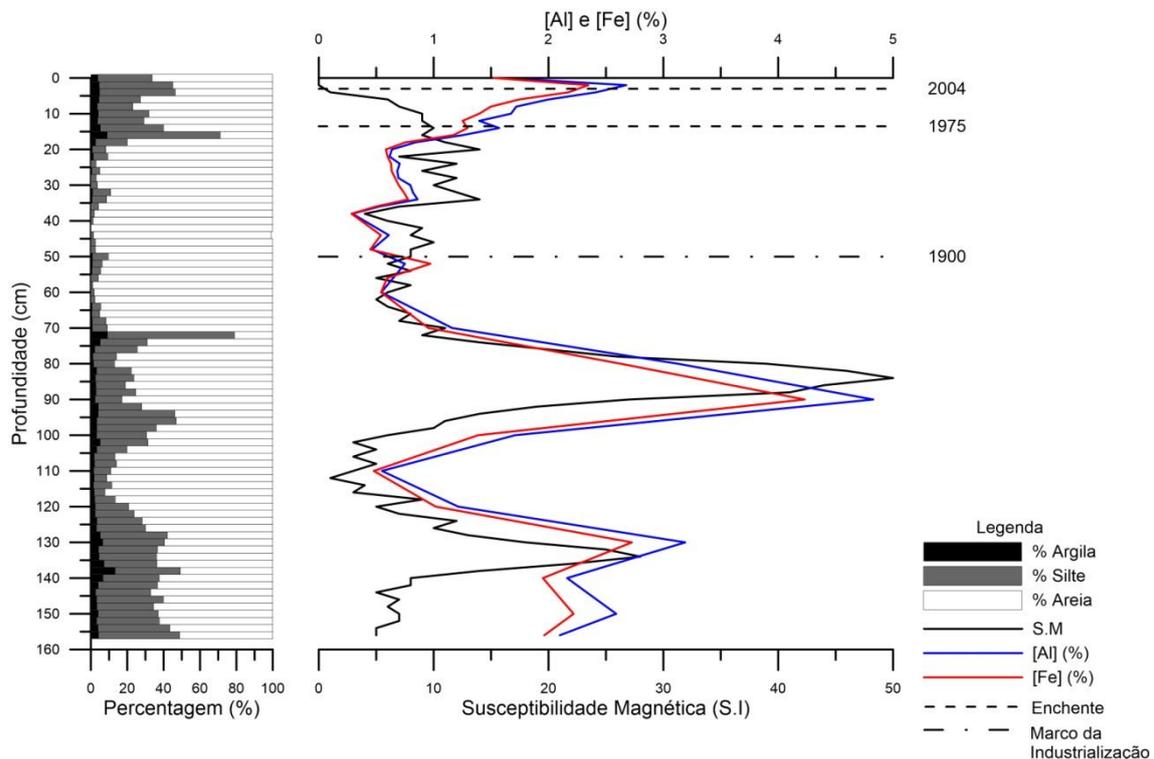


Figura 2: Distribuição vertical dos parâmetros analisados.

Tabela 1: Correlação de Pearson para todos os parâmetros analisados.

	<i>S.M</i>	<i>DM</i>	<i>[Al]</i>	<i>[Fe]</i>
<b>S.M</b>	1			
<b>DM</b>	0.07	1		
<b>[Al]</b>	0.44	0.61	1	
<b>[Fe]</b>	0.42	0.61	1.00	1

### Referências

- Dai JC, Song JM, Li XG, Yuan HM, Li N, Zheng GX. 2007. Environmental changes reflected by sedimentary geochemistry in recent hundred years of Jiaozhou Bay North China. *Environ Pollut* 145:656–67
- Folk R.L. & Ward W.C. 1957. Brazos River Bar: A Study in the Significance of Grain-Size Parameters. *Jour. Sedim. Petrol.*, 27(1):3-26
- Kylander ME, Weiss DJ, Martínez Cortizas A, Spiro B, Garcia-Sanchez R, Coles BJ. 2005. Refining the pre-industrial atmospheric Pb isotope evolution curve in Europe using an 8000 year old peat core from NW Spain. *Earth Planet Sci Lett*, 240:467–85
- Reitermajer, D; Celino, J. J; Queiroz, A. F. S. 2011. Heavy metal distribution in the sediment profile of the Sauípe River Estuary, north seashore of the Bahia State, Brazil. *Microchemical Journal*, 99: 400-405.
- Sanders, C. J; Santos, I. R; Silva-Filho, E. V; Patchineelam, S.R. 2006. Mercury flux to estuarine sediments, derives ROM Pb 210 and Cs-137 geochronologies (Guaratuba Bay, Brazil). *Marine Pollution Bulletin* 52, 1085-1089.
- Zhang, L., Ye, X., Feng, H., Jing, Y., Ouyang, T., Yu, X., Liang, R., Gao, C., Chen, W., 2007. Heavy metal contamination in western Xiamen Bay sediments and its vicinity, China. *Mar. Pollut. Bull.* 54, 974–982



## VARIAÇÃO ESPAÇO-TEMPORAL DOS PROCESSOS SEDIMENTARES ATUAIS EM UM SISTEMA ESTUARINO-LAGUNAR TROPICAL DO NORDESTE BRASILEIRO

Emarielle Coelho Pardal<sup>1</sup>, Roberto Lima Barcellos<sup>2</sup>, Isabelle Maria de Oliveira<sup>3</sup>, Diego de Arruda Xavier<sup>4</sup>, Manuel de Jesus Flores-Montes<sup>5</sup>

<sup>1,2,3,4</sup>Laboratório de Oceanografia Geológica- Centro de Tecnologia e Geociências – Universidade Federal de Pernambuco.

<sup>5</sup>Laboratório de Oceanografia Química- Centro de Tecnologia e Geociências – Universidade Federal de Pernambuco.

Os sedimentos correspondem a cerca de 80% da superfície da terra, este percentual equivale a uma camada muito fina, representando somente 1% do volume total, estando divididos ainda em sedimentos imersos e emersos. Estudos detalhados da geologia destes depósitos sedimentares permitem-nos conhecer um pouco mais sobre a história/evolução da terra, ajudando interpretar a sedimentologia, processos hidrodinâmicos e a geomorfologia de fundo, bem como a origem, energia, erosão, transporte e acumulação dos sedimentos estudados (Pettijohn, 1975; Barcellos *et al.*, 2005). Dentre os ambientes costeiros deposicionais, os estuários representam um dos corpos sedimentares mais importantes e mais instáveis na zona costeira, sendo influenciados por domínios continentais e marinhos. Dos sedimentos transferidos do continente para o oceano, via estuários, um total de 85,9% ao ano, é de origem fluvial, representando um importante papel na sedimentação costeira (Dias, 2004). A Bacia Hidrográfica do Rio Capibaribe possui 7.557,41 km<sup>2</sup> de área de drenagem (Bione *et al.*, 2009) e percorre cerca de 250 km da nascente até a foz, percorrendo 42 cidades (Monteiro *et al.*, 2011) e toda a capital pernambucana, apresentando uma grande importância hídrica e econômica para a região. Neste contexto, esta pesquisa objetiva caracterizar e compreender o comportamento sazonal do processo sedimentar atual, da matéria orgânica total-MOT e do teor de carbonato-CaCO<sub>3</sub> no estuário do Rio Capibaribe-PE. Foram coletados um total de 60 amostras de sedimentos superficiais (jul/10, nov/10, mai/11 e set/11) com um amostrador de fundo (“Van-Veen”). Em laboratório as amostras obedeceram a metodologia proposta por Suguio (1973) para a obtenção dos resultados granulométricos, Ingram (1971) para porcentagens de CaCO<sub>3</sub> e Muller *et al.*, (1967) para MOT. Os sedimentos coletados em jul/10 apresentaram diâmetro médio variando de grânulos a silte muito fino, com predominância de silte fino ao longo do estuário e silte médio na plataforma continental interna (PCI), adjacente a desembocadura do estuário. Em nov/10 variou de areia média a silte muito fino, com predomínio de silte muito fino ao longo do estuário e areia média na PCI do estuário. Em mai/11, mês chuvoso para a região, o diâmetro médio variou de areia grossa a silte muito fino, com predominância de silte grosso ao longo do estuário e areia fina na PCI do estuário. E em set/11 variou de areia grossa a silte muito fino, com predominância de silte grosso ao longo do estuário e, na PCI apresentou-se heterogêneo, com predomínio de areia (Figura 1-A). No geral as médias das porcentagens de MOT foram maiores no período seco (nov/10 e set/11) e menores no período chuvoso (jul/10 e mai/11). Onde os maiores percentuais estão localizados ao longo do estuário e menores na PCI (Figura 1-B). Em jul/11, a MOT apresentou média de 10,79±3,50%. Em nov/10 média de 12,84±7,60%. O mês de mai/11 apresentou percentual médio de MOT de 7,37±5,79% e, em set/11, de 13,92±18,77%. Quanto ao teor de CaCO<sub>3</sub> os maiores percentuais ocorreram em jul e nov/10 e os menores em mai e set/11. Contudo, em todos os meses estudados os maiores teores de CaCO<sub>3</sub> foram registrados na PCI, adjacente ao estuário, onde apresenta a maior influência marinha (Figura 1-C). Em jul/10 o teor de CaCO<sub>3</sub> apresentou média de 24,13±25,01%, em nov/10 apresentou média de 26,58±19,25%, em mai/11 o teor médio de CaCO<sub>3</sub> foi de 20,55±22,54%, e em set/11 média de 22,76±20,79%. Os dados obtidos para os anos de 2010 e 2011 apresentaram comportamentos similares da distribuição sedimentar e dos teores de CaCO<sub>3</sub> e MOT dos estudos de Barcellos *et al.*, 2012 e Oliveira *et al.*, 2014. De acordo com os dados observados as variações espaciais e sazonais dos parâmetros analisados para o estuário do rio Capibaribe são reflexos do regime climatológico da região, onde os altos índices pluviométricos incrementam a carga hídrica aumentando a energia hidrodinâmica no



sistema, erodindo as margens da bacia hidrográfica e aumentando os teores de sedimentos finos e MOT em todo o estuário.

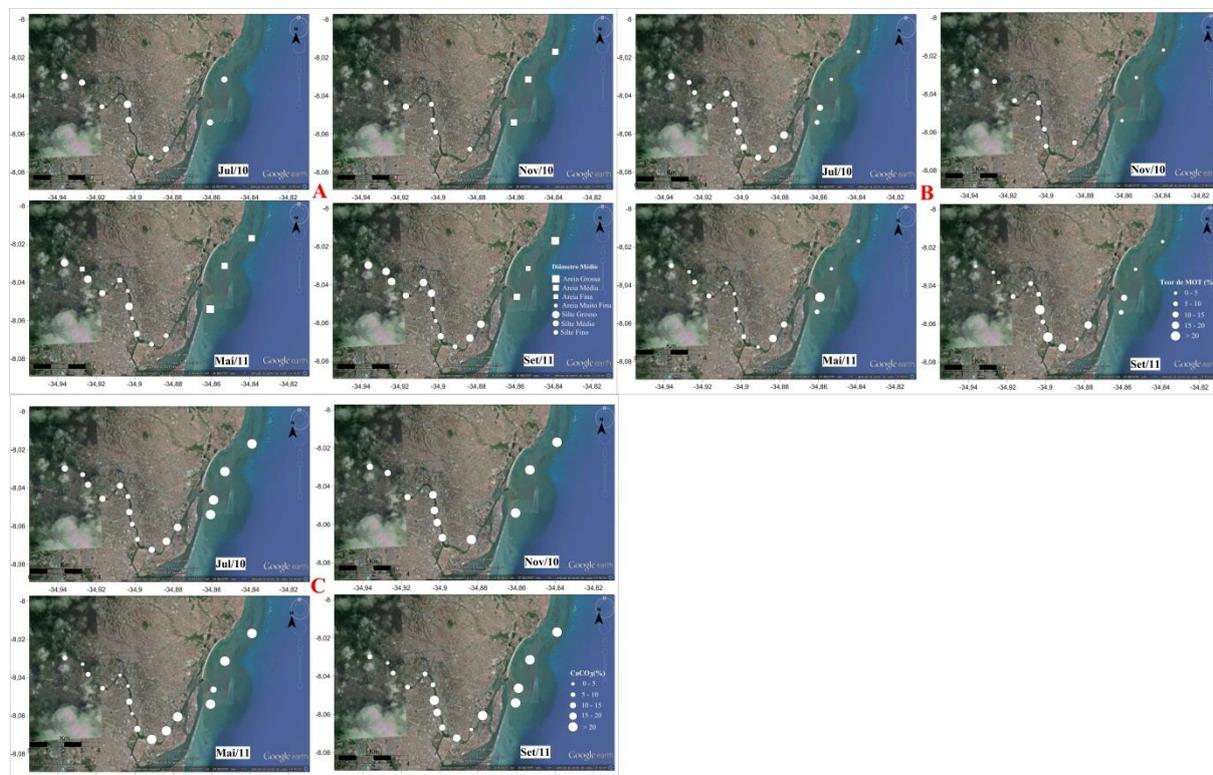


Figura 1. Dados do Estuário do Rio Capibaribe de Diâmetro Médio-A, Teor de MOT-B e Percentuais de  $\text{CaCO}_3$ -C.

## Referências

- Barcellos, R.L.; Berbel, G.B.; Braga, E de S. & Furtado, V.V. 2005. Distribuição e características do fósforo sedimentar no sistema estuarino-lagunar de Cananéia-Iguape, Estado de São Paulo, Brasil. *Geochimica Brasiliensis* 19(1):022-036.
- Barcellos, R.L.; Oliveira, I.M.V.; Flores-Montes, M.J.F.; Camargo, P. B. & Pitanga, M.E. 2012. Processo sedimentar atual e comportamento sazonal da matéria orgânica no sistema estuarino do Rio Capibaribe, Região Metropolitana do Recife, Estado de Pernambuco. In: Congresso Brasileiro de Oceanografia, V., 2012, Rio de Janeiro.
- Bione, M.A.A.; Dantas, R.M. de L.; Tavares, R.G.; Albuquerque, C.G. de; Soares, T.M. & Silva, E.F. De F.E. 2009. Poluição do Rio Capibaribe por esgoto doméstico. In: JORNADA DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO, IX., 2009. Recife. p. 1-3.
- Dias, J.A. 2004. A Análise Sedimentar e o Conhecimento dos Sistemas Marinhos. Brasil.84p.
- Ingram, R.L. 1971. Sieve analysis. In: CARVER, R. E. (ed.) *Procedures in Sedimentary Petrology*. 1971. New York. p. 49-67.
- Monteiro, L.H.U.; Silva, G.S.; Lima, L.L.L. & Coutinho, C. 2011. Estudos hidrodinâmicos e hidroquímicos do estuário do Rio Capibaribe e Bacia do Pina, Recife-PE. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE OCEANOGRAFIA E POLÍTICAS PÚBLICAS, 5., 2011. Santos.
- Müller, G. (1967) - *Methods in Sedimentary Petrology (Part I)*. 283p, Hafner Publishing Co., New York, NY, U.S.A. ISBN: 978-3-510-65006-4.
- Oliveira, T. de S.; Barcellos, R.L.; Schettini, C.A.F.; & Camargo, P.B. de. 2014. Modern sedimentary processes and the distribution of organic matter in a tropical estuarine system, Recife, PE, Brazil. *Journal of Integrated Coastal Zone Management*. 14(3):399-411.
- Pettijohn, F.J. 1975. *Sedimentary Rocks*. Harper & Row, 3. ed., New York, 628p.
- Suguio, K. 1973. *Introdução à sedimentologia*. São Paulo, 317p.



## **AVALIAÇÃO MUTAGÊNICA DAS LAGOAS E LAGUNA DO LITORAL NORTE E DOS EFLUENTES DO TERMINAL PETROQUÍMICO ALMIRANTE SOARES DUTRA DE OSÓRIO, RS/BRASIL ATRAVÉS DO SISTEMA TESTE EM *ALLIUM CEPA***

Ana Carolina Azevedo Rocha<sup>1</sup>, João Luiz Pereira Júnior<sup>1</sup>, Marcello Mascarenhas<sup>3</sup>, Andressa Tworkowski Machado<sup>1</sup>, Valesca Veiga Cardoso<sup>1,3</sup>, Emerson André Casali<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Laboratório de Estudos Sobre as Alterações Celulares e Teciduais, Departamento de Ciências Morfológicas, ICBS, UFRGS. <sup>2</sup>Centro de Estudos em Estresse Oxidativo, Departamento de Bioquímica, ICBS, UFRGS. <sup>3</sup>Laboratório de Mutagenese e Toxicologia, Centro Universitário Metodista-IPA.

As lagoas e lagunas do litoral norte do RS constituem as principais fontes de abastecimento de água para os municípios situados na região, além de serem importantes para a pesca artesanal e atuarem como berçário para uma diversificada fauna. O sistema lagunar forma um complexo em forma de colar ligado por canais naturais que podem facilitar a disseminação de contaminantes e ameaçar a homeostase destes ambientes (Lima, 2004). Esses ambientes têm sofrido constantes impactos oriundos do crescimento tecnológico e industrial. Marcadores biológicos indicam a contaminação ou intoxicação do ambiente, sendo estes considerados os receptáculos finais dos poluentes (Berces *et al.*, 1993). Este estudo está avaliando os efeitos mutagênicos e genotóxicos através do método proposto por FISKEJÖ com a adaptação de MENEGUETTI *et al.* em *Allium cepa* cultivadas em águas coletadas nas lagoas do Armazém, Custódia, Gentil, laguna de Tramandaí e saída de efluentes do TEDUT (Figura 1). Quando as raízes (3 bulbos por ponto) atingem o comprimento de 0,5 a 3cm, são coletadas, hidrolisadas com HCl a 1M/10 min a 60C° e resfriadas. São então feitos esfregaços em lâminas histológicas e mantidas por 30 min em temperatura ambiente para secagem. As lâminas são coradas com o Kit Panótico Rápido LB. Posteriormente são lavadas em água deionizada e secas à temperatura ambiente. A avaliação das lâminas consiste na observação da presença de micronúcleos em 1.000 células em interfase por bulbo em microscopia ótica, com aumento de 400x. E como parâmetro de citotoxicidade foram estimados os índices mitóticos e a quantificação das alterações mitóticas (Fiskesjö, 1985). Os resultados prévios indicam um significativo aumento de células micronucleadas e de outras alterações nucleares como o brotamento e a binucleação (Figura 2) no efluente do TEDUT e na Laguna de Tramandaí em comparação com os outros pontos amostrados. Além de observar diferenças no índice de proliferação celular das raízes de *A. cepa* tratadas com efluente do TEDUT e da Laguna de Tramandaí. Os resultados ainda preliminares nestas análises demonstram que este tipo de ensaio de toxicidade pode refletir o efeito da interação de todos os constituintes do efluente sobre os organismos-teste (Magalhães & Ferrao-filho, 2008). Demonstrando também padrões de citotoxicidade em algumas áreas amostradas e neste sentido estudos futuros de acompanhamento de mutagenicidade e citotoxicidade nestas áreas serão realizados além da finalização das atuais análises.

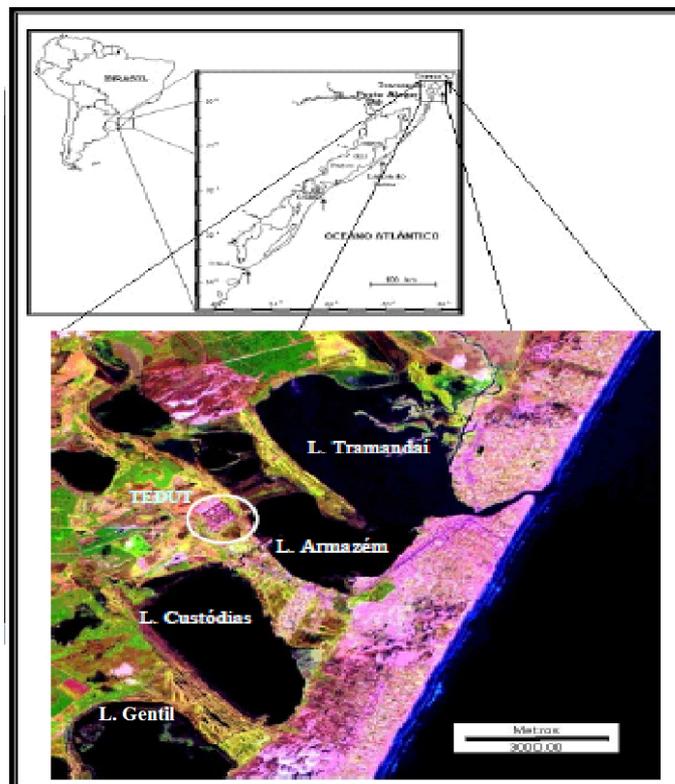


Figura 1. Localização da área de estudo (Lima, 2004).

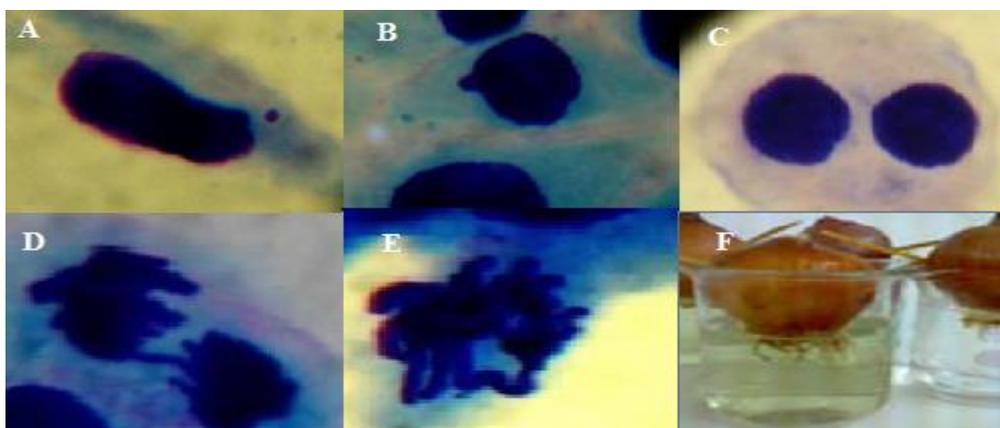


Figura 2. Alterações nucleares e mitóticas encontradas em meristemas radiculares de *Allium cepa*: A- micronúcleo; B- Broto nuclear; C- célula binucleada; D- ponte anafásica; E- atraso cromossômico; F- Germinação de raízes. Fonte: O autor (2014).

#### Referências

- Berces, J.; Otos, M.; Crane-Uruena, C. & Köteles, G. J.1993. Using the Micronucleus Assay to Detect Genotoxic Effects of Metal Ions. *Environmental Health Perspectives Supplements*.101(3): 11-13.
- De Lima, G. T. 2004. Estudos dos hidrocarbonetos e metais pesados no sistema lagunas e estuarino de Tramandaí-RS. Rio Grande, 162p. Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-graduação em Oceanografia Química, Física e Geológica, Universidade Federal do Rio Grande.
- Fiskejő, G. & Levan, A.1993. Evaluation of the first ten MeIC chemicals in the *Allium cepa*. *Alternatives to Laboratory Animals*. Nottingham. V.21, n.2. p.139-149.
- Magalhães, D. & Ferrao-Filho, A. 2008. A ecotoxicologia como ferramenta no biomonitoramento de ecossistemas aquáticos. *Oceanologia Brasiliensis*, 12.3:3.



## A METHODOLOGICAL APPROACH TO ASSESS CONSISTENCY OF COASTAL VULNERABILITY INDICES

Jarbas Bonetti<sup>1,2</sup>, Colin D. Woodroffe<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Coastal Oceanography Laboratory - Department of Geosciences - Federal University of Santa Catarina - Brazil, <sup>2</sup>School of Earth and Environmental Sciences - University of Wollongong - Australia

As a result of the increasing threats experienced by coastlines worldwide, different methodologies have been proposed to assess their vulnerabilities to hazards, in particular to the potential impacts of sea-level rise and storm surges on developed areas. In this sense, the Coastal Vulnerability Index (CVI), originally described by Gornitz & Kanciruk (1989), has been widely applied with adaptations to fit local requirements and data availability. CVI consists of combination of variables (or descriptors) organized in order to obtain a numerical index that ideally represents the predisposition of a coastal point, segment or area to be more, or less, affected by a certain hazard. Descriptors are selected considering their representativeness to synthesize physical characteristics, dynamical processes on the coast and, after spatialization, are ranked and analytically integrated. However, although often adopted, methodologies based on multicriteria numerical indices still lack means to express accuracy, uncertainty incorporated into the spatial analysis, and confidence of resulting models. The present paper proposes an analytical approach for assessing model consistency based on the reanalysis of published investigations developed in southern Brazil (Serafim, 2014) and southeastern Australia (Aboudha, 2009) that independently applied CVI. The approach adopted by both authors are comparable and results were harmonized and statistically analysed. Descriptors used in Santa Catarina were: a) Shoreline Type; b) Beach Width; c) Historical Shoreline Change Rate; d) Astronomical Tide; e) Meteorological Tide and f) Exposure to Waves. In the Illawarra, selected variables were: a) Rock Type; b) Geomorphology; c) Barrier Type; d) Historical Shoreline Change Rate; e) Exposure to Waves; f) Coastal Slope; g) Relative Sea-Level Rise; h) Mean Wave Height and i) Mean Tide Range. In both sites each variable was ranked into classes of susceptibility (from Very Low to Very High) and combined using the equation for Coastal Vulnerability Index proposed by Gornitz and Kanciruk, (1989). Results were ranked at a scale of one to four (Low, Moderate, High and Very High) and physical vulnerability (susceptibility) classes were equally distributed among both coastal sectors. In this analysis, different statistical techniques were performed to better visualize each variable's contribution to the final model as well as their redundancy. Variable's ranking was firstly analysed based on descriptive statistics, obtained from their score range and median (Figure 1). The narrow variability of some descriptors (tides in SC and Sea-Level in Illawarra) suggest that they had little influence over the final classification. Non-Parametric Correlation Analysis (Spearman's Coefficient) revealed that meteorological and astronomical tides, in Santa Catarina, were totally correlated ( $r = 1$ ), which reinforces the inadequacy of using both of them in the same spatial model. In this site, Exposure to Waves and Shoreline Change Rate did not correlate to the final CVI and the only variables that presented strong correlation with it were Beach Width and Shoreline Type. In Illawarra, stronger correlations were verified between CVI and variables: Rock Type, Geomorphology and Coastal Slope. Barrier Type was not significantly correlated to CVI. As in the previous area, two descriptors: Wave Height and Tidal Range had total correlation (inverse,  $r = -1$ ), and can be considered as redundant variables that should not be recommended to be used together in the model. The influence of the selected variables on CVI classes was also assessed using Correspondence Analysis. The obtained perceptual map for SC showed a dispersed distribution of classes and their ranks along the two dimensions suggesting a weak overall performance of the model. According to these results, adoption of only two vulnerability classes (Low and High) would be a better option. Shoreline Type and Beach Width were the most important variables in Santa Catarina's model, according to this statistical technique. In Illawarra, a more balanced descriptor's contribution was obtained. Nevertheless, adoption of only three vulnerability classes would be enough to represent vulnerability, since classes High and Very High are dimensionally very close. Most important descriptors were: Geomorphology, Coastal Slope and Rock Type. Summarizing results, only few variables were important in the definition of final

CVI classes. In Santa Catarina, Astronomical Tide, Meteorological Tide and Exposure to Waves and, in the Illawarra, Relative Sea-Level Rise, Mean Wave Height, Mean Tidal Height and Barrier Type could have been suppressed from the model due to their weak overall representativeness (inefficient ranking distribution, redundancy and low correlation with the final result). It is interesting to note that most of these descriptors relate to coastal dynamics, which may suggest that some development is still needed in the synthetisation and representation of such processes in GIS, at least for models developed at local scales. Moreover, it was not possible to statistically justify the number of adopted classes of susceptibility (four) in the original studies. Existing validation strategies of CVI models are still empirical and dependent on specific meteorological episodes. However, it is suggested here that a primary calibration can be performed by means of statistical analysis. Descriptive statistics of variable's ranking (distribution of cases among possible classes) of a preliminary model should contribute to the refinement in subsequent mapping. Correlation Analysis can help in the selection of variable's representativeness for the intended spatial model by determining their performance and identifying redundancy. Correspondence Analysis, by its turn, allowed the visualization of variable's proximity to CVI classes and proved to be efficient to assess the effectiveness of the number of classes adopted in the final classification.

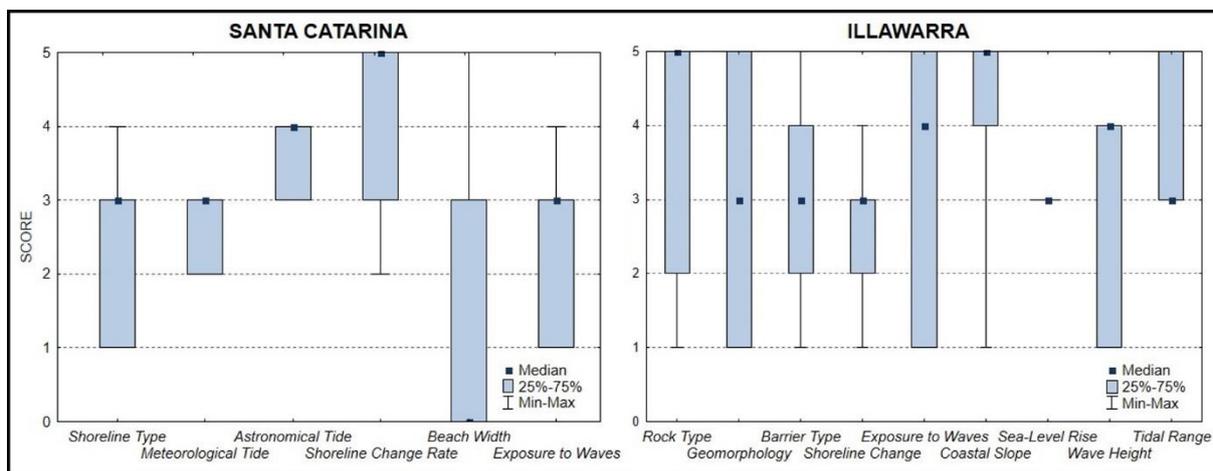


Figure 1. Descriptive statistics of susceptibility variables adopted for Santa Catarina and Illawarra CVIs.

## References

- Aboudha, P. A. 2009. Application and evaluation of shoreline segmentation mapping approaches to assessing response to climate change on the Illawarra coast, southeast Australia. PhD Thesis. School of Earth and Environmental Sciences, University of Wollongong, Wollongong, 286 pp.
- Gornitz, V. & P. Kanciruk. 1989. Assessment of global coastal hazards from sea-level rise. In: Proceedings of the 6th Symposium on Coastal and Ocean management, ASCE, July 11-14 1989, Charleston, SC: 1345-1359.
- Serafim, M. B. 2014. Aplicação de um índice multicritério de vulnerabilidade a eventos extremos para praias do estado de Santa Catarina através de análise espacial. Trabalho de Conclusão de Curso. Bacharelado em Oceanografia, Departamento de Geociências, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 105 pp.



## FORAMINÍFEROS E MODELAGEM PREDITIVA DE ZONAS ESTUARINAS: IMPLICAÇÕES NA AVALIAÇÃO DE MUDANÇAS AMBIENTAIS

Bonetti, Carla<sup>1</sup>, Parizotto, Bianca A. D. M.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Laboratório de Oceanografia Costeira - Departamento de Geociências - Universidade Federal de Santa Catarina

<sup>2</sup>FATMA – Fundação do Meio Ambiente de Santa Catarina

Estuários e lagunas estão entre os ecossistemas costeiros mais vulneráveis às pressões ambientais decorrentes das mudanças climáticas e da variação do nível do mar. A compreensão de seu tempo de existência, assim como a identificação das tendências de expansão ou retração destes corpos d'água, passam pela necessidade de uma abordagem ambiental multiescalar no espaço e no tempo. O presente estudo visa avaliar a heterogeneidade ambiental do compartimento bentônico de lagunas e estuários e discutir como a mesma influencia na capacidade desses ambientes responderem aos impactos dos eventos que atingem a zona costeira, tais como sobrelevação do nível do mar, tempestades, erosão, inundação, etc. Esta problemática é abordada explorando-se os conceitos de diversidade de habitats, resiliência, sensibilidade e vulnerabilidade de ambientes costeiros (Nicholls *et al.*, 2008; Telesh & Khlebovich, 2010; Woodroffe & Murray-Wallace, 2012). Foram empregadas técnicas estatísticas não paramétricas para a integração de descritores das populações de foraminíferos bentônicos e construção de um modelo preditivo de ocorrência de zonas estuarinas. Estas últimas foram definidas a partir de dados de salinidade de fundo medidos ao longo de uma série temporal abrangendo diferentes condições climáticas (período úmido e seco) e de maré (enchente e vazante de sizígia). O gradiente longitudinal definido pela interação rio-mar em estuários foi dividido em três zonas, classificadas de acordo com a dominância dos processos fluviais (salinidade média inferior a 10 e amplitude entre 0 e 30), dominância dos processos de mistura decorrentes da maior influência da maré (salinidade média entre 10 e 30) ou da interação entre os fluxos gerados pelas marés e pelas ondas na zona costeira adjacente à desembocadura (salinidade média superior a 30). Esta proposta de subdivisão do sistema estuarino levou em consideração aspectos conceituais e resultados prévios discutidos por Nichols (1974), Miranda (2002) e Debenay & Guillou (2002). Um total de 103 amostras provenientes de seis estuários localizados ao longo do litoral de Santa Catarina (Biguaçu, Tavares, Cubatão, Maciambu, Rationes, Mampituba) foi usado para obtenção da equação preditiva e outras 30 amostras foram usadas para a validação do modelo. As variáveis testadas para a construção do modelo foram as abundâncias relativas dos taxa agrupados em diferentes níveis taxonômicos: Rotalida (com ênfase para Rotalioidea), Textulariida, Lituolida (com ênfase para Lituolina e Trochamminina) e Rzehakinidae (*Miliammina*). A frequência de concordância entre a ocorrência observada e a ocorrência estimada pelo modelo variou entre 81% (pior desempenho) nas zonas estuarinas dominadas pela maré e 96% (melhor desempenho) nas zonas dominadas pelo rio. Um exemplo de resultado de predição da extensão de cada uma destas zonas estuarinas, obtido a partir deste modelo, é apresentado na Figura 01 para o Estuário do Rio Maciambu (SC), estudado por Milan (2010) e Parizotto (2006). Neste caso, entre as 12 estações analisadas, apenas em uma delas (MD) a classe prevista pelo modelo não correspondeu à classe identificada pelas condições de salinidade. Enquanto, segundo a distribuição de foraminíferos, esta estação pertenceria à classe “zona costeira” (probabilidade de ocorrência  $p = 0,67$ ), o comportamento da salinidade a classificou como zona dominada por maré. Esta proposta metodológica está sendo testada também na análise da distribuição de foraminíferos ao longo de testemunhos com o objetivo de avaliar sua sensibilidade na reconstrução das mudanças ambientais que ocorreram ao longo do Holoceno. Apesar da limitação do número de classes reconhecidas na modelagem preditiva e, conseqüentemente, da simplificação dos processos físicos e sedimentares envolvidos na determinação das zonas estuarinas, os resultados já obtidos permitem concluir que o modelo proposto é eficiente na discriminação das principais mudanças ambientais associadas à alteração da influência marinha ao longo dos corpos mixohalinos. Ressalta-se ainda como aspecto positivo desta metodologia, o agrupamento dos espécimes em níveis taxonômicos superiores a gênero, minimizando assim as dificuldades e/ou divergências na identificação taxonômica

(comumente encontradas entre diferentes grupos de pesquisa) e aumentando a significância estatística dos valores de abundância relativa de determinadas taxa (o que pode ser crítico, sobretudo em amostras de testemunhos com baixa densidade de foraminíferos). Esta opção metodológica permite também ampliar a base de dados disponível para estudos comparativos entre diferentes áreas geográficas.

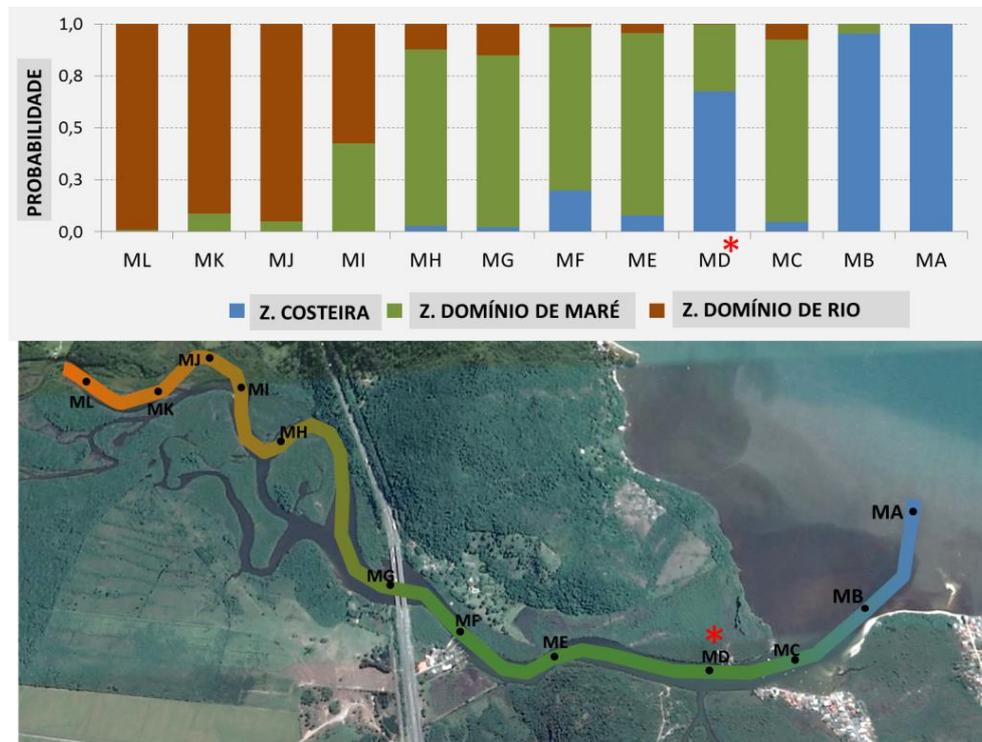


Figura 1. Resultado do modelo preditivo das zonas estuarinas baseado na distribuição de foraminíferos ao longo do eixo de circulação principal de um dos estuários estudados (Maciambu/ Santa Catarina).

#### Referências

- Debenay, J. P. & Guillou, J.J. 2002. Ecological transitions indicated by foraminiferal assemblages in paralic environments. *Estuaries* Vol. 25, No. 6A, p. 1107–1120
- Haslett, S.K; Davies-Burrows, R.; Panayotou, K.; Jones, B.G.; Woodroffe, C.D. Holocene evolution of the Minnamurra River estuary, southeast Australia: foraminiferal evidence. *Zeitschrift für Geomorphologie*, 54(3): 79-98
- Milan, C. C. 2010. Caracterização Biotosedimentológica da zona estuarina do Rio Maciambu – Palhoça/SC. Dissertação de Mestrado, Programa de Pós Graduação em Geografia, Departamento de Geociências, UFSC, <<https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/94134/280719.pdf>>
- Miranda, L. B.; Castro, B. M.; Kjerfve, B. 2002. Princípios de oceanografia física de estuários. São Paulo: Edusp. 417 p.
- Nicholls, R.J.; Wong, P.P.; Burkett, V.; Woodroffe, C.D.; Hay, J. (2008) Climate change and coastal vulnerability assessment: scenarios for integrated assessment. *Sustainability Science*, 3, 89-102
- Nichols, M.M., 1974. Foraminifera in estuarine classification. In: H.T. Odum, B.J. Copeland and E.A. McMahan (eds). *Coastal ecological systems of the United States*, p. 85–103.
- Parizotto, B.A.D.M., 2006. Modelagem hídrica do balanço de nutrientes nas baías Norte e Sul (SC) a partir da análise dos principais aportes fluvio-estuarinos. Tese de Doutorado. Programa de Pós Graduação em Geografia, Departamento de Geociências, UFSC <<http://www.tede.ufsc.br/teses/PGCN0394-T.pdf>>
- Telesh, I. V. & Khlebovich, V. V. 2010. Principal processes within the estuarine salinity gradient: A review. *Marine Pollution Bulletin*, 61: 149–155.
- Woodroffe, C.D. & Murray-Wallace, C.V. (2012) Sea-level rise and coastal change: the past as a guide to the future. *Quaternary Science Reviews*, 54: 4-11.



## ANÁLISE DA VARIAÇÃO TEMPORAL DO MANGUEZAL E SEU ENTORNO EM GUARRATIBA - RIO DE JANEIRO

Carolina Santana da Costa Santos<sup>1</sup>, Fábio Ferreira Dias<sup>2</sup>, Paulo Roberto Alves<sup>3</sup>, Bárbara Franz<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Programa de pós-graduação em Biologia Marinha e Ambientes Costeiro, bolsista CAPES – Universidade Federal Fluminense. <sup>4</sup> Programa de pós-graduação em Biologia Marinha e Ambientes Costeiro e Departamento de Análise Geoambiental – Instituto de Geociências – Universidade Federal Fluminense, <sup>34</sup> Departamento de Análise Geoambiental – Instituto de Geociências – Universidade Federal Fluminense

O manguezal de Guaratiba, localizado no bairro de Guaratiba, município do Rio de Janeiro-RJ, possui conexão com a Restinga de Marambaia, Baía de Sepetiba e o Oceano Atlântico, e pertence à Reserva Biológica de Guaratiba, criada em 1974 (Silva *et al*, 2013). A região da Baía de Sepetiba, desde a época da colonização até os dias atuais, sofre intensa ocupação, alterando os ecossistemas costeiros de mangue, restinga e estuários. Há diversos estudos sobre a região, como por exemplo, Oliveira *et al* (2008), que discute a erosão costeira na restinga da Marambaia e Borges (1990) que discute a dinâmica sedimentar na Restinga de Marambaia e em pontos da Baía de Sepetiba. A partir destes estudos, Oliveira *et al* (2008) concluiu que a variabilidade da área da restinga pode estar relacionada ao ciclo diário das marés e que os valores de sua largura média foram inferiores ao citado na literatura, e por isso pode-se afirmar que a porção central da Restinga da Marambaia vem sofrendo intensos processos de erosão. Borges (1990) identificou três áreas na Baía de Sepetiba que sofreram erosão ou sedimentação durante um período de 113 anos. A área 1 abrange os bairros de Sepetiba e Santa Cruz, caracterizada por intensa sedimentação devido ao aporte fluvial do rio Guandu. A área 2, área central da restinga de marambaia sofreu uma redução de 360 m de largura em 1868 para 120 m em 1981, uma taxa de erosão de 2m/ano. E a área 3, abrange a Baía de Marambaia e Ponta da Pombeba, como uma área Rerosiva que apresentou um recuo de 151m da linha de costa. O objetivo principal desse estudo é identificar a variação das áreas de vegetação, área construída e apicum ao longo de 25 anos, de 1990 a 2015, no manguezal de Guaratiba. A identificação dessas áreas foi realizada através da análise da série temporal dos satélites Landsat 5 Thematic Mapper (1990) e Landsat 8 Operational Land Imager (2015). A partir da vetorização dos polígonos, cada classe foi quantificada e comparada para toda a série temporal (1990-2015), dessa forma é possível quantificar as variações nas áreas das classes na região de estudo. Neste estudo foram utilizadas duas imagens, obtidas através dos sensores TM e OLI a bordo dos satélites da série Landsat 5 e 8, correspondendo a órbita/ponto 217/76, com resolução espacial de 30 m, como apresentado na Tabela 1.

Tabela 1 – Imagens de Satélites utilizadas

DATA	HORA (GMT)	SENSOR/SATÉLITE	BANDAS	ÓRBITA/PONTO
08/02/1990	12:13	TM/Landsat 5	2, 3 e 4	217/76
13/02/2015	17:37	OLI/Landsat 8	3, 4 e 5	217/76

O primeiro passo para a escolha das imagens foi identificar o espectro eletromagnético correspondente a cada banda espectral e seu objetivo para o mapeamento. Dessa forma para o Landsat 5, as bandas 2, 3 e 4, variam respectivamente, do comprimento de onda 0.52-0.60 (Verde), 0.63-0.69 (Vermelho) e 0.77-0.90 (Infravermelho próximo) e tem como objetivo enfatizar picos de vegetação, vegetação de encosta, biomassa e linha de costa (USGS). Para o Landsat 8, foram escolhidas as bandas 3, 4 e 5, que variam respectivamente o comprimento de ondas, 0.53-0.59 (Verde), 0.64-0.67 (Vermelho) e 0.85-0.88 (Infravermelho próximo) e tem o mesmo objetivo das anteriores. O segundo passo foi importar as imagens para o aplicativo ENVI 5, onde foram testadas diferentes metodologias, como o Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI) (Moreira, 2007) e algumas composições coloridas. Após a escolha da composição, as imagens foram importadas para o aplicativo ArcMap 10, onde foram recortadas através de um polígono centralizando a área do manguezal de Guaratiba e seu entorno e georeferenciada com origem na Landsat 8. No aplicativo ArcMap 10 foi realizada a classificação visual



em meio digital das imagens com a formação de polígonos de acordo com as classes mencionadas anteriormente, além da quantificação e comparação das áreas que sofreram alteração ao longo de 25 anos. Embora ainda sejam parciais, os resultados encontrados são os seguintes: em relação a interpretação da imagem de 1990 encontrou-se 24.027.986 m<sup>2</sup> de vegetação características de manguezais, já em 2015 encontrou-se 24.068.410 m<sup>2</sup>, apresentando uma variação de menos de 1%, que pode ser justificado pela baixa resolução da imagem. Em relação à área construída encontrou-se em 1990 1.874.843 m<sup>2</sup> e em 2015, 3.154.819 m<sup>2</sup>, um acréscimo de 68% mesmo com a baixa resolução das imagens. Em termos de apicum, que são áreas de solo arenoso, desprovido de cobertura vegetal e é resultado da deposição de areias finas devido à preamar (Schaeffer-Novelli, 1999), encontrou-se em 1990, 7.459.877 m<sup>2</sup>, já em 2015, 8.262.835 m<sup>2</sup>, um acréscimo de 10,7%. Os resultados encontrados são parciais em função da utilização de imagens de baixa resolução no primeiro estágio da pesquisa, no desenvolvimento serão feitas as classificações com base nas fotografias aéreas da década de 1960 e ortofotos mais recentes da década de 2000, o que dará uma maior precisão na obtenção dos resultados, inclusive espera-se determinar a progradação e/ou a retrogradação da linha de costa da área de estudo.

#### Referências

- Borges, H.V. (1990) Dinâmica Sedimentar da Restinga da Marambaia e Baía de Sepetiba. Rio de Janeiro, 82p. Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-Graduação em Geologia, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro.
- Moreira, M.A. 2007. Fundamentos do Sensoriamento Remoto e Metodologias de Aplicação. Viçosa, Editora UFV, 320p.
- Oliveira, F.S.C., Kampel, M., Amaral, S. (2008) Multitemporal assessment of the geomorphologic evolution of the Restinga of Marambaia, Rio de Janeiro-Brazil, International Journal of Remote Sensing, v. 29, p. 5585-5594
- SEMADS. 2001. Bacias Hidrográficas e Recursos Hídricos da Macrorregião Ambiental 2 - Bacia da Baía de Sepetiba Rio de Janeiro, SEMADS, 79p.
- Schaeffer-Novelli, Y. 1999. Situação Atual do Grupo de Ecossistemas: “Manguezal, Marisma e Apicum” incluindo os principais vetores de pressão e as perspectivas para sua conservação e usos sustentáveis. São Paulo, 119p.
- Silva, G.F., Almeida, P.M.M., Cardoso, P.V., Rosário, L.S., Cruz, C.B.M. 2013. O uso da classificação baseada em objeto no estudo das mudanças nos manguezais da região metropolitana do Rio de Janeiro dos anos 1994/2007 – Brasil. Anais XVI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR, Foz do Iguaçu, PR, Brasil, 13 a 18 de abril de 2013, INPE, p. 3047-3053.
- USGS. United State Geological Survey. Frequently asked questions about the Landsat missions. Disponível em: <[http://landsat.usgs.gov/best\\_spectral\\_bands\\_to\\_use.php](http://landsat.usgs.gov/best_spectral_bands_to_use.php)> Acesso em: 11 maio 2015.



## DIATOMÁCEAS NO ESTUDO DA INFLUÊNCIA MARINHA NO HOLOCENO NA COSTA NORTE DO ESPÍRITO SANTO E LITORAL SUL DA BAHIA

Darciléa Ferreira Castro<sup>1</sup>, Luiz Carlos Ruiz Pessenda<sup>1</sup>, Flávio Lima Lorente<sup>1</sup>, Mariah Izar Francisquini Correia<sup>1</sup>, Eula Raissa Chaves de Almeida<sup>1</sup>, Ana Claudia Pereira Cuenca<sup>1</sup>, Antonio Alvaro Buso Junior<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidade de São Paulo, Laboratório <sup>14</sup>C, Avenida Centenário 303, 13400-000, Piracicaba, São Paulo, Brasil.

Na reconstituição de paleoambientes costeiros, as diatomáceas são consideradas importantes bioindicadores e tem fornecido informações adicionais complementares importantes, principalmente onde existe limitação de informações, como é o caso de testemunhos de sondagem (Castro *et al.*, 2013). Isto se deve à condição resistente de suas frústulas no registro fóssil, à vasta distribuição em ambientes aquáticos e continentais e à facilidade na distinção, em nível de espécie e subespécie, por meio de características morfológicas (Round *et al.*, 1990; Snoeijs, 2001). O presente trabalho é parte integrante de um estudo sobre a evolução das paisagens na costa norte do Espírito Santo e litoral sul da Bahia durante o Holoceno. Tem como objetivo identificar e quantificar os tipos de diatomáceas em busca de um melhor entendimento sobre a dinâmica marinha pretérita. Um total de 139 amostras de sedimentos argilosos e arenosos foi obtido de 4 testemunhos sedimentares de até 8 m de profundidade. Na costa norte do Espírito Santo, o testemunho sedimentar LB-B deriva da Lagoa Bonita, situada na planície do delta do rio Doce (Figura 1A), coletado com amostrador Livingstone, montado sobre plataforma flutuante. No litoral sul da Bahia, próximo ao município de Prado/BA, 3 testemunhos (PR7, PR8 e PR9) foram coletados por meio de trado russo e sondagem à percussão, sendo distribuídos em uma transecção ao longo de uma paleoplanície, em pontos mais próximos e mais distantes da atual linha de costa (Figura 1B). As datações obtidas até o momento indicaram idades entre ~ 7.860 cal AP e ~ 1.807 cal AP para o testemunho LB-B coletado na Lagoa Bonita e idades entre ~7.650 anos cal AP e ~7.390 anos cal AP para as bases dos testemunhos PR7, PR8 e PR9. Resultados qualitativos das análises de diatomáceas no testemunho LB-B (Figura 2), mostram predomínio de diatomáceas marinhas/salobras como *Actinoptychus splendens*, *Cymathoteca weissflogii*, *Coscinodiscus radiatus*, *Coscinodiscus sp*, *Diploneis smithii*, *Nitzschia sp*, *Paralia sulcata*, *Surirella fastuosa*, *Rhopalodia gibberula*, *Rhopalodia musculus*, *Thalassiosira sp*, *Tryblionella circumscuta*, *Tryblionella granulata* (Grunow), *Tryblionella sp*, bem como alguns gêneros encontrados comumente em ambientes salobro/doce. Táxons predominantemente continentais como *Aulacoseira*, *Eunotia*, *Eunotia zygodon*, *Desmogonium rabernhorstianum* Grun. var. *elongatum*, *Navicula* e *Pinnularia viridis* foram registrados em amostras situadas mais ao topo do testemunho (20 a 0 cm). Embora o resultado da análise seja preliminar, não permitindo, até o momento, interpretações paleoecológicas mais precisas, pode-se destacar que os resultados dos tipos de diatomáceas identificados no testemunho LB-B são consistentes com dados obtidos em estudo recente que integram análise de palinofácies, palinologia, granulométricos, isotópicos e elementares (Lorente, 2015). Informações geradas nesse estudo mostram influência marinha no ambiente deposicional a partir de ~7.860 cal AP, com queda do influxo marinho e maior influência fluvial após ~ 3.758 cal AP. Para os testemunhos PR7, PR8 e PR9 os tratamentos das amostras para análises de diatomáceas, bem como para outras análises (p.e., palinologia, fitólitos, isótopos e elementares) encontram-se em andamento. Assim como ocorre para costa norte do Espírito Santo, a inclusão do estudo de diatomáceas como parâmetro adicional a análise paleoambiental de sedimentos quaternários deverá apresentar uma contribuição valiosa para a reconstituição da dinâmica sedimentar em áreas do litoral sul da Bahia.

Agradecimentos

FAPESP 2011/00995-7, CNPq 2012..e CNPq 2013.

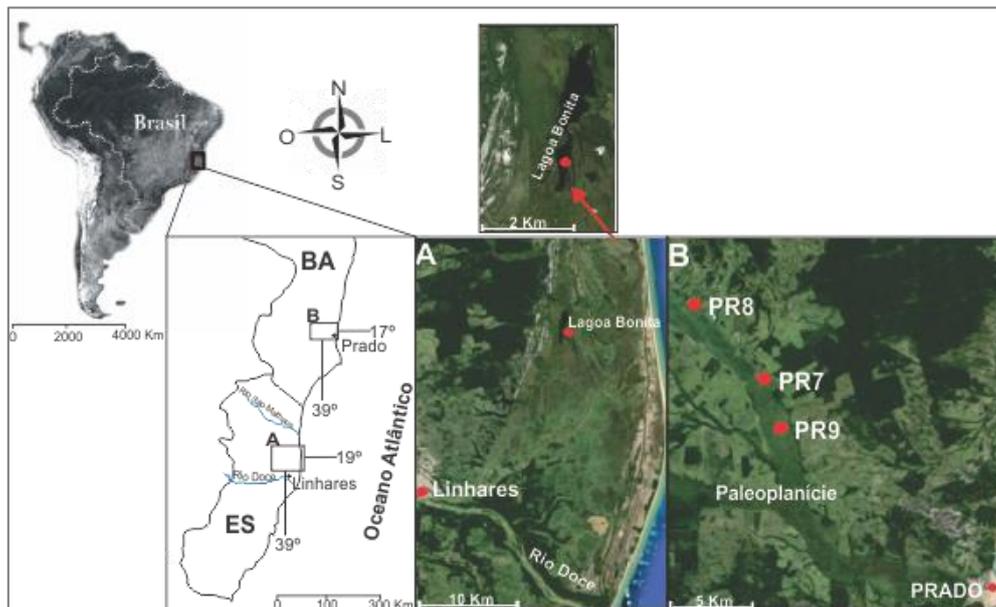


Figura 1: Mapa de localização da área de estudo. (A) Lagoa Bonita, situada na planície do delta do rio Doce, costa norte do Espírito Santo; (B), Paleoplâncie, com indicação dos testemunhos amostrados (p.e., PR7, PR8 e PR9), litoral sul da Bahia.

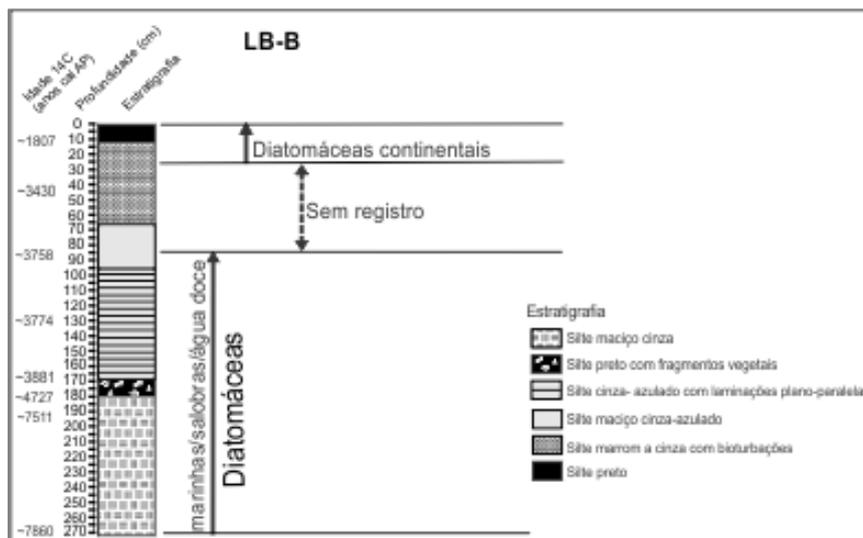


Figura 2: Informações preliminares sobre registro de diatomáceas ao longo do testemunho LB-B.

## Referências

- Castro, D.F.; Rossetti, D.F.; Cohen, M.C.L.; Pessenda, L.C.R.; Lorente, F.L. The Growth of the Doce River Delta in Northeastern Brazil indicated by Sedimentary Facies and Diatoms. *Diatom Research*, v. 28, n. 4, p. 455-466, 2013.
- Lorente, F.L. Caracterização Paleoambiental de Depósitos Quaternários da Costa Norte do Estado do Espírito Santo (ES – Brasil): Uma Abordagem Interdisciplinar. 213p. Tese de Doutorado, Programa de Pós Graduação em Ciências, Centro de Energia Nuclear na Agricultura, Universidade de São Paulo.
- Round, F.E.; Crawford, R.M.; Mann, D.G. *The diatoms: Biology & Morphology of the Genera*. Cambridge: Cambridge University Press, 1990. 747p.
- Snoeijs, P. 2001. Diatoms and Environmental Change in Brackish Waters. In: Stoermer, E.F.; Smol, J.P. 2001. *The Diatoms Applications for the Environmental and Earth Sciences*. Cambridge, Cambridge University Press, 469p.



## CARACTERIZAÇÃO MORFOLÓGICA DO SISTEMA DUNA PRAIA AO LARGO DO BALNEÁRIO CASSINO/RS ATRAVÉS DE PERFIS TOPOGRÁFICOS

Fabrício Soares Porto<sup>1</sup>, Ulisses Rocha de Oliveira<sup>2</sup>, João Augusto de Carvalho Ferreira<sup>3</sup>, Rodrigo Simões<sup>4</sup>, Guilherme da Silva Rodrigues<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Mestrando em Geografia no PPGEQ-FURG - Universidade Federal do Rio Grande. <sup>2</sup>Instituto das Ciências Humanas e da Informação – Universidade Federal do Rio Grande. <sup>3</sup>Técnico em Geoprocessamento – Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul. <sup>4</sup>Graduando em Geografia licenciatura FURG – Universidade Federal do Rio Grande, <sup>5</sup>Graduando em Geografia bacharelado FURG - FURG – Universidade Federal do Rio Grande.

O objetivo deste trabalho é caracterizar a morfologia do sistema duna praia nas adjacências do balneário Cassino através da medição de 20 perfis topográficos. Primeiramente foram realizadas vistorias para escolha das áreas a serem medidas e um trabalho de campo para instalação de 20 pontos de controle (marcos topográficos) no reverso das dunas a cada quilômetro de costa, partindo do molhe oeste em direção ao sul. A medição dos perfis foi realizada nos dias 14, 15, 22, 28 de abril e 4 de maio de 2015. No dia 14/4/2015 quando foram medidos os perfis 5, 6, 7, 8, 9, a maré estava baixa com baixa energia de onda; no dia 15/4/2015 os perfis 1, 2, 3, 4 foram medidos numa maré intermediária e com moderada energia de onda; no dia 22/4/2015 os perfis 10, 11, 12, 13, 14 foram medidos num dia de maré intermediária e moderada energia de onda assim como no dia 28/4/2015 onde foram coletados os perfis 15 e 16. No dia 4/5/2015 os perfis coletados foram 17, 18, 19, 20 foram coletados num dia de maré relativamente alta. O método utilizado para a medição foi o de posicionamento relativo cinemático em tempo real (*Real Time Kinematic – RTK*) de levantamento de dados pelo Sistema de Posicionamento por Satélites (GPS). Este método consiste em posicionar um receptor GPS em um ponto fixo de coordenadas conhecidas e outro receptor móvel no ponto no qual se deseja determinar as suas coordenadas Corseuil & Robaina (2003), possibilitando o levantamento topográfico por coordenadas geodésicas com alta precisão, tendo como intuito a obtenção de pontos com coordenadas x, y (posição) e z (altura elipsoidal). O levantamento foi efetuado através do receptor Geodésico da marca Leica Viva GS15 GNSS, recebe as frequências L1 e L2 e L2C, com 120 canais, operando com uma tolerância na precisão em 3D (X, Y, Z) de 0,05m. Todos os pontos coletados foram registrados pelo modo stop-and-go que consiste em parar num determinado ponto e salvar as suas coordenadas. A antena de estação base permaneceu fixa no ponto de apoio altimétrico. A base de dados topográficos consistiu de 1.185 pontos coletados ao longo dos 20 perfis, dispostos transversalmente a linha de costa desde a retaguarda do campo dunas até o início da zona de surfe. Foi usado o sistema MAPGEO10 do IBGE para calcular a ondulação geoidal, depois foi feita a diminuição em relação ao valor obtido do Z informado pelo RTK. Os dados coletados foram organizados em uma tabela Excel com cada ponto adquirido e as suas respectivas coordenadas X, Y baseadas em Sirgas 2000, zona 22 Sul, projetadas em UTM (Universal Transversa de Mercator) e coordenadas de altitude Z („H“) que correspondem à altitude do ponto amostrado em relação ao elipsóide WGS84, com as coordenadas de altitude Z (geométricas) foram então convertidas para altitudes reais (ortométricas „h“) fazendo analogia ao modelo do geóide local. Esta conversão foi realizada através do *modelo de ondulação geoidal* calculado a partir da *equação* ( $N=H-h$ ) chegando-se a um valor de 4,555. Esta altitude ortométrica determinada com base no ponto da Referência de Nível (RN1961E) e o valor de apoio altimétrico da BASE\_CORSAN foram calibrados utilizando o nivelamento geométrico feito por Teixeira (2011) que encontrou o valor ortométrico (H) de 3,376 metros, subtraindo os valores encontrados por 1,179. Paralelamente foi observada a energia hidrodinâmica da praia ao largo de cada perfil em dias de alta energia marítima na região. Os resultados indicam que, em relação à geometria da praia, esta apresenta maior embaiamento próximo aos molhes (perfis 1 a 3), sendo nos demais trechos mais retelinizada. Quanto à largura do sistema praia duna, os trechos mais a sul (perfis 19 e 20) são mais largos que os situados mais a norte (perfis 1 a 3), enquanto que os situados junto à área urbana são confinados pela mesma. Alguns dos perfis medidos não contemplaram todo o sistema pela dificuldade de acesso. Em relação à largura das dunas frontais, não foi encontrado um padrão bem definido, sendo o perfil 20 o que apresentou maior valor. Quanto à altura



das dunas, esta oscilou entre 3,5 a mais de 7 m, mostrando variabilidade, que também reflete no número de topos de duna em cada perfil. As dunas mais elevadas medidas encontram-se nos perfis 6, 7, 8, provavelmente tendo influência da urbanização, e 18, 19, 20 que retratam dunas mais afastadas da praia. Já com relação à presença de dunas embrionárias, estas ocorreram nos perfis 1, 2 (dunas embrionárias vegetadas e não vegetadas), 10, 11, 12 e 14 (dunas embrionárias vegetadas em desenvolvimento). Quanto à largura da praia subaérea também há variabilidade, com trechos mais largos no perfil 1, próximo aos molhes da barra, e entre os perfis 6 a 11, neste caso provavelmente associado à presença de lama, embora este valor possa oscilar de acordo com a ação hidrodinâmica. Em relação à altura do limite superior da praia, esta teve valor médio em torno de 1,5 m, chegando a 2,6 m, provavelmente associada à presença de sedimentos eólicos sobre o perfil praial. Quanto à energia de onda a qual a faixa de praia está sujeita, esta é influenciada por dois fatores principais, os molhes da barra e os depósitos de lama na antepraia. Os molhes influenciam a atenuação de energia entre os perfis 1 e 3, com acréscimo gradual a partir dos molhes em direção ao sul. Já a lama influencia diretamente os perfis 5 a 10. Os resultados obtidos, sintetizados na tabela 1, mostram um sistema duna praia bem desenvolvido, podendo apresentar mais de 500 m em alguns segmentos, e uma faixa de praia que normalmente apresenta mais de 100 m de largura. Todo segmento analisado apresenta dunas frontais, podendo estas chegar a 90 m de largura e passar de 5 metros de altura. Durante o período analisado vários perfis também apresentaram dunas embrionárias, mostrando um sistema dunar em desenvolvimento. Diferenças ao longo do trecho analisado estão associadas a presença dos molhes e da pluma estuarina e depósitos de lama, as quais geram certa complexidade na antepraia.

Tabela 1. Parâmetros morfométricos quantitativos dos 20 perfis e energia da praia ao largo.

Perfil	Orientação do perfil (azimute)	Comprimento do perfil medido	Largura das dunas frontais	Altura máxima das dunas	Largura da praia subaérea	Altura do limite superior da praia	Energia de onda a qual a faixa de praia está sujeita
P1	219°	442,60	53,40	4,0	160,20	2,6	baixa
P2	215°	321,10	52,10	5,5	137,30	1,5	baixa-moderada
P3	209°	257,40	58,80	4,9	84,20	1,7	moderada-alta
P4	203°	269,20	44,80	4,8	71,80	1,9	alta
P5	203°	297,80	40,90	4,5	99,60	1,8	baixa
P6	200°	331,20	47,60	5,5	148,00	1,4	baixa
P7	200°	323,70	39,90	5,3	104,70	1,5	baixa
P8	200°	371,30	40,00	6,6	116,60	1,2	baixa
P9	198°	425,90	78,40	4,1	126,60	1,1	baixa
P10	193°	492,60	45,60	3,7	141,20	1,2	baixa
P11	196°	387,00	61,30	3,5	152,80	1,7	moderada-alta
P12	200°	311,80	52,40	4,2	108,11	1,6	moderada-alta
P13	199°	218,10	35,10	4,4	80,00	1,6	moderada-alta
P14	187°	268,10	44,70	4,5	86,50	1,4	moderada-alta
P15	187°	354,00	34,80	5,2	70,30	1,5	moderada-alta
P16	183°	406,40	52,80	4,8	128,40	1,6	moderada-alta
P17	184°	249,10	39,90	4,9	100,10	2,3	alta
P18	185°	428,90	68,80	6,0	70,70	1,6	alta
P19	184°	586,30	67,92	5,9	83,60	1,6	alta
P20	186°	550,60	95,90	7,2	99,60	1,6	alta

#### Referências

- Corseuil, C.W. & Robaina, A.D., 2003. Determinação altimétrica através de sistema de posicionamento global. *Ciência Rural*, 33(5): 673-678.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Geociências, sistema MAPGEO10. Disponível em: <[http://www.ibge.gov.br/home/mapa\\_site/mapa\\_site.php#geociencias](http://www.ibge.gov.br/home/mapa_site/mapa_site.php#geociencias)>. Acesso em: 20 jul. 2015
- Teixeira, D.L. 2011. Elaboração da carta de ondulações geoidais da metade sudoeste do Balneário Cassino, Rio Grande/RS, com uso do sistema GNSS/Nivelamento. 78 p. Monografia de conclusão de curso. Curso de Geoprocessamento. Instituto Federal – Campus Rio Grande.



## DEPÓSITOS EM BARRA DE CANAL E SUA INTERRELAÇÃO COM A PALEOCLIMATOLOGIA, O CASO DO RIACHO MALAQUIAS, ÁGUA BRANCA - AL

Melo, Rhaissa Francisca Tavares de <sup>1</sup>; Ramos, Débora Albuquerque Meira Coelho <sup>2</sup>; Silva, Danielle Gomes da. <sup>3</sup>; Correa, Antonio Carlos de Barros <sup>4</sup>

<sup>1</sup>Laboratório de Geomorfologia do Quaternário – Doutoranda no Programa de Pós-Graduação em Geografia – UFPE.

<sup>2</sup>Laboratório de Geomorfologia do Quaternário – Doutoranda no Programa de Pós-Graduação em Geografia – UFPE.

<sup>3</sup>Laboratório de Geomorfologia do Quaternário – Professora do Departamento de Ciências Geográficas – UFPE.

<sup>4</sup>Laboratório de Geomorfologia do Quaternário - Professor do Departamento de Ciências Geográficas – UFPE.

O estudo do relevo, sobretudo dos modelados deposicionais, vem permitindo identificar eventos desestabilizadores da estrutura superficial da paisagem, de grande magnitude, capazes de reorganizar o comportamento dos processos geomórficos. Desta forma, a paisagem geomorfológica e sua evolução dependem da atuação em conjunto de diversos fatores, representados em diferentes escalas de espaço e tempo, que influenciam os processos superficiais tendendo a gerar uma multiplicidade de resultados complexos e interconectados na morfologia da paisagem. A análise das formas do relevo, na busca da compreensão dos aspectos morfológicos da topografia e da dinâmica responsável pela esculturação da paisagem, ganha relevância mediante o auxílio que oferece ao entendimento do modelado terrestre, como elemento do sistema natural e condicionante da atividade humana e seus arranjos espaciais. Dentre os componentes do relevo estão os depósitos em barras de canal, estes que tem sua gênese associada aos efeitos cumulativos dos processos deposicionais e erosivos que atuam por períodos de dezenas a centenas de anos. Segundo Silva *et al.* (2008), há três tipos de depósitos em barras de canal, o primeiro denominado de Barras em Pontal ou barras de meandro, são oriundas de canais meandantes, visto que, estes apresentam variação na velocidade do fluxo. Na porção interna do meandro, onde a velocidade do fluxo é menor, ocorre à deposição de sedimentos, fazendo com que o banco cresça, gerando depósitos de acreção lateral. Este depósito é marcado por superfícies inclinadas em direção às porções internas do canal, tradicionalmente denominadas de estratificação cruzada épsilon. De acordo com Silva *op. cit.* as camadas limitadas por superfícies de acreção lateral exibem uma progressiva diminuição de granulometria mergulho acima, refletindo uma variação da profundidade da lâmina de água e da velocidade do fluxo. Como resultado final tem-se, em geral, depósitos com uma granodrecrescência ascendente bem marcada, facilmente reconhecida em afloramentos, poços e testemunhos. Miall (1996) acrescenta que a estruturação interna, assim como a assembleia de litofácies que compõem os depósitos de acreção lateral, é variável, dependendo da granulometria da carga sedimentar e da variabilidade da descarga. O segundo depósito é denominado de Barras de meio de canal, longitudinais, ou de acreção frontal, estas apresentam acreção a favor do fluxo e lateral, possuem alturas variando de 1 a 15m, e extensões laterais entre 10 e 1000m. Normalmente estes depósitos são caracterizados pela migração de dunas sobrepostas no dorso e na face frontal do leito principal. São caracterizadas por apresentar internamente estratos cruzados simples de grande porte ou/e estratos cruzados compostos, os estratos cruzados que mergulham no mesmo sentido das superfícies que limitam os sets, indicando que as dunas sobrepostas se deslocam paralelamente ao sentido de migração da forma de leito principal (barra arenosa). O terceiro depósito é denominado de barras laterais, ou depósitos de acreção lateral, ocorrem normalmente em rios retilíneos e são formadas pela atividade da própria corrente, sua geometria é tridimensional, e estas definem um canal sinuoso dentro do canal principal. O riacho Malaquias localiza-se no Maciço Água Branca à 502 m de altitude, no município de Água Branca - AL, é caracterizado como um riacho de caráter intermitente com trechos retilíneos. Em seu médio curso foram encontradas barras de acreção longitudinal já pedogenizadas e transformadas em planossolos, as barras possuem uma altura de 70 cm, tendo sua transição de horizontes à 35cm. Os planossolos se caracterizam por apresentarem horizontes superficiais de textura mais arenosa sobre horizonte subsuperficial de constituição bem mais argilosa e adensada. Os perfis considerados mais típicos apresentam um horizonte A pouco espesso sobre um horizonte E de coloração pálida, passando abruptamente para um horizonte

B pouco permeável e com considerável aumento de argila. Entretanto, os planossolos que ocorrem no riacho Malaquias ainda preservam características de barras de caráter longitudinal, possibilitando uma identificação acerca do tipo de drenagem existente em momentos de intensos *impacts* climáticos e o comportamento dos sedimentos carreados. Dessa forma, a partir da análise da hidrodinâmica através do diagrama de Pejrup (1988) (Figura 1) foi possível estabelecer a direção do fluxo no momento do depósito de sedimentos, sendo assim, a base do planossolo indicou uma hidrodinâmica muito alta, demonstrando exposição a um fluxo de evento de grande magnitude e baixa recorrência, com muito sedimento disponível caracterizando assim fluxo bidirecional, enquanto sua porção superior indicou uma hidrodinâmica moderada, considerada como um fluxo “normal” em chuvas episódicas no semiárido, estabelecendo assim, uma deposição gradual de sedimentos, características de dinâmica do próprio canal. Ambas as porções amostradas apresentaram fração de grânulos >3% (Figura 1), apresentando, dessa forma, grãos de fração alta, o que corrobora para a descrição exposta na seção vertical. Diante do explanado, é inegável a importância da análise das barras de canal para os estudos paleoambientais, apresentando assim mais uma forma de análise.

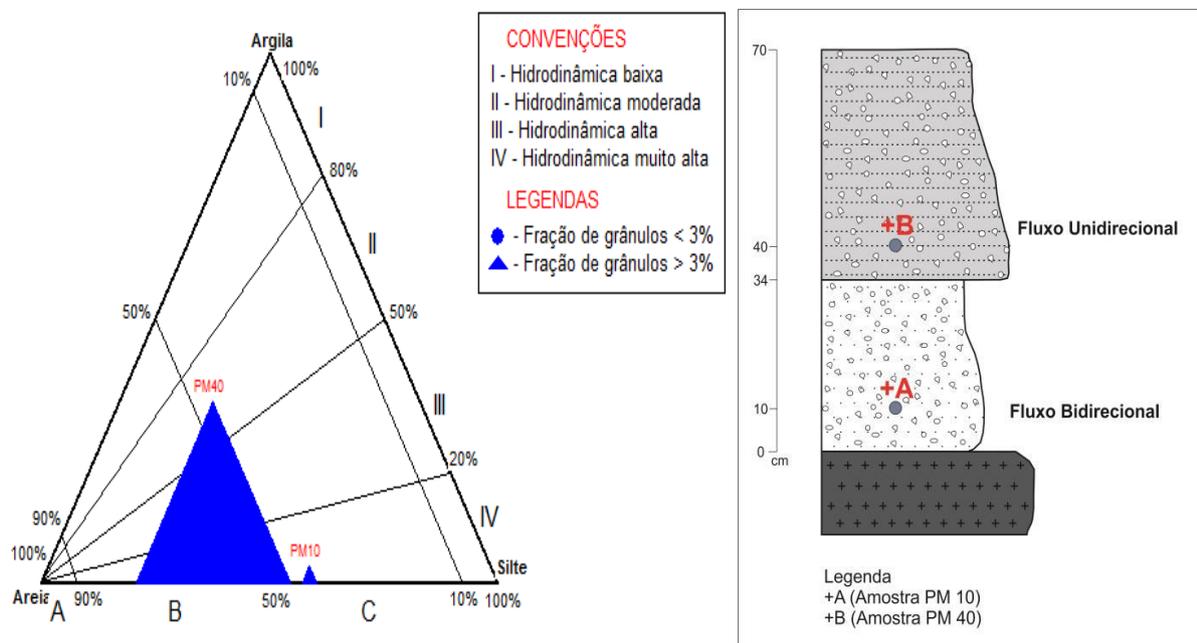


Figura 1. Diagrama Pejrup (1988), indicando a hidrodinâmica e perfil indicando os fluxos originários do Planossolo Malaquias.

### Referências

- Melo, R.F.T., 2014. Evolução dos Depósitos de Encosta no Leque Malaquias e Lagoa das Pedras no Entorno do Maciço Estrutural da Serra de Água Branca. 158p. Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Federal de Pernambuco.
- Miall, A. D. 1996. The geology of fluvial deposits Sedimentary facies, basin analysis, and petroleum geology. Berlin: Springer-Verlag, 582p.
- Pejrup, M. 1998. The triangular diagram used for classification of estuarine sediments: a new approach. In: De Boer, P. L., Van Gelder, A., Nio, S. D. (eds). Tide influenced Sedimentary Environments and Facies. Ridel, Dordrecht, 289-300.
- Silva, A.J.C.L.P., Aragão, M.A.N.F. & Magalhães, A.J.C. 2008. Ambiente de Sedimentação Siliciclástica do Brasil. Campos Magalhães – São Paulo.



## LEQUES ALUVIAIS NA PERSPECTIVA SEMIÁRIDA E SEU PAPEL NA RECONSTRUÇÃO PALEOAMBIENTAL, O CASO DO MACIÇO ÁGUA BRANCA, ÁGUA BRANCA - AL

Melo, Rhaissa Francisca Tavares de<sup>1</sup>; Ramos, Débora Albuquerque Meira Coelho<sup>1</sup>; Silva, Danielle Gomes da<sup>2</sup>; Correa, Antonio Carlos de Barros<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Laboratório de Geomorfologia do Quaternário – Doutoranda no Programa de Pós-Graduação em Geografia – UFPE.

<sup>2</sup>Laboratório de Geomorfologia do Quaternário – Professor do Departamento de Ciências Geográficas – UFPE.

A existência de precipitação escassa, mas concentrada, permite a existência repentina de fluxos de água muito elevados. Ao longo das vertentes, essas águas arrastam consigo grandes quantidades de material, canalizando-os para canais encaixados. Essas torrentes são assim lançadas para as áreas planas adjacentes, onde bruscamente perdem energia, originando acumulações sedimentares denominadas de leques. Os leques aluviais são depósitos sedimentares em formas de leque associado a sopés de áreas com rupturas bruscas de gradiente. Na sua morfologia predominam sedimentos oriundos de movimentos de massa como fluxos de detritos e corridas de lama (Suguio, 2010). Os leques aluviais ocorrem em regiões onde um fluxo de água passe suficientemente rápido de uma área de alta declividade para uma área de baixa declividade. A súbita mudança de gradiente resulta no decréscimo da velocidade do fluxo levando a uma deposição local. Uma das características dos leques aluviais é estarem geralmente relacionados a regiões áridas ou semiáridas, pobremente cobertas por vegetação, onde fortes tempestades ocasionais, causam altas descargas de sedimento (Mutzemberg, 2010). Mabesoone et al (1981), expõe as principais características de ambientes deposicionais fluviais no clima semiárido. De acordo com Stanistreet & MacCarthy (apud Suguio, 2003), os leques aluviais podem ser classificados em três grandes categorias: 1- Leques aluviais dominados por processos gravitacionais; 2- leques de rios entrelaçados e leques de rios meandrantos. O primeiro tem forte controle climático ou tectônico, enquanto os outros dois tem sido referidos na literatura como leques de clima úmido ou leques fluviais. Os leques aluviais encontrados no semiárido têm tamanhos reduzidos, e se desenvolvem à frente de escarpas íngremes pela interação de processos gravitacionais ou fluviais. Seu caráter intermitente possibilita uma progradação defasada, já que ativa apenas parte do leque. Stanistreet e McCarthy (1993 apud Bigarella, 2009) propõem que os leques dominados por fluxos de gravidade sejam denominados de leques por fluxo de detritos, entretanto, esta proposta não foi aceita neste trabalho, visto que, o fluxo de detritos é apenas um processo dentro de um amplo espectro de fluxos sedimentares de gravidade. Os depósitos dos fluxos de gravidade que constituem fácies características deste tipo de leque são produzidos por movimentos de massa (sedimento-água) originados a partir de dois processos básicos: 1- Fluxo de detritos, onde o peso do sedimento é >80% do total da massa; e 2- Fluxo fluidificado, onde o peso do sedimento está entre 40 e 80% do total da massa. Os Fluxos de Detritos são movimentos onde clastos de grandes dimensões podem ser transportados em massa, praticamente sem fricção, mesmo em planos de baixo gradiente. Estes fluxos podem ser coesivos e não coesivos, a depender da percentagem de sedimentos finos. Os fluxos de detritos não coesivos (<10% de sedimento fino) originam conglomerados clasto-suportado, muitas vezes com gradação inversa que podem apresentar imbricação e indicar o sentido do transporte. Já os fluxos de detritos coesivos (>10% de sedimento fino) apresentam comportamento plástico devido à maior viscosidade e o movimento interno é mais laminar que turbulento. Estes formam conglomerados matriz-suportado com seleção pobre e matriz lamosa. Clastos maiores de dimensões anômalas podem ocorrer “flutuando” no interior do depósito, ou projetar-se acima do seu topo. Os depósitos de cada fluxo apresentam espessuras variáveis, normalmente métrica (Silva et al 2008). Os fluxos fluidificados apresentam comportamento de fluido viscoso, com movimentos internos laminares e turbulentos. Produzem conglomerados clasto-sustentados com gradação normal, dispostos em camadas tabulares ou canalizadas. Hooke (1967) apresentou um tipo especial de depósito oriundo dos leques gravitacionais, denominado de depósitos de peneiramento. Estes podem se formar a jusante do ponto de intersecção, devido à súbita perda da capacidade de transporte com o desconfinamento do fluxo, e a acentuada infiltração de água, constituindo-se de pequenos lobos de

cascalhos grossos clastos-sustentados. A grande importância dos fluxos gravitacionais para os estudos paleoambientais está fincado em sua natureza episódica e a impressão deixada por estes na paisagem através de seus depósitos. São justamente estas características que marcam no sedimento a ocorrência dos pulsos climáticos. Sob o aspecto de sua análise os leques aluviais permitem a aplicação de diversas técnicas. O leque aluvial encontrado no maciço de Água Branca é composto de um grande pacote sedimentar, medindo 1,48 m com seis unidades estratigráficas distintas e uma stone-line, conforme demonstra sua seção vertical (Figura 1). Através da metodologia proposta segundo Folk & Ward (1957) para a matriz (frações de areia e silte/argila) a sua assimetria do Leque Malaquias demonstrou ter um predomínio de fluxo unidirecional, apenas a unidade LM 85 apresentou fluxo bidirecional (Figura 1). Dessa forma, a assimetria demonstrou que apesar da ocorrência de diversos *impacts* climáticos apenas a amostra LM 85 demonstrou ser oriunda de um evento indicou uma hidrodinâmica muito alta, demonstrando exposição a um fluxo de evento de grande magnitude e baixa recorrência, com muito sedimento disponível caracterizando assim fluxo bidirecional. Diante do exposto é inegável a importância dos leques aluviais na perspectiva semiárida para os estudos paleoambientais, apresentando assim mais uma perspectiva de análise para o entendimento da paisagem semiárida.

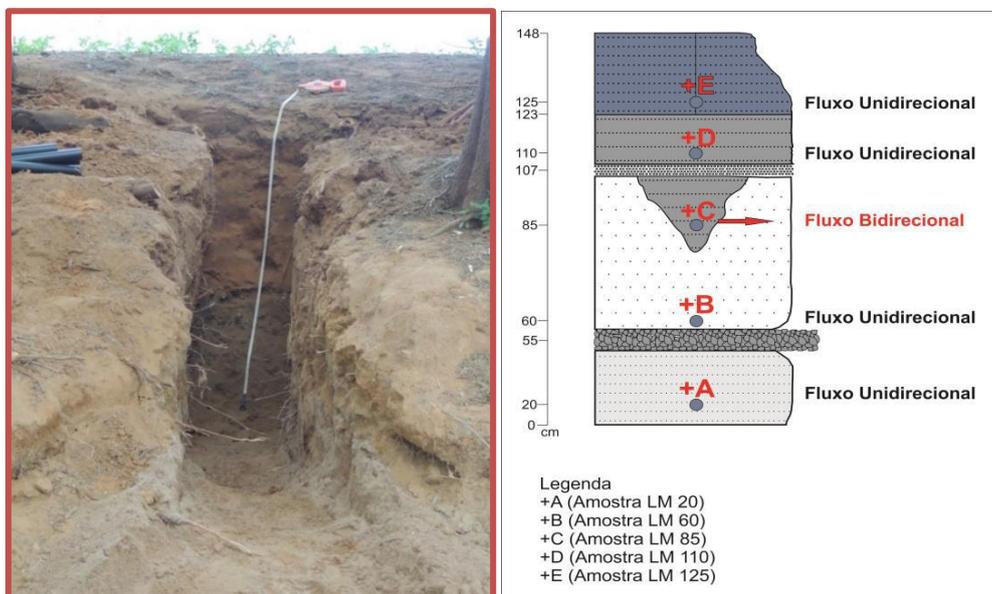


Figura 1. Trincheira e Perfil do Leque Malaquias com indicação de seus fluxos formadores.

## Referências

- Bigarella, J. J., Becker, R. D., Santos, G.F., 2009. Estrutura e Origem das Paisagens Tropicais e Subtropicais. Florianópolis: Editora da UFSC, Volume 1.
- Folk, R. L. & Ward, W., 1957. Brazos river bar: a study in the significance of grain size parameters. *Journal of Sedimentary Research*, 27: 3-26p.
- Hooke, R.B., 1967. Processes on arid: region aluvial fans. *Journal of Geology*. 75: 438 – 460.
- Mabesoone, J. M., 1981. Ambiente semiárido do Nordeste do Brasil: 1. Os rios efêmeros. *Série B: Estudos e Pesquisas*. v.4, p.83-9.
- Melo, R.F.T., 2014. Evolução dos Depósitos de Encosta no Leque Malaquias e Lagoa das Pedras no Entorno do Maciço Estrutural da Serra de Água Branca. 158p. Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Federal de Pernambuco.
- Mutzenberg, D., 2010. Ambientes de ocupação pré-histórica no Parque Nacional Serra da Capivara. Recife, Tese de Doutorado, Departamento de Arqueologia, Universidade Federal de Pernambuco.
- Silva, A.J.C.L.P., Aragão, M.A.N.F., Magalhães, A.J.C., 2008. Ambiente de Sedimentação Siliciclástica do Brasil. Campos Magalhães – São Paulo.
- Suguio, K. 2003. *Geologia Sedimentar*. Edgard Blücher, São Paulo. 400 p.
- Suguio, K., 2010. *Geologia do Quaternário e mudanças ambientais*. São Paulo: Oficina de Textos.



## A MICROSCÓPIA ELETRÔNICA DE VARREDURA (MEV) COMO FERRAMENTA PARA O ESTUDO GEOMORFOLÓGICO E A COMPREENSÃO DA EVOLUÇÃO DA PAISAGEM

Ramos, Débora Albuquerque Meira Coelho<sup>1</sup>; Melo, Rhaissa Francisca Tavares de<sup>2</sup>; Silva, Danielle Gomes da<sup>3</sup>; Correa, Antonio Carlos de Barros<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Laboratório de Geomorfologia do Quaternário – Doutoranda no Programa de Pós-Graduação em Geografia – UFPE.

<sup>2</sup>Laboratório de Geomorfologia do Quaternário – Doutoranda no Programa de Pós-Graduação em Geografia – UFPE.

<sup>3</sup>Laboratório de Geomorfologia do Quaternário – Professora do Departamento de Ciências Geográficas – UFPE.

<sup>4</sup>Laboratório de Geomorfologia do Quaternário - Professor do Departamento de Ciências Geográficas – UFPE.

Em função da complexidade envolvida na busca pela compreensão da evolução da paisagem, vários métodos de análise têm sido utilizados na tentativa de unir o máximo de informações possíveis acerca dos processos envolvidos no desenvolvimento das formas de relevo. Uma destas ferramentas trata-se do Microscópio Eletrônico de Varredura (MEV) que é um equipamento capaz de produzir imagens de alta ampliação (até 300.000 x) e resolução. O propósito desta técnica consiste em identificar os processos pelos quais o grão foi exposto até o momento da coleta. A avaliação dos grãos através do Microscópio Eletrônico de Varredura (MEV) busca diagnosticar suas feições superficiais. A fração utilizada foi de 0.250 µm e não ocorreu por acaso. De acordo com Krinsley & Doornakamp (1973 *apud* Corrêa, 2001) esta representa o ponto de ruptura entre o predomínio do transporte por suspensão e por tração. De acordo com Trewin (1995) a partir desta análise pode-se tirar conclusões a respeito dos ambientes de deposição e dos tipos de transporte a partir das feições superficiais dos minerais analisados. O Microscópio Eletrônico de Varredura utilizado neste trabalho foi o JEOL JSM-6460, pertencente ao Laboratório de Dispositivos e Nanoestruturas – LDN, filiado ao Departamento de Eletrônica da UFPE. As amostras foram preparadas em sala limpa, manuseadas por luvas e palitos a fim de evitar qualquer tipo de contaminação. Foram colados 10 grãos da fração 250 µm em uma fita de carbono fixada num disco de aço, cada amostra foi revestida por uma camada ultrafina de carbono, a função do carbono para esta análise consiste em sua característica condutora, que possibilita uma melhor visualização dos grãos. O critério de avaliação é visual e, portanto, sujeito a um grau de subjetividade inerente à própria técnica. Para tal, 32 categorias de feições superficiais são definidas, agrupadas em feições mecânicas (1 a 16), feições morfológicas (17 a 23) e feições de origem química (24 a 32). Para o presente trabalho foram utilizados grãos coletados em quatro seções verticais localizadas em domínios semiárido no Nordeste do Brasil. Os grãos foram analisados pela sua conjuntura total, e classificados a partir das categorias das feições superficiais, dispostos nas tabelas de 1 a 4 (modificadas de Trewin, 1995). Com os resultados obtidos pode-se concluir que os grãos analisados são oriundos de áreas diferentes e que mesmo inseridos no semiárido estão passando por processo de pedogênese e dissolução, o que indica circunstâncias de pH com capacidade de remoção de sílica. Quanto à abrasão das arestas, se estas tendem a esfericidade indicam longo transporte, e se preservadas dão indícios de terem percorrido curtas distâncias, podendo ainda ser classificados como litofragmentos que ao se partirem deixam seus planos de clivagem bem preservados, indicando depósitos recentes.



> 75% (abundante)	25-75% (comum)	5-25% (esparso)	< 5% (raro)	Ausente
----------------------	----------------	-----------------	-------------	---------

Tabela 01 – Amostra 1 CPP.

CPP	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32
40																																
89																																

Tabela 02 – Amostra 2 CPV.

CPV	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	
153																																	
230																																	
308																																	
410																																	

Tabela 03 – Amostra 3 CPEN.

CPEN	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	
10																																	
90																																	
123																																	
230																																	

Tabela 04 – Amostra 4 CPCA.

CPCA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	
35																																	
65																																	

Referências

Corrêa, A. C. B. 2001. Dinâmica geomorfológica dos compartimentos elevados do Planalto da Borborema, Nordeste do Brasil. Rio Claro. 386p. Tese de Doutorado, IGCE, UNESP.

Trewin, N. H. 1995. Use of the scanning electron microscope in sedimentology. In: TUCKER, M. 1995. Techniques in Sedimentology. London: Blackwell, p. 229 -273.



## MAPEAMENTO GEOMORFOLÓGICO DE DETALHE DA BACIA DO RIACHO PIANCOZINHO NO SEMIÁRIDO PERNAMBUCANO E PARAIBANO DO NORDESTE DO BRASIL

Ramos, Débora Albuquerque Meira Coelho<sup>1</sup>; Melo, Rhaissa Francisca Tavares de<sup>2</sup>; Silva, Danielle  
Gomes da.<sup>3</sup>; Correa, Antonio Carlos de Barros<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Laboratório de Geomorfologia do Quaternário – Doutoranda no Programa de Pós-Graduação em Geografia – UFPE.

<sup>2</sup>Laboratório de Geomorfologia do Quaternário – Doutoranda no Programa de Pós-Graduação em Geografia – UFPE.

<sup>3</sup>Laboratório de Geomorfologia do Quaternário – Professora do Departamento de Ciências Geográficas – UFPE.

<sup>4</sup>Laboratório de Geomorfologia do Quaternário - Professor do Departamento de Ciências Geográficas – UFPE.

Analisar e compreender a paisagem trata-se de um processo extremamente complexo, pois, inúmeras são as variáveis envolvidas e as respostas para explicação dos processos geomórficos quase nunca estão em evidência. O mapeamento geomorfológico (Figura 1) surge como ferramenta indispensável para o geógrafo/geomorfólogo, facilitando o entendimento do modelado terrestre, auxiliando não apenas na compreensão da paisagem e na visualização dos compartimentos do relevo, como também no processo de identificação de áreas de estocagem de sedimentos. De acordo com Corrêa (1997), o mapeamento geomorfológico de detalhe tem como principal objetivo, investigar as formas, defini-las e elucidar suas funções dentro do sistema. Dessa forma, o mapeamento das feições geomorfológicas reveste-se de suma importância para a organização e interpretação coerente do território, servindo ainda para auxiliar nos processos de planejamento do espaço. O mapeamento da Bacia do Riacho Piancozinho é apresentado em escala de detalhe, tendo em vista a carência de mapeamentos geomorfológicos voltados para a elucidação do modelado no semiárido pernambucano e paraibano, visando identificar, reconhecer e interpretar o significado geomorfológico de determinadas feições. Para a elaboração do banco de dados em ambiente SIG foi utilizado à interpretação da imagem do TOPODATA produzida a partir dos dados no Shuttle Radar Topography Mission (SRTM), folha 08s375 na escala 1:250.000 (1o de latitude por 1,5o de longitude), formato GeoTiff e com resolução espacial de 30m, disponibilizado pelo Banco de Dados Geomorfométricos do Brasil no site do INPE2. O datum e o elipsóide de referência em todos os cartogramas foi o WGS 84 Zona 24S. O tratamento digital da imagem foi realizada com a utilização dos softwares ArcGis 9.3. A metodologia de mapeamento utilizado seguiu as normas estabelecidas pela comissão de mapeamento geomorfológico de detalhe da UGI – União Geográfica Internacional, Demeck (1972). Realizado o tratamento das imagens foram traçadas as rupturas de declividade diferenciada e linear com base nas curvas de níveis e da realização de perfis topográficos, a fim de identificar quebras de patamares. Após este procedimento foi possível separar as feições e identifica-las dentro dos parâmetros analisados em campo e da proposta metodológica adotada. Em uma primeira aproximação da escala de análise dos componentes do relevo da Bacia do Piancozinho, sugere-se a seguinte compartimentação, permitindo visualização a uma escala de 1:100.000. Para as UNIDADES MORFOESTRUTURAIS são contemplados o Planalto da Borborema considerado como a principal unidade de relevo do Nordeste oriental, o Planalto Sertanejo e a Depressão Sertaneja. Como UNIDADES MORFOESCULTURAIS, dentro dos MODELADOS DE DENUDAÇÃO são identificados pedimentos com cobertura detrítica dissecado, depressão interplanaltica, unidades de cimeira e encosta sem cobertura coluvial, já os MODELADOS DE AGRADAÇÃO contemplam encostas com cobertura coluvial e plano aluvial. A partir do mapeamento da Bacia do Riacho Piancozinho foi possível identificar as áreas de estocagem de sedimento, como as encostas com cobertura coluvionar. Esse processo auxilia de forma significativa para as coletas em campo, tal como permite uma visão completa do modelado, auxiliando na apreciação e compreensão da dinâmica desta paisagem.

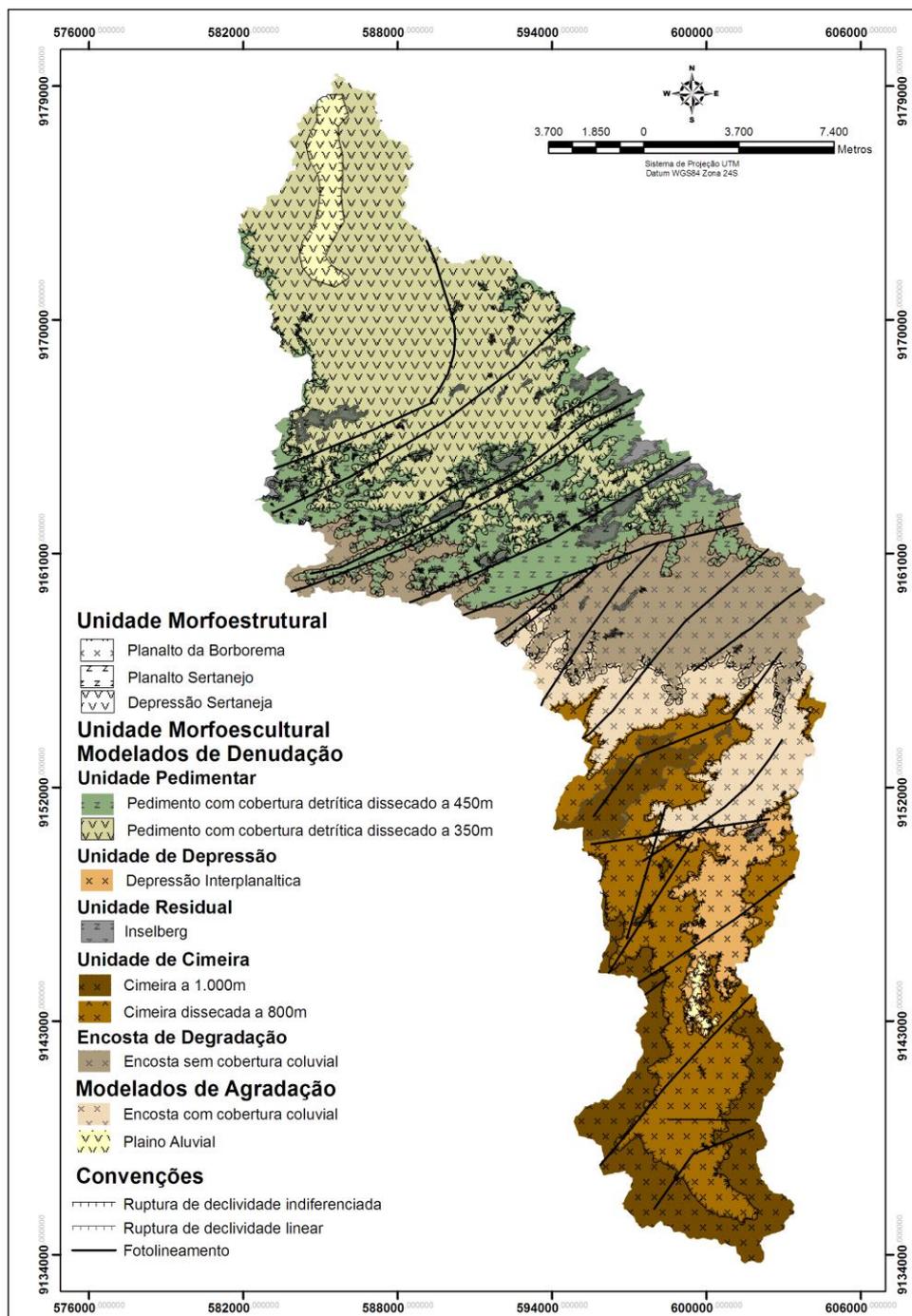


Figura1. Mapeamento Geomorfológico de Detalhe da Bacia do Riacho Piancozinho (Fonte: a autora).

### Referências

- Corrêa, A. C. B. 1997. Mapeamento geomorfológico de detalhe do maciço da Serra da Baixa Verde, Pernambuco: estudo da relação entre a compartimentação geomorfológica e a distribuição dos sistemas geoambientais. 183p. Dissertação de Mestrado, Programa de Pós Graduação em Geografia, Universidade Federal de Pernambuco.
- Demek, J. 1972. Manual of Detailed Geomorphological Mapping. Prague: Academia. 520p.



## SEDIMENTAÇÃO QUATERNÁRIA NA REGIÃO DE CONFLUÊNCIA DOS RIOS SOLIMÕES E PURUS, AMAZÔNIA OCIDENTAL

Marcel Silva Passos<sup>1</sup>, Emilio Alberto Amaral Soares<sup>1</sup>

<sup>1</sup>*Programa de Pós-Graduação em Geociências (PPGGEO) - Instituto de Geociências (ICE) – Universidade Federal do Amazonas (UFAM).*

Os depósitos sedimentares quaternários da região de confluência dos rios Solimões e Purus, são constituídos por três níveis de terraços fluviais (denominados informalmente de superior, intermediário e inferior), desenvolvidos sobre rochas sedimentares cretácea (Formação Alter do Chão) e/ou miocena (Formação Novo Remanso), que abrangem parte dos municípios de Manacapuru, Beruri, Anori, Anamã e Codajás na Amazônia Ocidental. Os terraços se estendem por mais de 150 km constituindo as planícies aluviais desses rios e foram individualizados neste estudo com base no relevo, altitude, morfologia deposicional, drenagem e idades. O terraço superior é o mais expressivo, situa-se mais afastado nas margens dos canais principais, disposto em cotas de 25 a 65 m de altitude sendo parcialmente atingido pelas inundações anuais. Apresenta relevo dissecado na forma de morros e colinas, exibindo predominantemente o padrão de drenagem dendrítica a subdendrítica, sendo que localmente preserva a morfologia deposicional de cristas e depressões característica de barras de acreção lateral. Os terraços intermediários e inferiores situam-se nos intervalos de cotas de 25-46 m e 14-41 m, respectivamente, dispõem-se em faixas estreitas e alongadas que acompanham os limites dos canais dos rios Solimões e Purus, sendo inundados periodicamente pelas enchentes sazonais. Em geral, esses terraços apresentam relevo plano, com suaves ondulações definida pela morfologia deposicional complexa de barras de acreção lateral, sendo recortados por canais secundários de planície, denominados de “furos e paranás”, que ao desaguardem nos lagos desenvolvem deltas estreitos e alongados. Sobre os terraços intermediário e inferior se desenvolveram lagos de tamanhos e formas variados, classificados principalmente como arredondados, alongados e estreitos. Entretanto, os lagos mais expressivos são os represados (denominados de rias fluviais) e os de meandros abandonados. O primeiro se estende por dezenas de quilômetros sobre o terraço fluvial superior, é sinuoso, alongado com ramificações dendríticas e sua terminação coincide com limite deste terraço com o intermediário, orientado segundo os principais lineamentos tectônicos regionais, enquanto o segundo localiza-se sobre o terraço intermediário e exhibe forma de meia lua. Em geral, os depósitos de terraços são constituídos principalmente de camadas de areias e lamas (silte e argila), em diferentes proporções, que compõem os pares de estratificação heterolítica inclinada das barras em pontal. Os depósitos do terraço superior apresentam coloração rosada a avermelhada com feições de pedogênese e exibem em alguns locais sítios arqueológicos no topo das barras, enquanto os dos terraços intermediário e inferior apresentam coloração cinza, são ricos em matéria orgânica e, localmente, apresentam camadas descontínuas ricas em troncos, raízes e folhas, com até 2 m de espessura, descritos como turfeiras. Dados de datação (radiocarbono e luminescência) permitiram posicionar os terraços fluviais estudados no intervalo Pleistoceno Superior a Holoceno. Dados geomorfológicos obtidos por sensores remotos (imagens do sensor Landsat 8, ALOS/PALSAR e SRTM) e de mapeamento geológico, permitiram delinear 4 principais feições de feições de paleocanais nos depósitos de terraços fluviais, conforme enfatizados nos trabalhos de Teixeira & Soares (2011) e Soares & Teixeira (2011). O paleocanal mais expressivo ocorre na margem sul da planície aluvial do Rio Solimões (próximo da confluência com o Rio Purus), apresenta cerca de 140 km de extensão e 8 km de largura, sendo preenchido por sedimentos arenosos e lamosos, cujo traçado foi definido inicialmente no trabalho de Latrubesse & Franzinelli (2002). A disposição dos terraços nas margens dos rios Solimões e Purus, bem como a concentração de lagos sobre os terraços são evidências do deslocamento dos canais destes rios, para norte e sul, por cerca de 150 km. Além disso, a morfologia deposicional de barras de acreção lateral com estratificação heterolítica inclinada, bem como a existência de paleocanais, que evidenciam episódios de avulsão e retomada da sedimentação, indicam



um sistema fluvial meandrante durante a implantação destes rios no Pleistoceno Superior, que difere do atual estilo *ananbranching*.

#### Referências

- LATRUBESSE, E.M. & FRANZINELLI, E. 2002. The Holocene alluvial plain of the middle Amazon River, Brazil. *Geomorphology*, v. 44, n. 3, p. 241-57.
- SOARES, E.A.A; TEIXEIRA, S.G. 2011. Fusão de imagens SAR-R99B e Landsat-7 para identificação de Paleocanais na planície aluvial do Rio Solimões, Amazônia Ocidental. In: Congresso da Associação Brasileira de Estudos do Quaternário (ABEQUA) e III Encontro do Quaternário Sulamericano, 13, 2011, Anais... Armação dos Búzios-RJ: ABEQUA, Artigos, CD-ROM.
- TEIXEIRA, S.G.; SOARES, E.A.A. 2011. Uso de imagens multi-sensores na identificação de paleocanais na planície aluvial do Rio Solimões, Amazônia Ocidental. In: Congresso da Associação Brasileira de Estudos do Quaternário (ABEQUA) e III Encontro do Quaternário Sulamericano, 13, 2011, Anais... Armação dos Búzios-RJ: ABEQUA, Artigos, CD-ROM.



## ANÁLISE SEDIMENTOLÓGICA NA DEFINIÇÃO DE SENSIBILIDADE AO ÓLEO NA LAGOA DOS PATOS E LAGO GUAIBA, RS.

Vanessa Caetano Marques<sup>1</sup>, João Luiz Nicolodi<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Laboratório de Oceanografia Geológica - Instituto de Oceanografia – Universidade Federal do Rio Grande

Em meados dos anos 2000 o Ministério do Meio Ambiente deu início ao mapeamento das bacias sedimentares brasileiras, gerando mapas de sensibilidade ambiental para auxiliar na elaboração de planos de contingência em casos de acidentes com petróleo e seus derivados. Esses mapas funcionam como ferramentas técnico-gerenciais eficazes no fornecimento de subsídios para a elaboração da ação resposta (Ministério do Meio Ambiente, 2007). Embora o método oficial seja eficaz e expedito, diversas discrepâncias vêm sendo observadas ao longo do mapeamento de sensibilidade ao óleo da bacia de Pelotas ([www.saopelotas.furg.br](http://www.saopelotas.furg.br)). O presente trabalho aborda a análise de aspectos sedimentares da bacia de pelotas e sua contextualização com o índice de sensibilidade litorânea, abordando questões específicas relativas a granulometria dos ambientes e sua relação com o ISL, uma vez que amostras bimodais e até mesmo polimodais podem não estar representadas corretamente nos índices de sensibilidade oficiais do MMA (Marques & Nicolodi, 2014). O sistema Patos-Guaíba atua como uma bacia de compensação, recebendo águas de uma bacia de drenagem de 200.000 km<sup>2</sup>, onde estão situados 260 municípios ocupados por uma população de 7.000.000 de habitantes, cerca de 80% da população do Estado. Possui uma vazão média anual de 4.800 m<sup>3</sup>/s e o tempo de residência médio da água em seu interior é da ordem de 108 dias/ano (Toldo Jr., 1994). Tal sistema estende-se na direção NE-SW, entre as latitudes 30°30' e 32°12'S e entre as longitudes 050°30' e 052°32'W. Com uma área de aproximadamente 10.227 km<sup>2</sup>, é considerada a maior laguna do tipo “estrangulada” do mundo (Kjervfe, 1986, *apud* Asmus, 1998). A relevância deste tipo de estudo é expressa pelo fluxo hidroviário intenso que ocorre entre Rio Grande e Porto Alegre- RS. As navegações são realizadas por embarcações fluviomarítimas de até 5,10 m de calado, numa extensão de 250 km. As variáveis climáticas também dificultam a navegação quando os ventos são fortes. Além do transporte de mercadorias, a praticagem é uma atividade obrigatória em seu interior (Diretoria de Hidrografia e Navegação, 2011). Dentre as atividades portuárias realizadas no estuário da Lagoa dos Patos podem se destacar as atividades envolvendo petróleo e seus derivados, que englobam o abastecimento de embarcações, carga de hidrocarbonetos e descarga de óleo bruto (Osinaldi, 2002). Desta forma, o ambiente lagunar está constantemente susceptível a desastres naturais relacionados à possíveis vazamentos de óleo e derivados. Para a realização deste trabalho foram feitas saídas de campo para coleta de material e observações dos ambientes (costeiros e lagunares), bem como o tratamento das amostras sedimentares coletadas (total de 132). Tal tratamento consiste em lavagem (retirada de sais), secagem, quarteamento (homogeneização do material), peneiramento com ¼ de phi (Suguio, 1973). As análises estatísticas utilizadas para quantificar os resultados foram efetuadas no software R com o pacote Rysgran, apropriado para análise sedimentar, conforme o exemplo da figura 1. Segundo os resultados, as distinções mais expressivas do pacote sedimentar da Lagoa dos Patos encontram-se na margem oeste, bem como em praias do Lago Guaíba, como as do Parque Estadual de Itapuã. Tais praias apresentam pacotes sedimentares bastante heterogêneos, mal selecionados, constituindo distribuições bimodais e/ou polimodais e assimétricas. Apenas essas características já sustentariam a não representatividade destes ambientes pelo método oficial para a determinação da sensibilidade do litoral à óleo, pois o método oficial é baseado em amostras sedimentares uniformes. Ademais, devido aos pacotes sedimentares serem mal selecionados, o tipo de substrato presente na face de praia (local de toque do óleo em caso de acidente) é determinado de acordo com duas variáveis que não são levadas em consideração pela metodologia oficial, a energia de onda no momento, bem como o nível de água do sistema. O nível energético é determinado pela dinâmica eólica, a qual, com ventos de NE-SW (predominantes), ocasiona uma acumulação de água na margem oeste, influenciando, desta forma, a competência no transporte sedimentar, expondo uma granulometria mais grossa na face de praia. A outra variável é relacionada à

descarga continental oriunda da bacia hidrográfica do Sudeste, que deságua no sistema lagunar. Essa descarga depende dos índices pluviométricos, e determina os períodos de alto e baixo nível de água no sistema. Assim, a granulometria apresentada na face da praia muda constantemente. Desta forma, a sensibilidade destes ambientes não seria tão estática como prevê o método oficial do MMA, fato que pode incrementar a dificuldade em uma ação de emergência.

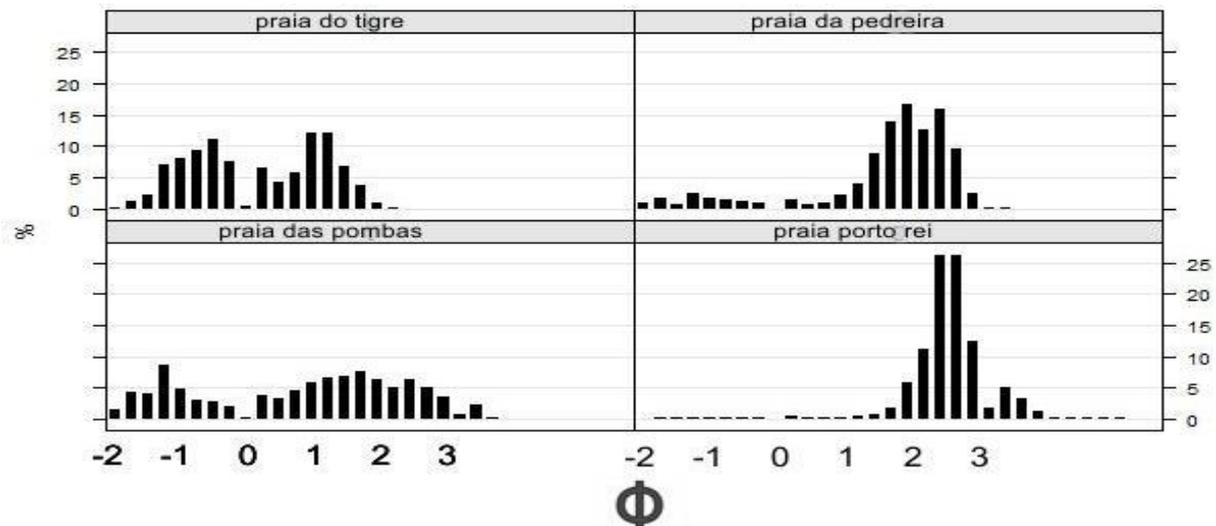


Figura 1. Distribuições com frequências simples do sistema lagunar Patos- Guaíba, com o eixo x representando a variável phi (tamanho das partículas) e o eixo y representando a frequência simples em cada classe de phi.

#### Referências:

- Asmus, M.L., 1998. A planície costeira e a Lagoa dos Patos, p. 9-12. In: U. Seeliger; C. Odebrecht & J.P. Castello (Eds). Os Ecossistemas Costeiro e Marinho do Extremo Sul do Brasil. Ecoscientia, Rio Grande, p. 314.
- DHN, Diretoria de Hidrografia e Navegação. Marinha do Brasil. Normas da autoridade marítima para navegação e cartas náuticas. Normam 28. p. 1-57. Disponível em [https://www1.mar.mil.br/dhn/sites/www1.mar.mil.br/dhn/files/normas\\_legislacao/normam\\_28.pdf](https://www1.mar.mil.br/dhn/sites/www1.mar.mil.br/dhn/files/normas_legislacao/normam_28.pdf). Acessado em: 25 mai. 2015.
- IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2011. Av. Franklin Roosevelt, 166 - Centro - 20021-120 - Rio de Janeiro, RJ – Brasil. Atlas geográfico das zonas costeiras e oceânicas do Brasil. 177 p.
- Marques, V. C., Nicolodi, J. L. 2014. Análise das heterogeneidades granulométricas da Bacia de Pelotas e sua contextualização com o Índice de Sensibilidade do Litoral. In: 10º Simpósio Nacional de Geomorfologia, Manaus. Anais do X Simpósio Nacional de Geomorfologia. Rio de Janeiro: UGB, v. 1.
- MMA, Ministério do Meio Ambiente. 2007. Especificações e Normas Técnicas para Elaboração de Cartas de Sensibilidade Ambiental para Derramamentos de Óleo. 107 p.
- Osinaldi, G. 2002. Implantação de um sistema geográfico de informações no estuário da Lagoa dos Patos. Fundação Universidade Federal do Rio Grande. Monografia de Graduação. Rio Grande. 50p.
- Projeto Cartas SAO Pelotas. Disponível em <[www.saopelotas.furg.br](http://www.saopelotas.furg.br)> Acessado em: 25 mai. 2015.
- Suguio, K. 1937. Introdução à sedimentologia. São Paulo, 1973. Edgard Blücher. 321 p.
- Toldo Jr., E.E. 1994. Sedimentação, Predição do Padrão de Ondas, e Dinâmica Sedimentar da Antepraia e Zona de Surfe do Sistema Lagunar. 183 p. Tese de Doutorado em Geociências, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul



## ESTUDO DO CLIMA DE ONDAS DA PLATAFORMA CONTINENTAL DO LITORAL NORTE DA BAHIA

Fernanda Almeida Soares dos Santos

*Laboratório de Física Nuclear Aplicada - Instituto de Geociências – Universidade Federal da Bahia.*

Ondas de gravidade são também denominadas de vagas ou *sea* e as ondas formadas fora do seu local de aparecimento, são definidas por marulho ou *swell*. Elas são as principais responsáveis pelo transporte de sedimento ao longo do litoral de praias oceânicas, uma vez que dissipam a energia na costa, logo, determinam também as características geomorfológicas do litoral. A ação das ondas apresenta um caráter expressivo na plataforma continental. A passagem das mesmas cria um fluxo oscilatório junto ao fundo que em conjunto com sedimentos não consolidados, que cobrem a superfície da plataforma continental, podem originar diferentes tipos de formas de leito, que são utilizadas como um indicador da remobilização de sedimentos da superfície pela ação das ondas, Campos & Dominguez (2010). Os conhecimentos das alturas, dos períodos e das direções das ondas no início da zona de arrebentação, assim como as características geomorfológicas da praia, são essenciais ao conhecimento da evolução morfológica das mesmas, o que permite, por exemplo, prever respostas a possíveis ações antrópicas (Pereira *et al.*, 2000). Toda estrutura costeira está sujeita a ação da agitação marítima provocada pelas ondas de gravidade, que podem também afetar inúmeros setores de atividades que vão desde as executadas mais próximas à região costeira como as de lazer, pesca, esportiva e de navegação até aquelas que são realizadas em regiões mais distantes da costa como a perfuração de poços e exploração de minerais marinhos preciosos (Cuchiara *et al.*, 2006). Cerca de 70% de todos os seres humanos habitam na região costeira (Cherfas, 1990). Porém, as investigações sobre o clima de ondas ainda são poucas e concentradas na região sul e sudeste do Brasil, com exceção do estudo de Pianca *et al.* (2010), que realizou um estudo mais complexo a partir de uma série de dados de 11 anos gerados pelo modelo WaveWatch III, onde foi feita uma comparação de dados simulados para 6 pontos ao longo da margem continental brasileira. Com base nessas considerações, este estudo tem como principal objetivo investigar o clima de ondas para um trecho representativo do litoral norte da Bahia a partir da obtenção de dados de ondas com resolução direcional, para assim gerar a determinação do clima e caracterização das mesmas. Trata-se de um estudo inédito na região do litoral norte da Bahia que será realizado pela análise dos seguintes parâmetros de onda: Altura significativa de onda, período de pico de onda e direção de pico de onda. Para a realização deste estudo, foram utilizados dados medidos *in situ* com o perfilador acústico de efeito Doppler – ADCP Work Horse Sentinel de 600 kHz, com medidor de onda direcional – Waves Array acoplado. O equipamento foi então instalado no dia 25 de novembro de 2014 na Praia do Forte, situada no município de Mata de São João, no litoral norte da Bahia. O embarque do ADCP foi realizado às 8h10, a imersão às 8h57 e a instalação às 9h10, ficando então instalado na profundidade de 32 m a uma altura de solo de 0,45 m. Para facilitar a sua localização, foi colocada uma boia 30 m a oeste do ADCP. A coordenada de localização do ADCP é de 12,60382 S e 37,97551 W. A partir dessa data, obtivemos um conjunto de dados que foram coletados periodicamente e em seguida foram expressos em séries temporais e histogramas, como mostra a série temporal da altura de onda significativa (Figura 1), que contém dados de ondas que vão desde novembro de 2014 até maio de 2015, sendo que o espaço em branco entre as séries de dados é referente ao período em que a bateria do ADCP terminou e ficamos sem dados nesse período, pois ainda não sabemos a duração média da bateria. Futuramente iremos interpolar esses dados que faltam com dados de outro ADCP fundeado na Bahia de Todos os Santos. Os resultados das alturas significativas de onda e dos períodos de pico de ondas, assim como as direções de pico das ondas para as respectivas estações do ano em que foram coletados são bem próximos aos resultados obtidos por Pianca *et al.* (2010). Com relação à direção da onda relacionada com sua altura e período, segundo Pianca *et al.* (2010), para o período de janeiro de 1997 a dezembro de 2007, na primavera, as maiores porcentagens de alturas de ondas são entre 1-2 m, com períodos de 6-8 s. No verão, as maiores porcentagens de alturas de onda são entre 1-2 m, com períodos de 6-8 s. Já

no outono, as maiores porcentagens de alturas de ondas são entre 1-2 m, com períodos de onda de 6-8 s. Segundo a autora, a migração sazonal da ZCIT dá origem a ventos alísios de nordeste e de sudeste, o que por consequência geram ondas oriundas principalmente de leste e de sudeste que atingem a região costeira em estudo. Os resultados obtidos com os dados coletados pelo ADCP mostram que: na primavera, a média da altura de ondas significativa foi de 1,34 m e a média do período de pico de onda foi de 7,76 s. No verão, a média da altura de ondas significativa foi de 1,16 m e a média do período de pico de onda foi de 7,15 s. Já no outono, a média da altura de ondas significativa foi de 1,17 m e a média do período de pico de onda foi de 8,56 s. As direções de onda predominantes encontradas também foram de leste e sudeste.

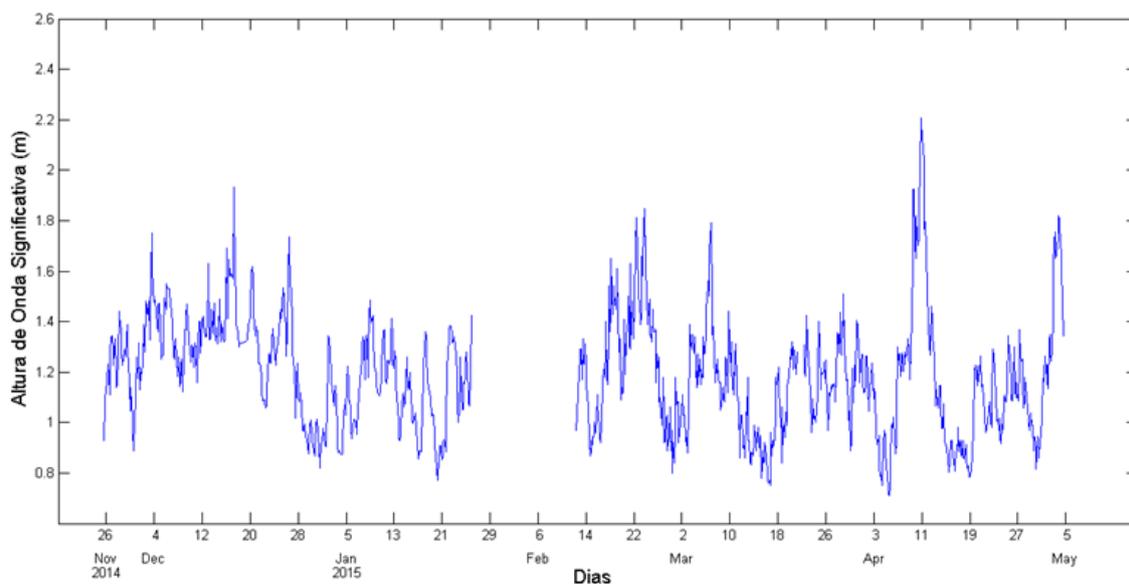


Figura 1. Série temporal da altura significativa de onda (Hsig.)

#### Referências

- Campos, R. H. S. & Dominguez, J. M. L. 2010. Mobility of Sediments Due To Wave Action On The Continental Shelf Of The Northern Coast Of The State Of Bahia. *Brazilian Journal Of Oceanography*, v. 58 (special issue PGGM): 7-63.
- Cherfas, C. 1990. The fringe of the ocean – under siege from land. *Science*, v. 248, n. 4952, p.163-164.
- Cuchiara, D.; Fernandes, E.H.; Strauch, J.C.; Calliari, L.J. Modelagem numérica do comportamento das ondas na costa do Rio Grande do Sul. II seminário e Workshop em Engenharia Oceânica, pp 15 (publicado em CD sem paginação). Rio Grande. NOV/2006.
- Garrison, T. 2010. Fundamentos de oceanografia. Ed. Cengage Learning. 4ª edição.
- Pereira, J.; Candella, R.N. & Carvalho, J.L.B. 2000. O clima de ondas na costa sul do Arraial do Cabo, RJ: Distribuição de parâmetros de onda. *Notas Técnicas Facimar, Itajaí SC*, v.4, p. 1-9.
- Pianca, C.; Mazzini, P. L. F. & Siegle, E. 2010. Brazilian offshore wave climate based on NWW3 reanalysis. *Brazilian Journal of Oceanography*, vol.58, n°.1, São Paulo, Jan/Mar.
- Tessler, M. G. & Souza, L. A. P. 1998. Dinâmica sedimentar e feições sedimentares identificadas na superfície de fundo do sistema Cananéia-Iguape, SP. *Rev. Bras. Oceanogr.* [online]. v. 46, n.1, p. 69-83. ISSN 1413-7739.



## INSTABILIDADE E IMPACTO ANTRÓPICO NO CAMPO DE DUNAS DA PRAIA DO CASSINO

Salette A de Figueiredo<sup>1</sup>, Yana F Germani<sup>1</sup>, Miguel G Albuquerque<sup>2</sup> e Lauro J. Calliari<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Laboratório de Oceanografia Geológica - Instituto de Oceanografia – Universidade Federal do Rio Grande. <sup>2</sup>Instituto Federal do Rio Grande do Sul, Campus Rio Grande.

O atual cenário de mudanças climáticas globais vem acompanhado de projeções de subida do nível médio do mar e aumento da incidência de eventos extremos tornando as áreas costeiras ao redor do mundo cada vez mais vulneráveis a erosão e degradação (Nicholls *et al.*, 2008). Além disso, o grande potencial atrativo para uso e ocupação faz das áreas costeiras um ambiente muito sujeito a pressões antrópicas, que o tornam ainda mais vulnerável. Os cordões de dunas são os ambientes costeiros mais suscetíveis e diretamente afetados pelos impactos tanto globais como locais, sendo de especial relevância na proteção costeira e do patrimônio, eles formam uma barreira física reduzindo a área afetada durante os eventos de inundação. No estado do Rio Grande do Sul, áreas costeiras eram inicialmente utilizadas como opções de lazer e recreação principalmente durante os meses de verão. Entretanto, hoje este cenário vem mudando e o número de residências permanentes no balneário e cada vez maior. Neste contexto, o presente trabalho teve o objetivo de avaliar o impacto antrópico sobre as dunas costeiras da região do balneário Cassino avaliando sua morfologia ao longo do ano. A região em enfoque neste estudo é o setor adjacente aos molhes da barra do Rio Grande faz parte de uma barreira costeira arenosa de idade holocênica composta de sistemas praias dissipativos, campos de dunas, marismas e sangradouros associados (Villwock & Tomazelli, 1995). No presente trabalho foram feitos levantamentos topográficos durante o verão e o inverno utilizando o GPS-RTK (*Real Time Kinematic*) em dois locais da Praia do Cassino, os quais foram denominados: Setor Molhe (localizado próximo da base dos molhes da barra do Rio Grande) e Setor ABC IX (localizado próximo ao loteamento denominado ABC IX). Os levantamentos cobriram uma extensão de 1 km longitudinalmente à costa nos dois setores. Os pontos de medição adquiridos obedeceram a um intervalo de aproximadamente 30 m paralelamente, e 60 m transversalmente à praia. Os valores obtidos com o GPS-RTK forneceram as altitudes elipsoidais do terreno, sendo necessária, portanto, a transformação em altitude ortométrica, conforme Ayhan (2003). Neste caso, o valor de correção utilizado foi de 8,414 m (Teixeira, 2011). A partir dos levantamentos de campo foram gerados os modelos digitais de terreno para os dois setores a partir da interpolação pelo método *Natural neighbours*, e a seguir, calculado o balanço sedimentar entre os levantamentos feitos no inverno e no verão através do programa ArcGIS®, com a ferramenta *Surface Analysis - Cutfill*. Assim foram avaliadas as alterações morfológicas no campo de dunas entre inverno e verão (Fig. 1). Durante o verão o Setor ABC IX apresentou uma visível segmentação do cordão de dunas, além de erosão na porção das dunas frontais. Houve o predomínio de acreção ao longo do canal do sangradouro e nas regiões posteriores do campo de dunas. A erosão do cordão de dunas frontais se deu pela ação das marés meteorológicas e pela da ação antrópica, devido à passagem da moto-niveladora. Durante a coleta de dados de verão foi observada a proximidade da linha de espraiamento da base das dunas frontais e o escarpamento das mesmas, evidenciando a vulnerabilidade do Setor ABC. De forma geral, no Setor ABC IX o padrão morfológico erosivo mostra trechos bem marcados transversais a linha de costa, os quais coincidem com as trilhas de acesso à praia dando indícios de impacto antrópico devido ao pisoteio. O volume erodido total entre o período de inverno e verão para o setor foi de 41.017 m<sup>3</sup> e o valor de acreção foi de 30.529 m<sup>3</sup>. Já o setor molhe caracteriza-se, por um cordão de dunas mais contínuo e sem a presença de sangradouros. Entretanto, quando analisamos a variação de volume entre os meses de inverno e verão, o trecho apresentou uma grande variação indicando uma maior instabilidade. A erosão predominou na base das dunas frontais e dunas interiores mais próximas ao molhe. O cordão de dunas primárias mostrou acreção sedimentar durante o verão, com aumento da altura dessas feições, e uma maior continuidade dos cordões, conforme se distanciava do molhe. Este padrão de instabilidade sedimentar com grande variação de volume entre os dois levantamentos pode ser atribuído ao fato de

que há uma área extensa de areia não fixada por vegetação próxima ao molhe, deixando estas áreas mais sujeitas à remobilização devido ao transporte eólico intenso nos meses de primavera na região. Este fato ocorre principalmente em função da frequente utilização da passagem da moto-niveladora, com o intuito de nivelar o terreno e retirar o excesso de areia deste trecho para a passagem dos veículos. Este manejo forçado se dá mais intensamente nos meses de verão. No setor molhe o valor erodido total foi de 28.102 m<sup>3</sup> e acrescido total no trecho foi de 113.591 m<sup>3</sup>. O presente trabalho alerta para o fato de que as atuais técnicas de manejo e proteção de praia e dunas e na região urbanizada do Balneário Cassino não estão sendo suficientes para impedir que estas sofram impactos que afetam a sua estabilidade e preservação. Os resultados obtidos em curto prazo nessa pesquisa indicam que é necessário um melhor entendimento da dinâmica e dos impactos sofridos nestas áreas para o desenvolvimento de um plano de manejo e uso mais adequado. Sugere-se a construção de passarelas e a implantação de cercas barrando o acesso nas áreas mais alteradas. Além de cessar o uso extensivo de maquinaria pesada na região de dunas e praias. Enfatiza-se a necessidade de monitoramentos mais longos, a fim de acompanhar as tendências na variação do volume sedimentar em maior escala temporal e espacial caracterizando zonas de maior vulnerabilidade.

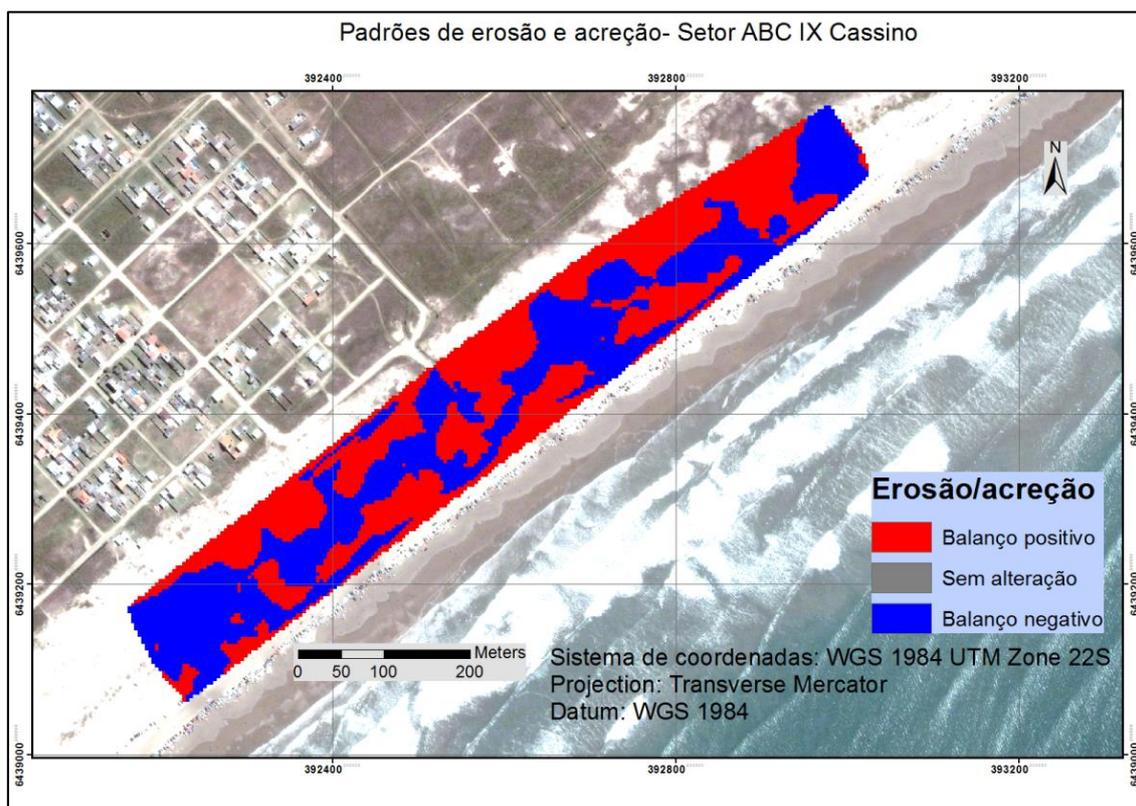


Figura 1. Padrões de erosão e acreção no setor ABC IX- Cassino, Rio Grande, Rio Grande do Sul.

#### Referências

- Ayhan, M.E. 1993. Geoid determination in Turkey (TG-91). Bulletin Géodésique, 67 (1): 10-22.
- Teixeira, D.L. 2011. Elaboração da carta de ondulações geoidais da metade sudoeste do Balneário Cassino, Rio Grande/ RS, com o uso do Sistema GNSS/ Nivelamento. 78 p. Trabalho de conclusão de Curso Técnico em Geoprocessamento. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul.
- Nicholls, R. J., Wong, P.P., Burkett, V., Woodroffe, C.D. & Hay, J. 2008. Climate change and coastal vulnerability assessment: scenarios for integrated assessment. Sustainability Science 3, 89-102.
- Villwock, J.A. & Tomazelli, L.J. 1995. Geologia costeira do Rio Grande do Sul. Notas Técnicas. CECO, Instituto de Geociências, UFRGS, n.8, 45p., Porto Alegre.



## UTILIZAÇÃO DO $\mu$ -EDX PARA DETERMINAÇÃO DE ELEMENTOS QUÍMICOS EM PERFIS DE ANTROPOSSOLOS – GUARAPARI (ES)

Rafael C. Teixeira<sup>1</sup>, Pablo A. Rocha<sup>1</sup>, Elton E. N. Alves<sup>1</sup>, Saymon F. E. Bittencourt<sup>1</sup>, Andre L. L. Faria<sup>2</sup>, Liovando M. Costa<sup>1</sup>, Carlos E. G. Reynaud Schaefer<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Laboratório de Geoquímica – Departamento de Solos. <sup>2</sup>Laboratório de Geomorfologia – Departamento de Geografia – Universidade Federal de Viçosa.

Ao longo dos anos, as ações antrópicas têm modificado as paisagens naturais da superfície terrestre, acarretando alterações no compartimento solo (pedosfera). Nesse contexto, uma nova classe de solo surge, os chamados Antropossolos. Nessa classe de solo o homem é considerado um fator primordial de formação, diferenciando dos solos de formação natural (Embrapa, 2004). As modificações desses solos pelo homem apresentam relevância na estrutura física, mineralógica e química, sendo esse último, a base de referência para este trabalho. Objetivou-se analisar quimicamente dois Antropossolos utilizando o espectrômetro de microfluorescência de raios-X por energia dispersiva ( $\mu$ -EDX 1300, Shimadzu, Kyoto, Japão), para avaliar as diferenças “induzidas” por ação humana (Gomes *et al.* 2012) entre os perfis de dois Antropossolos. Os Antropossolos foram coletados no município de Guarapari - ES (20°40'30”S e 40°30'00” W). Observou-se, em campo, a presença de um Antropossolo Sômico (Aterro - A) e outro Lítico junto a Sômico (Bico do Urubu - U), onde ocorreu a deposição de material mineral e também lítico em camadas. Foram coletadas amostras dos Antropossolos em diferentes profundidades (Tabela 1), em seguida essas amostras foram secas, passadas por peneiras de 200 mesh e prensada (4 t cm<sup>-2</sup> por 1 min) em prensa hidráulica para a confecção de pastilhas com 2 mm de altura. Quando a amostra possuía textura arenosa foi realizada a adição de até duas gotas de solução de polietilenoglicol (PEG 6000 - 100 g/L) para aglutinar a amostra, pois materiais arenosos possuem baixa capacidade de agregação. As pastilhas de cada amostra foram acondicionadas em um porta amostra e foi realizada a leitura no  $\mu$ -EDX 1300. O  $\mu$ -EDX 1300 foi previamente calibrado para a análise semi-quantitativa dos elementos químicos. O método semi-quantitativo é baseado nos parâmetros fundamentais da técnica de fluorescência de raios-X. Para esta calibração foi utilizado uma amostra de referência de solo do NIST, Soil II Montana (2711a), obtendo-se os coeficientes de sensibilidade do equipamento para cada elemento químico. Os elementos químicos analisados foram Al, Ca, Fe, Si, Ti e Zr, sendo feita a quantificação dos mesmos na forma dos respectivos óxidos (SiO<sub>2</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, etc.). A análise por este equipamento é rápida, eficiente, prática e não destrutiva ao se avaliar os elementos químicos presentes no solo (Alves *et al.*, 2015). As amostras foram identificadas como “Aterro” e “B. Urubu”, sendo indicada a profundidade de cada perfil (Tabela 1). Para o “Aterro”, a análise química demonstrou alguns resultados que representam a modificação desses solos pelo homem. Foi observado uniformidade dos teores de Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, CaO, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, SiO<sub>2</sub> e ZrO<sub>2</sub> entre as duas primeiras camadas, que se diferenciam para as outras duas, que são uniformes entre si, com exceção para CaO que apresentou diferença considerável em todas camadas. Com diferenças de aproximadamente 18 p% (pontos percentuais) para Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 7 p% para Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, em torno de 20 p% para o SiO<sub>2</sub> para as amostras A2-A3, e 0,07 p% para o ZrO<sub>2</sub> nas três primeiras camadas onde na quarta a variação passa para mais de 0,4 p% em comparação à camada A1. Nas amostras do “Bico do Urubu”, a camada U1, apresenta para o Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, diferença considerável em comparação às outras duas, variando do U1 para o U2 em 95 p%, e subindo de U2 para U3 em 17 p%. Para o CaO, o U2 apresenta valor muito superior às camadas U1 e U3, onde a diferença para os dois é de aproximadamente 9,5 p%. Assim como o CaO, o Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> também apresenta-se com variação diferenciada na camada U2, onde tem diferença de aproximadamente -3,5 p% para as camadas que são inferior e superior. O SiO<sub>2</sub> apresenta uma diferença considerável entre as camadas U2 e U3, onde têm-se 19 p% de um para o outro, valor muito inferior do que analisado entre U1 e U2. Assim como nas amostras de “Aterro”, o TiO<sub>2</sub> apresenta baixa variação entre as camadas, evidenciando homogeneidade. Já para o ZrO<sub>2</sub>, a variação é considerável entre a camada U2 para com as camadas U1 e U2, que são relativamente semelhantes quanto ao teor de ZrO<sub>2</sub>. Como é comum em Antropossolos de caráter Sômico e Lítico, a diferença de materiais sobrepostos, tendo uma heterogeneidade, se perfaz nas camadas dos



solos de forma abrupta, ao qual é possível a fácil diferenciação qualitativa em campo. Mas, para os valores quantitativos, com viés a ter conhecimento real sobre os constituintes químicos e suas diferenças, a realização de análises precisas e exatas devem ocorrer para melhor entendimento da formação e evolução desses solos. Nesse viés, os Antropossolos podem apresentar muitos materiais de variadas constituições, como: cerâmica, tijolos, material orgânico depositado, lixões com material diversos, restos de agricultura ou matas, mangues soterrados, mistura e deposição de solos completamente diferente da fisiografia local, entre outros. Se ocorrer a inserção de um ou mais materiais, o solo é induzido a mudar suas propriedades e pode se tornar um Antropossolo caso passe a ter além do material antrópico, espessura superior a 40 cm (Embrapa, 2004), o que ocorre nos dois Antropossolos analisados. Desta forma, fica evidente para as amostras de “Aterro” as diferenças induzidas pela deposição de materiais heterogêneos em sequência, ocasionando uma abrupta diferenciação nas camadas depositadas por agente antrópico. A mesma percepção ocorre para as amostras de “Bico do Urubu”, onde as três camadas são completamente diferenciados, como ocorre com materiais com maior percentual de Ca e Zr, e menores quantidades para Al e Fe no U2. As análises semi-quantitativas, obtidas a partir da análise da microfluorescência de raios-X ( $\mu$ -EDX), para estes tipos de Antropossolos foram consideradas satisfatórias, pois os resultados obtidos possibilitaram distinguir as diferenças marcantes em relação a cada camada depositada com materiais minerais e orgânicos diferenciados nesses solos. Tais materiais são compostos por diferentes elementos químicos, e que pela ação antrópica foram depositadas no local de estudo como fator de modificação e consequente formação com características químicas-morfológicas diferenciadas para cada camada. Portanto, esta técnica é de grande utilidade e se torna uma ferramenta importante nesse tipo de estudo.

Tabela 1. Amostras e suas respectivas profundidades analisadas para as amostras de “Aterro” e “Bico do Urubu”.

Amostra (cm)		Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (%)	CaO (%)	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (%)	SiO <sub>2</sub> (%)	TiO <sub>2</sub> (%)	ZrO <sub>2</sub> (%)
<b>Aterro (0-11)</b>	A1	23.9491	0.0182	8.0214	57.1545	1.4820	0.0916
<b>Aterro (11-36)</b>	A2	21.2734	0.6242	8.1941	64.0452	1.3468	0.0950
<b>Aterro (36-47)</b>	A3	3.7955	5.4691	1.8064	83.1442	1.2982	0.2904
<b>Aterro (47-87)</b>	A4	2.4782	13.8475	1.5477	75.6158	1.3288	0.4276
<b>B. Urubu (0-15)</b>	U1	97.7787	0.2687	5.0117	69.0860	0.8816	0.0698
<b>B. Urubu (15-80)</b>	U2	2.8979	9.7606	1.4556	75.0947	0.9230	0.3129
<b>B. Urubu (80+)</b>	U3	19.5897	0.1621	5.7773	56.3590	1.0944	0.0571

#### Referências

- Alves, E. E. N.; Rocha, P. A.; Siebeneichler, E. A.; Costa, L. M.; Vergütz, L.; Schaefer, C. E. G. R. 2015. Determinação da massa por área mínima de amostras de solo e vegetal para análise no  $\mu$ -EDX. In: XV Simpósio Mineiro de Solos. 2015. Viçosa. Anais, p. 28-30.
- Embrapa. 2004. Antropossolos: proposta de ordem (1ª aproximação). Colombo: Embrapa Florestas. 49p.
- Gomes, T. C.; Riffel, E. S.; Pittelkow, G. C. & Paul, C. R. 2012. Caracterização e espacialização dos depósitos tecnogênicos no bairro Camobi: subsídio ao planejamento urbano do município de Santa Maria-RS. REVISTA GEONORTE, Edição Especial, V.2, N.4, p.276 – 288.



## IMPACTOS AMBIENTAIS NA ZONA COSTEIRA DECORRENTES DO USO E OCUPAÇÃO DA TERRA NO MUNICÍPIO DE MARICÁ-RJ

Rodrigues, E.G.<sup>1</sup>; Dias, F.F.; Arruda Junior, E.R.<sup>2</sup>; Nascimento, L. L.<sup>3</sup>; Rodrigues, T.F.<sup>4</sup>; Vargas, R.<sup>5</sup>

*Departamento de Análise Geoambiental, Instituto de Geociências-Universidade Federal Fluminense, <sup>1</sup>Graduanda em Ciência Ambiental, bolsista PIBITI, <sup>2</sup>Doutor em Geologia UFRJ, <sup>3</sup>Graduanda em Ciência Ambiental, Programa Estágio Interno, <sup>4</sup>Graduanda em Ciência Ambiental, Bolsista FAPERJ, <sup>5</sup>Graduando em Ciência Ambiental, Bolsista PIBIC UFF*

A zona costeira representa um grande desafio para a gestão ambiental brasileira, tanto pela grande extensão do litoral, como pela diversidade de uso do seu espaço (Ministério do Meio Ambiente, 2014). Com a intensa urbanização das orlas, principalmente a partir da década de 1970, verificaram-se grandes impactos causados pelas construções urbanas (BARROS *et al.*, 2003). O que se vê ao longo da costa brasileira é a ocupação inadequada dos espaços costeiros e o uso insustentável da região, causando grandes prejuízos ao equilíbrio do meio ambiente. O trabalho tem como objetivo apresentar o histórico de ocupação urbana da zona costeira do município de Maricá-RJ, comparando o uso e ocupação da terra na orla marítima deste município nos anos 1970 e 2005, com foco na urbanização sobre ecossistemas costeiros. A partir desta análise, aborda-se o quadro do saneamento básico de Maricá e suas consequências para o aumento da degradação dos ambientes costeiros através de um processamento digital de imagem realizado no ENVI. Com a construção da Ponte Rio-Niterói na década de 70, toda a região dos lagos sofreu um grande crescimento populacional. Maricá foi o quinto município com as maiores taxas de crescimento em 1990, com a ocupação da orla principalmente por casas de veraneio (BARROS *et al.*, 2003). Segundo dados do IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística), Maricá possuía apenas 23.664 habitantes em 1970, na década seguinte, o índice habitacional passou para 32.618. Em 1991, a população era de 46.545 habitantes. No século seguinte, a população de Maricá cresceu em um ritmo acelerado, indo de 46.545 habitantes para 76.737 em 2000 e para 127.461 habitantes em 2010. Após um grande aumento populacional observado nas décadas de 1990 a 2010, Maricá diminuiu seu crescimento urbano possuindo 143.111 habitantes atualmente. Foi realizado um mapeamento de uso da terra no ambiente de Sistema de Informações Geográficas ArcGis onde foram escolhidas 9 classes chaves para os anos de 1970 e 2005. Para o ano de 1970 foram utilizadas fotografias aéreas disponibilizadas pelo DRM (Departamento de Recursos Minerais) e para o ano de 2005 foram utilizadas ortofotos disponíveis no website do IBGE. As aerofotografias de 1970 foram georreferenciadas utilizando como base as ortofotos do IBGE. As classes adotadas para avaliar a ocupação na zona costeira são: Área Urbana de Baixa densidade; Área Urbana de Média Densidade e Área Urbana de Alta Densidade. O embasamento teórico utilizado para determinar as classes citadas acima foi um estudo de classificação costeira realizado pela USGS (*United States Geological Survey*) em 2014. De acordo com as classificações de USGS, a área urbana de alta densidade é representada por muitos edifícios por unidade de área com pouco ou nenhum espaço verde entre eles. A área urbana de baixa densidade representa apenas alguns edifícios geralmente isolados ou espalhados por toda a área. A área urbana de média densidade representa condições em que se situam uma quantidade média de edifícios, mas ainda restam áreas naturais. No mapeamento realizado observou-se que em 1970 a área urbana de baixa densidade correspondia a 37,38% na zona costeira, caracterizada por loteamentos e poucos edifícios. Em 2005, está mesma classe caiu para 6,31% e surgiu a classe área urbana de alta densidade simbolizada por 20,30% da área estudada e a classe de média densidade caracterizada por 11,34%. É possível observar um crescimento significativo no uso e ocupação da zona costeira em apenas 35 anos. De acordo com o plano diretor do município de Maricá (2006), a infraestrutura do saneamento básico do município é composta basicamente por fossa sumidouro, onde o esgoto sofre ação de bactérias que retém a parte sólida e inicia o processo biológico de purificação da parte líquida. Após a purificação, este efluente é destinado ao complexo lagunar, definido por Cruz (1996) como um sistema formado por uma série de lagoas costeiras interligadas por canais (área total do sistema lagunar do município é de 37,7 km<sup>2</sup>). Em épocas de baixo índice pluviométrico na região, é possível observar com clareza os impactos ambientais no complexo lagunar provenientes da ocupação na zona costeira. Dados do INMET



(Instituto Nacional de Meteorologia) indicam que em fevereiro de 2012 a precipitação na lagoa foi de 5 milímetros, concluindo que choveu muito pouco nesta data. No mesmo mês houve uma grande mortalidade de peixes na lagoa, devido à falta de oxigênio dissolvido (OD), utilizado por bactérias aeróbicas, comprometendo a economia ligada à pesca em Maricá. Em janeiro de 2015 foi observado na lagoa de Maricá um grande acúmulo de macroalgas (figura 1) provenientes de matéria orgânica. O índice pluviométrico neste mês também foi baixo, 49 milímetros de acordo com dados do INMET. Foi realizada uma análise através de imagens do IRS (*Indian Revenue Service*) de janeiro de 2015, data onde foram observadas as macroalgas e de abril de 2015, data onde não havia mais algas a serem observadas na lagoa de Maricá. Essa comparação foi realizada utilizando o ambiente ENVI, onde foi possível detectar uma grande mancha de algas principalmente na lagoa de Maricá em janeiro deste ano. Este mesmo processamento foi realizado na imagem de abril de 2015 e não foi constatada nenhuma mancha na lagoa. É possível observar que Maricá é um exemplo de ocupação urbana inadequada do litoral. Conclui-se que é necessário fazer um gerenciamento costeiro integrado do litoral, com limites de proteção de orla e investimentos em saneamento básico tendo por objetivo o uso “racional e sustentável para o desenvolvimento e proteção de áreas e recursos marinhos e costeiros” (CICIN-SAIN & KNECHT, 1998). É recomendável que sejam direcionadas para a fossa sumidouro apenas as águas negras (descargas hídricas do vaso sanitário) e as águas cinzas (demais águas servidas) desviadas pois os sabões e detergentes contidos nestas, eliminam parte das bactérias, dificultando o processo de digestão no interior das fossas (ERCOLE, 2003).



Figura 1. Macroalgas presentes na lagoa de Maricá.

#### Referências

- Barros, F.M.L.; Muehe, D. & Roso, R.H., 2003. Erosão e Danos na Orla Costeira do Município de Maricá, RJ. In. II Congresso sobre Planejamento e Gestão das Zonas Costeiras dos Países de Expressão Portuguesa. (Recife, Brasil). CD, 5p.
- Cicin-Sain, B. & Knecht, R. 1998. Integrated coastal and ocean management: concepts and practices. Island Press, Washington, D.C., p. 517.
- Cruz, C.B.M; Júnior; W.C.; Barros, R.S.; Argento, M.S.F. & Mayr, L.M. 1996. Impactos Ambientais No Sistema Lagunar De Maricá-Guarapina. VIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Salvador, Brasil.
- Ercole, L.A.S. 2003. Sistema Modular de Gestão de Águas Residuárias Domiciliares: Uma Opção Mais Sustentável para a Gestão de Resíduos Líquidos. Dissertação. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
- Ministério do Meio Ambiente. 2014. Gerenciamento Costeiro no Brasil Disponível em <<http://www.mma.gov.br/gestao-territorial/gerenciamento-costeiro>> acesso 04 de março de 2014.



## RECONSTITUIÇÃO PALEOAMBIENTAL ATRAVÉS DOS ESTUDOS PALINOLÓGICO E ISOTÓPICO DA VEREDA CARRASCO DA RAPOSA, PARQUE ESTADUAL DA SERRA DO CABRAL, MINAS GERAIS, BRASIL

Makênia Oliveira Soares Gomes <sup>1</sup>, Karin Elise Bohns Meyer <sup>2</sup> & Luiz Carlos Ruiz Pessenda <sup>3</sup>

<sup>1</sup>Programa de Pós-Graduação em Geologia, UFMG, Av. Antonio Carlos, 6627, 31270-901, Belo Horizonte, MG, Brasil.  
<sup>2</sup>CPMTC/IGC, UFMG, Av. Antonio Carlos, 6627, 31270-901, Belo Horizonte, MG, Brasil. <sup>3</sup>Centro de Energia Nuclear na Agricultura (CENA), USP, Av. Centenário, nº 303, Caixa Postal 9613400-970, Piracicaba, SP, Brasil.

A análise palinológica e dos isótopos estáveis (C e N) dos sedimentos da Vereda Carrasco da Raposa (figura 1), permitiu a reconstituição paleoambiental dos últimos 21.000 anos AP na região do Parque Estadual da Serra do Cabral, PESC, MG, Brasil (figura 2). A análise dos palinomorfos do perfil sedimentar, datado na base em 21.166 anos cal. AP possibilitou a identificação de 04 intervalos com significado paleoambiental denominados da base para o topo CRI, CRII, CRIII e CRIIB. Os resultados mostraram que durante a influência do Último Máximo Glacial, entre 21.166 anos cal. AP e 12.364 anos cal. AP (idade interpolada), as condições climáticas na Serra do Cabral eram mais frias e com menor umidade do que as atuais, entre 12.364 anos cal. AP e 4.092 anos cal. AP (idades interpoladas) o clima passou a ser mais quente e com maior umidade, e, a partir de 1.675 anos cal. AP houve o estabelecimento da vereda na área de estudo, em condições semelhantes e/ou comparáveis às atuais. Quanto às mudanças fitofisionômicas foi observada uma sucessão da vegetação com predomínio de Formações Campestres: Campo Limpo associado a traços de Formações Florestais na base (CRI), Campo Sujo Úmido e Campo Rupestre associados a elementos de Mata típicos do Cerrado na porção mediana (CRII) do perfil, e, em direção ao topo, a partir de 1.675 anos cal. AP (CRIII) houve a instalação da vereda, com a ocorrência dos buritis (*Mauritia flexuosa*). Os dados isotópicos de C e N indicaram que entre 21.166 anos cal. AP e 5.299 anos cal. AP (idade interpolada) havia uma provável mistura de plantas C3 e C4 como fonte da matéria orgânica sedimentar, mas com o predomínio de plantas C3, com valores de  $\delta^{13}\text{C}$  entre  $\sim -24\%$  e  $-21,5\%$ . Os valores de C/N (1,5 a 11,5) indicaram o predomínio de matéria orgânica derivada de fitoplâncton e os valores de  $\delta^{15}\text{N}$  (3,5‰ a  $\sim 1,0\%$ ) evidenciaram a mistura de matéria orgânica de algas fitoplanctônicas e plantas terrestres. Em torno de 4.092 anos cal. AP até o presente houve uma diminuição nos valores de C/N (1,5 a  $\sim 6$ ) o que confirmou a presença de ambiente alagado e com maior influência algal na composição da matéria orgânica sedimentar.



Figura1. Vista geral da Vereda Carrasco da Raposa no PESC, com flechas indicando a ocorrência dos buritis (*Mauritia flexuosa*).

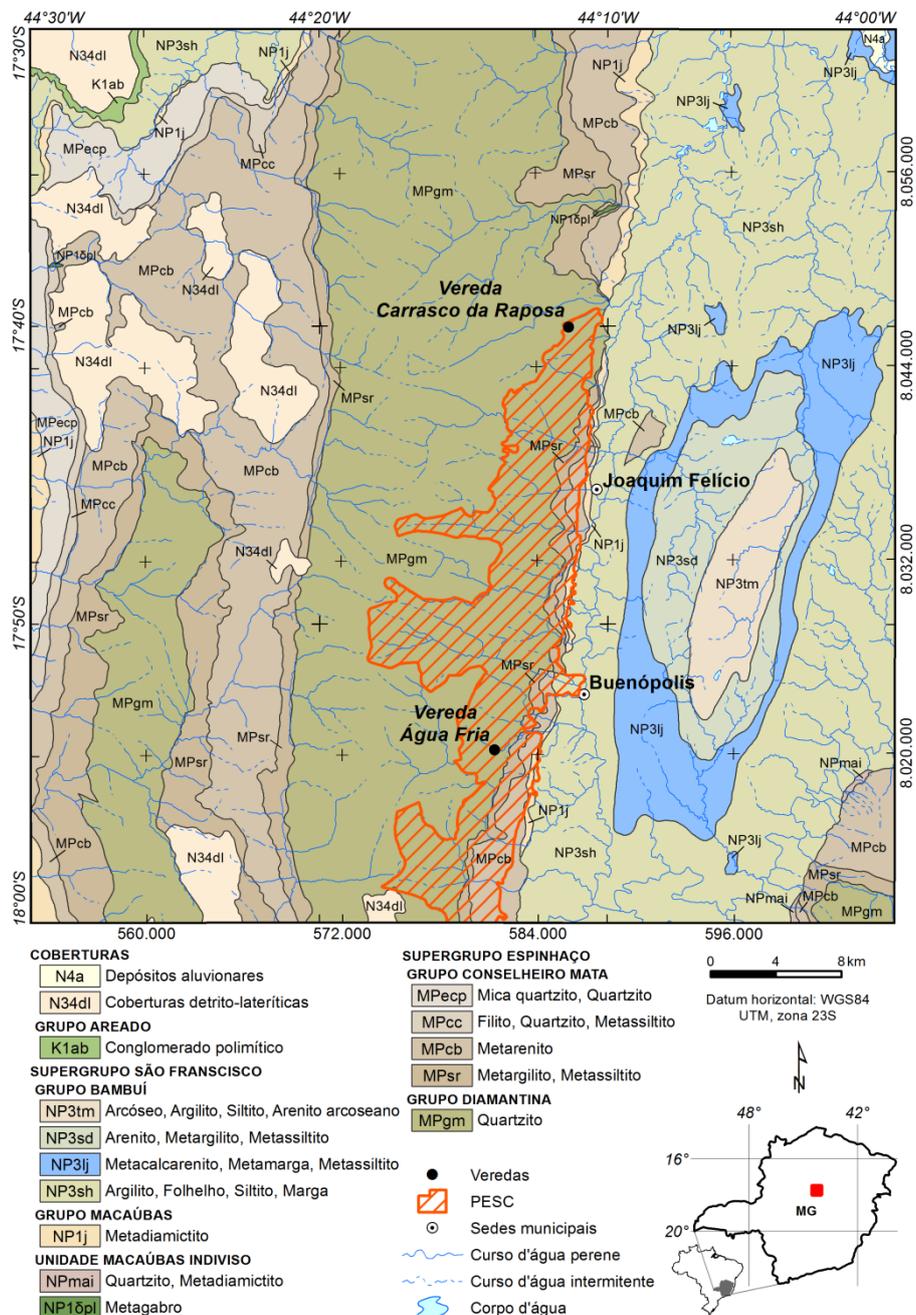


Figura2. Mapa geológico com a localização da Vereda Carrasco da Raposa e limites do PESC (modificado de Lopes, 2012).

### Referências

Lopes, T.C. 2012. O Supergrupo Espinhaço na Serra do Cabral, Minas Gerais: contribuição ao estudo de proveniência sedimentar. Minas Gerais, 116 p. Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-Graduação em Geologia, Universidade Federal de Minas Gerais.



## PROBLEMAS DECORRENTES DO USO E OCUPAÇÃO DOS CAMPOS DE DUNAS NA REGIÃO DO PERÓ-MUNICÍPIO DE CABO FRIO – RJ

Nascimento, L.L.<sup>1</sup>; Dias, F.F.<sup>2</sup>; Rodrigues, E.G.<sup>3</sup>

*Departamento de Análise Geoambiental- Instituto de Geociências- Universidade Federal Fluminense, <sup>1</sup>Graduanda em Ciência Ambiental, bolsista do Programa de Estágio Interno. <sup>2</sup>Doutor em Geologia UFRJ. <sup>3</sup>Graduanda em Ciência Ambiental, bolsista PIBITI.*

O campo de dunas do Peró localiza-se no município de Cabo Frio, na costa nordeste do Estado do Rio de Janeiro. Caracterizado por formas eólicas e um conjunto morfológico bem definido, a região apresenta peculiaridades climáticas, geológicas e ecológicas que constituem um ambiente muito ativo e rico em biodiversidade (Coe *et al.*, 2007). A área de estudo é marcada pelo sistema dinâmico, possuindo uma combinação de diversos aspectos ambientais, em que os processos sedimentares, climáticos e litorâneos são classificados como os mais importantes. De acordo com Barbieri (1975) em Cabo Frio os ventos predominantes são os do quadrante nordeste e segundo Castro *et al.* (2003) é o maior registro eólico ativo do sudeste e influencia diretamente no sistema. O presente trabalho teve como objetivo mostrar o processo de uso e ocupação dentro e no entorno do campo de dunas em períodos distintos através do mapeamento do uso do solo realizado no Software ArcGis 10.1, mapear o processo de migração das dunas e apontar problemas atuais e futuros decorrentes da ocupação costeira sem preocupação com o funcionamento dos ambientes eólicos. Para o ano de 1970 foram utilizadas fotografias aéreas disponibilizadas no DRM (Departamento de Recursos Minerais) e para o ano de 2005 foram obtidas ortofotos no website do IBGE. As de 1970 foram georreferenciadas com base nas ortofotos do IBGE. Verificou-se através da fotointerpretação e quantificação das classes a expansão da área construída ao longo das últimas décadas na região. Comparando-se o modelo de compartimentação das dunas do Peró desenvolvido por Ramos *et al.*, (2003), repetiu-se tal procedimento para as datas de 1970 e 2005, a fim de propor áreas a serem preservadas de acordo com a dinâmica sedimentar de dunas costeiras, visando contribuir com a gestão dos ambientes costeiros através do levantamento realizado das áreas ocupadas inadequadamente por não respeitarem suas dinâmicas sedimentares nos últimos anos. Devido ao processo de ocupação proveniente a especulação imobiliária na região, tornou o ambiente mais vulnerável, fazendo com que a dinâmica natural das dunas e conseqüentemente sua evolução fossem interrompidas parcialmente (Rangel & Castro, 2005). No estudo desenvolvido por Ramos *et al* (2003) apoiado em metodologia de Castro (2001), o campo de dunas foi seccionado em quatro sub-sistemas diferenciando suas características, resultantes de processos morfológicos e sedimentares específicos. São esses: Zona de alimentação; Zona de entrada; Zona de retenção; Zona de saída e através dessa compartimentação é possível compreender os processos e a dinâmica do ambiente. O ambiente eólico é bastante dinâmico e sensível e a intervenção antrópica no transito de sedimentos podem trazer uma série de impactos negativos caso ocorram sem o conhecimento da função de cada um dos subsetores eólicos. As dunas frontais são definidas como cordões paralelos à linha de costa, formadas logo após o pós-praia quando os sedimentos principalmente de granulometria fina são transportados pelo vento e depositados quando encontram algum tipo de barreira, geralmente representada pela vegetação (Calliari *et al.*, 2005). Nesse contexto, as dunas frontais do Peró, estão dentro da zona de alimentação, em que tem um papel fundamental, para a manutenção, dinâmica e o equilíbrio no ambiente e qualquer alteração, como retirada de vegetação, barreiras provenientes de construções podem causar um desequilíbrio na formação natural do sistema dunar. De acordo com Lourenço (2012), a importância das dunas é cada vez mais relevante, pois constitui a ligação do mar a terra e servem de proteção às populações, animais e dos acontecimentos naturais, como eventos extremos de tempestades e os fenômenos de galgamentos que provocam a salinização dos solos e a contaminação dos lençóis freáticos. Mediante a isso, as degradações das dunas provenientes de ações antrópicas facilitam a erosão pelos agentes naturais. A ocupação irregular da zona costeira e substituição das dunas frontais por projetos urbanísticos, principalmente durante as décadas de 70 e 80, afetam o balanço de sedimentos praia-duna e vem ocasionando problemas cíclicos de manutenção e retirada de areia das vias públicas e residências. A manutenção de uma satisfatória cobertura vegetal sobre a duna frontal é o princípio básico para

preservação e previne a migração de areia para o interior do continente esgotando o sistema praial (Martins, 2004). Com base no que foi exposto, o mapeamento da tendência migratória de diferentes anos foi possível identificar (figura 1), que o campo de dunas continua avançando e que parte da zona de alimentação no ano de 2005 foi substituída pela expansão urbana dando lugar ao calçadão, casas, loteamentos e estradas na frente do campo de dunas e futuramente poderão sofrer soterramentos. Concluímos a importância da preservação do cordão frontal (zona de alimentação) para a manutenção da defesa natural do continente.



Figura 1. Compartimentação e Linha de Tendência do Campo de Dunas do Peró- RJ.

#### Referências

- Barbieri, E. B. A. 1975. Extração de sal e o clima de Cabo Frio. *Revista Brasileira de Geografia*, Rio de Janeiro, v. 37, n. 4, p. 23–109.
- Calliari, L. J., Pereira, P. S., De Oliveira, A. O. & Figueiredo, S. A. 2005. Variabilidade das Dunas Frontais no Litoral Norte e Médio do Rio Grande do Sul, Brasil. *Gravel* n.3, p.15-30.
- Castro, W. A. 2001. Geomorfologia do Sistema Sedimentar Eólico de Paracuru- Ceará, 200 p. Tese de Doutorado, Programa de Pós Graduação em Geografia, UFRJ.
- Castro, J.W.A; Gonçalves, R. A; Avila, C. A. & Antonello, L.L. (2003) Dunas costeiras obliquas do Município de Cabo Frio, Estado do Rio de Janeiro - Brasil. In: VI Congresso Português de Geologia. *Revista Ciências da Terra, Volume Especial V. Caparica - Portugal* . H2 - H7 p.
- Coe, H. H., Carvalho, C. N., Souza, L. O. & Soares, A. 2007. Peculiaridades Ecológicas da Região de Cabo Frio, RJ. *Revista Tamoios (Online)*, v. Julho, p. 1-20.
- Lourenço, C. S. 2012. Dinâmica da Duna Frontal em Função das Intervenções Humanas. Dissertação de Mestrado em Ciências do Mar e das Zonas Costeiras – Departamento de Ambiente e Ordenamento, Universidade de Aveiro, Aveiro, Portugal.
- Martins, L. R.; Tabajara, L. L. & Ferreira, E. R. 2004. Linha de Costa: Problemas e Estudos. *Gravel*, Porto Alegre. n. 2 p. 40-56.
- Ramos, R. R. C.; Cassar, J. C. M.; Gusmão, L. A. B. 2003. Modelo Evolutivo do Campo de Dunas do Peró (Município de Cabo Frio/RJ) e Cálculo de Transporte Eólico. In: 2 Congresso sobre Planejamento e Gestão da Zona Costeira dos Países de Expressão Portuguesa, Recife.
- Rangel, F. E.; Castro, J. W. A. 2005. Soterramento da Estrada do Guriri na Praia do Peró - Cabo Frio/RJ, Associada a Dunas Escalonares (Climbing Dunes). In: X Congresso da Associação Brasileira de Estudos do Quaternário. Guarapari – ES.



## CÁLCULO DE DENSIDADE DE GEODIVERSIDADE COSTEIRA

Eduardo M. Martins<sup>1</sup>, Eduardo G. Barboza<sup>2</sup>, Nelson L. S. Gruber<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Programa de Pós-Graduação em Geociências - Instituto de Geociências (IGEO) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), << geo.edum2@gmail.com >>; <sup>2</sup>Centro de Estudos em Geologia Costeira e Oceânica (CECO) - IGEO/UFRGS

Segundo Serrano & Ruiz-Flaño (2007), geodiversidade significa “the variability of abiotic nature, including lithological, tectonic, geomorphological, soil, hydrological, topographical elements and physical processes on the land surface and in the seas and oceans, together with Systems generated by natural, endogenous and exogenous, and human processes, which cover the diversity of particles, elements and places”. A geodiversidade, portanto, subentende a interação dinâmica entre elementos abióticos e seus diferentes aspectos, mediante processos de intercâmbio e de transferência de energia e de matéria. Por essas razões, a modelagem da geodiversidade em ambientes costeiros é um desafio, pois envolve uma intrincada dinâmica contínua entre elementos e processos continentais, hidrológicos e atmosféricos que variam no tempo no espaço. O objetivo deste trabalho é calcular a densidade da geodiversidade costeira mediante o cruzamento de dados vetoriais oficiais (disponibilizados por diferentes órgãos, institutos e autarquias da esfera federal) em ambiente de Sistemas de Informações Geográficas (SIG) com o intuito de identificar os *hotspots* de geodiversidade na zona costeira continental brasileira, delimitada a partir dos territórios dos municípios costeiros (MMA, 2008). Para a obtenção da Densidade da Geodiversidade Costeira (Dg) brasileira, foram cruzadas por rotinas de geoprocessamento concatenadas (em método análogo à técnica denominada “álgebra de mapas”) as seguintes informações: geomorfologia, orientação da vertente, geologia, solos, clima e hidrologia. Ademais, para verificar a aptidão da Dg, no que se refere a possibilidade de identificar *hotspots* de geodiversidade, o resultado foi cruzado com informações sobre Unidades de Conservação (UCs) e propostas de geossítios e geoparques. Cabem dois esclarecimentos: (a) em relação às UCs, normalmente o objetivo e/ou o objeto de sua criação é relacionado à preservação/conservação do meio biótico, não obstante, características e condições singulares do meio abiótico, não raras as vezes, reforçam e qualificam a sua instituição; (b) entende-se “geoparque” como um “selo de qualidade” atribuído à um determinado território após reconhecida implementação de ações estruturadas, organizadas e planejadas a curto, médio e longo com o intuito de fomentar o desenvolvimento econômico local. Após o cruzamento das informações, obtiveram-se mais de 27.000 Classes de Geodiversidade. Esse grande número de classes deriva da carência de um levantamento sistemático organizado do território nacional; pois muitas informações temáticas são apresentadas com grau de detalhes distintos, o que gera muitas classes com áreas diminutas (se são excluídos os polígonos com área inferior a 1,8 km<sup>2</sup>, o número de classes cai para 17.000). A estimação de curvas da Dg foi executada por mapas de kernel dos limites entre as classes de geodiversidade (linhas) e dos centros intrapolígono maiores que 5 km<sup>2</sup> das classe de geodiversidade (pontos). A Dg resultou, então, da soma das densidades normalizadas das linhas (Dl) e dos pontos (Dp) dividida pela soma do número total de variáveis (duas). Para normalizar as densidades supracitadas, atribui-se “zero” e “cem” para os valores mínimo e máximo, respectivamente. Os resultados obtidos (Figura 1) demonstraram que 50,35% da área da zona costeira brasileira correspondem ao terceiro quintil da Dg ( $Q_{3/5} = 32,0$ ), enquanto que 91,20% corresponderam ao último decil da Dg ( $D_9 = 52,58$ ). Especificamente em relação às áreas do Quaternário, os mesmos quintil e decil correspondem, respectivamente, a 49,06% e a 91,32% de sua área total, e 13,48% e 29,61% em relação à área total da zona costeira brasileira. Segundo os dados das UCs disponibilizados pelo Ministério do Meio Ambiente (MMA), 32,66% da zona costeira continental brasileira são abrangidas por algum tipo de UCs, principalmente nas regiões norte e sudeste; desse percentual, 12,46% correspondem ao Quaternário. Ao cruzar a Dg com as UCs, observa-se que, aproximadamente, 43% e 89% da área da zona costeira brasileira encontram-se abrangidas pelo  $Q_{3/5}$  (32,0) e pelo  $D_9$  (52,58), respectivamente. Em relação ao Quaternário, aproximadamente 47% e 93% representam a sua área abrangida pelo  $Q_{3/5}$  (32,0) e  $D_9$  (52,58), respectivamente. Como as informações sobre geossítios e geoparques são pontuais (pois a delimitação de geoparques ainda é tema muito controverso), o cruzamento com essas

informações foi efetuado com o intuito de avaliar a ocorrência, o qual permitiu observar que 56% dos geossítios (13) e 60% dos geoparques (3) abrangem áreas do Quaternário. Mesmo que os cálculos de densidade realizados permitiram observar que a zona costeira brasileira conta com somente 1,29% de sua área com  $D_g$  superior a 70, ainda não é possível afirmar se os resultados baixos ou altos, bons ou ruins, pois ainda não há como comparar os resultados. Por outro lado, não foi possível encontrar uma correlação direta e/ou relevante entre a localização das zonas com maior  $D_g$  e o estabelecimento de UCs, e geossítios e propostas de geoparques. Não obstante, o Brasil, por ser um país continental, impõe dificuldades técnicas (pela carência de uma base cartográfica temática completa unificada, no que se refere à escala de detalhe do levantamento, elaboração da informação e representação cartográfica) e reforça dúvidas teórico-conceituais às análises integradas de seu território, mesmo que seja, somente, a sua zona costeira (análises nacionais de geodiversidade são pertinentes? Quando utilizar análises por vetores e por matrizes? Quais são os limites de aplicação? Seriam excludentes? Como avaliar a ocorrência pontual? E as ocorrências subsuperficiais?). A proposta aqui apresentada será aplicada em escalas maiores para aprimoramento do método e comparar resultados. Espera-se, com o detalhamento das informações dos mapeamentos temáticos, que o a Densidade de Geodiversidade Costeira seja mais representativa para identificar *hotspots* de geodiversidade da zona costeira.

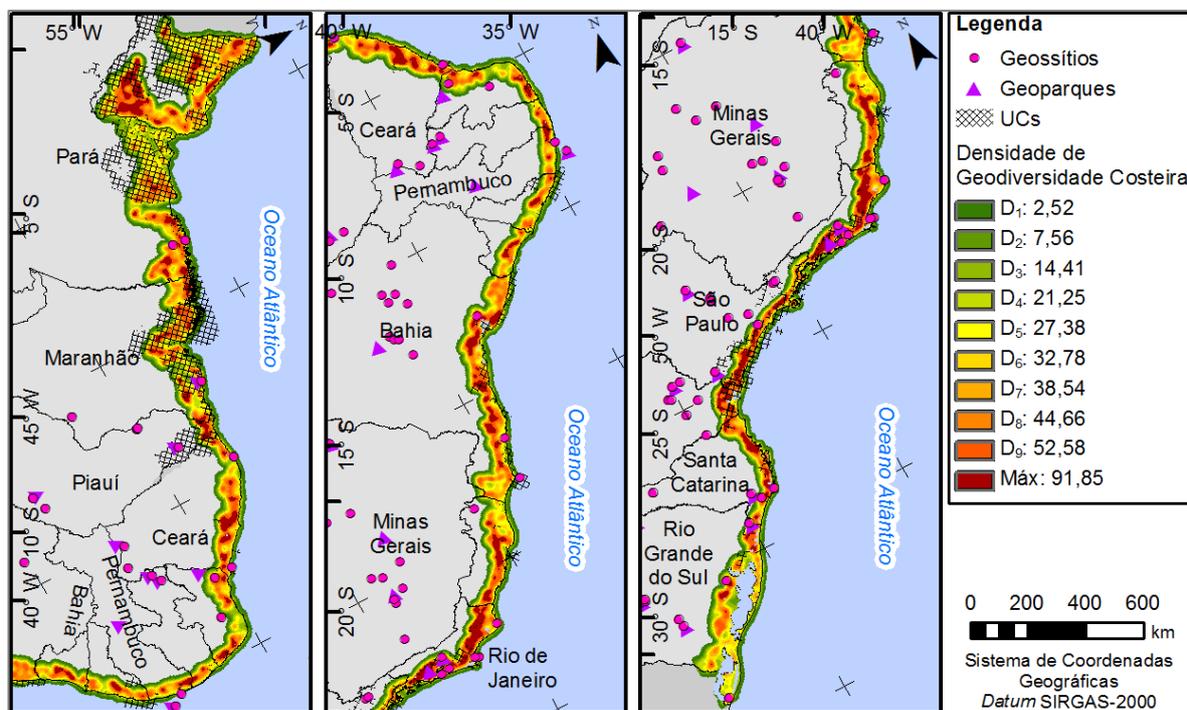


Figura 1. Densidade de Geodiversidade Costeira ( $D_g$ ) para a zona costeira brasileira: à esquerda, as regiões norte e nordeste; ao centro, em destaque as regiões nordeste e sudeste; à direita, em destaque as regiões, sudeste e sul. A legenda designa os decis da  $D_g$  (e o intervalo entre o  $D_9$  e o valor máximo encontrado), bem como a localização dos geossítios, das propostas de geoparques e das Unidades de Conservação (UCs).

## Referências

- MMA – Ministério do Meio Ambiente. 2008. Macrodiagnóstico da Zona Costeira e Marinha do Brasil. Brasília/DF. 242p. Disponível em << [www.laget.eco.br/index.php?option=com\\_content&view=article&id=62:macrodiagnostico&catid=43:mapas-e-cartas&Itemid=5](http://www.laget.eco.br/index.php?option=com_content&view=article&id=62:macrodiagnostico&catid=43:mapas-e-cartas&Itemid=5) >>, último acesso dia 30/05/2015 às 15h.
- Serrano, E. & Ruiz-Flaño, P. 2007b. Geodiversity: a theoretical and applied concept. *Geographica helvetica*. V.62, N.3, Pg. 140 - 147. Disponível em << [www.geogr-helv.net/62/140/2007/gh-62-140-2007.pdf](http://www.geogr-helv.net/62/140/2007/gh-62-140-2007.pdf) >>, último acesso dia 30/05/2015 às 15h.



## SEDIMENTAÇÃO QUATÉRNÁRIA EM DEPRESSÕES TECTÔNICAS NA ZONA DE CONFLUÊNCIA DOS RIOS NEGRO E SOLIMÕES, AMAZÔNIA CENTRAL

Rafael Guedes Cesar<sup>1</sup>, Emilio Alberto A. Soares<sup>1</sup>, José Osman dos Santos<sup>2</sup>, Casimiro S. Munita<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Geociências (DEGEO) - Instituto de Geociências (ICE) – Universidade Federal do Amazonas (UFAM).

<sup>2</sup>Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Sergipe (IFS). <sup>3</sup>Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares, IPEN/CNEN-SP

Na região de confluência dos rios Negro e Solimões, sobre rochas siliciclásticas miocenas da Formação Novo Remanso, desenvolve-se extensa sedimentação fluvial quaternária distribuída predominantemente ao longo dos canais fluviais e áreas marginais. Entretanto, parte desta sedimentação está confinada em 3 depressões tectônicas de direção geral NW-SE, conforme enfatizado em alguns trabalhos (Franzinelli & Igreja 2002; Soares, 2007; Soares *et al.*, 2010) e denominadas informalmente neste estudo de 1, 2 e 3 (Figura 1). A depressão 1, foco deste estudo, é a mais expressiva, apresenta 30 km de extensão e 18 km de largura, sendo limitada ao norte e sul pelos canais dos rios Negro e Solimões, respectivamente. Seu preenchimento sedimentar está associado ao desenvolvimento de dois níveis de terraços fluviais (superior e inferior) de distribuição assimétrica desenvolvidos pela migração do Rio Ariáú para leste. Datações dos terraços superior e inferior indicaram idades de 65.000 a 9.000 anos AP, respectivamente (Soares *et al.*, 2010). Entretanto, os estudos citados se basearam principalmente em dados de afloramentos e poucos dados de subsuperfície, que não permitiram definir a profundidade da depressão 1 ao longo de toda sua extensão. Soares (2007) usou dados de furos de trados disponíveis e definiu uma profundidade de aproximadamente 30 metros para a parte central desta depressão. Neste estudo foram utilizados dados de 11 furos de sondagens obtidos da empresa e Percol-Perfurações e Construções Ltda e SIAGAS (<http://siagasweb.cprm.gov.br/layout/>), com até 205 m de profundidade. Os furos foram distribuídos em duas seções A - A' (Norte - sul) e C - C' (leste - oeste) que permitiram definir o contexto arcabouço estratigráfico regional da depressão 1. O substrato mioceno (Formação Novo remanso) é constituído por camadas métricas de arenitos e pelitos intercalados, com nível de paleossolo laterítico no topo da formação, enquanto os terraços fluviais quaternários do Rio Ariáú são constituídos predominantemente de lama (silte e argila) com poucas intercalações de areia. Na porção central e leste da depressão esses depósitos são menos espessos, com cerca de 35 m de espessura, enquanto a nordeste e leste são mais espessos, atingindo cerca de 74 m, indicando um basculamento do assoalho para E-NE e confirmando o caráter assimétrico típico de *hemigraben*. Análises geoquímicas por meio de elementos traços de amostras argilosas coletadas dos rios Negro e Solimões e depressão 1 demonstraram similaridades de composição química entre as amostras do Rio Solimões e da referida depressão, sugerindo forte influência de suprimento sedimentar do Rio Solimões no seu preenchimento desde o Pleistoceno superior (Santos *et al.*, 2015). Os dados obtidos neste estudo mostram pela primeira vez o espessamento dos depósitos quaternários para as bordas leste de nordeste da depressão 1, fato que pode impulsionar projetos de pesquisa voltados ao seu aproveitamento em profundidade, pois há várias décadas apenas a parte mais superficial (5 a 8 m) dos depósitos é explorada com lavra a céu aberto para extração de argila utilizada como matéria prima na fabricação de cerâmica vermelha (tijolos e telhas) no Polo Oleiro de Manacapuru- Iranduba, sudoeste de Manaus. Este pólo abastece os principais municípios do Estado do Amazonas.

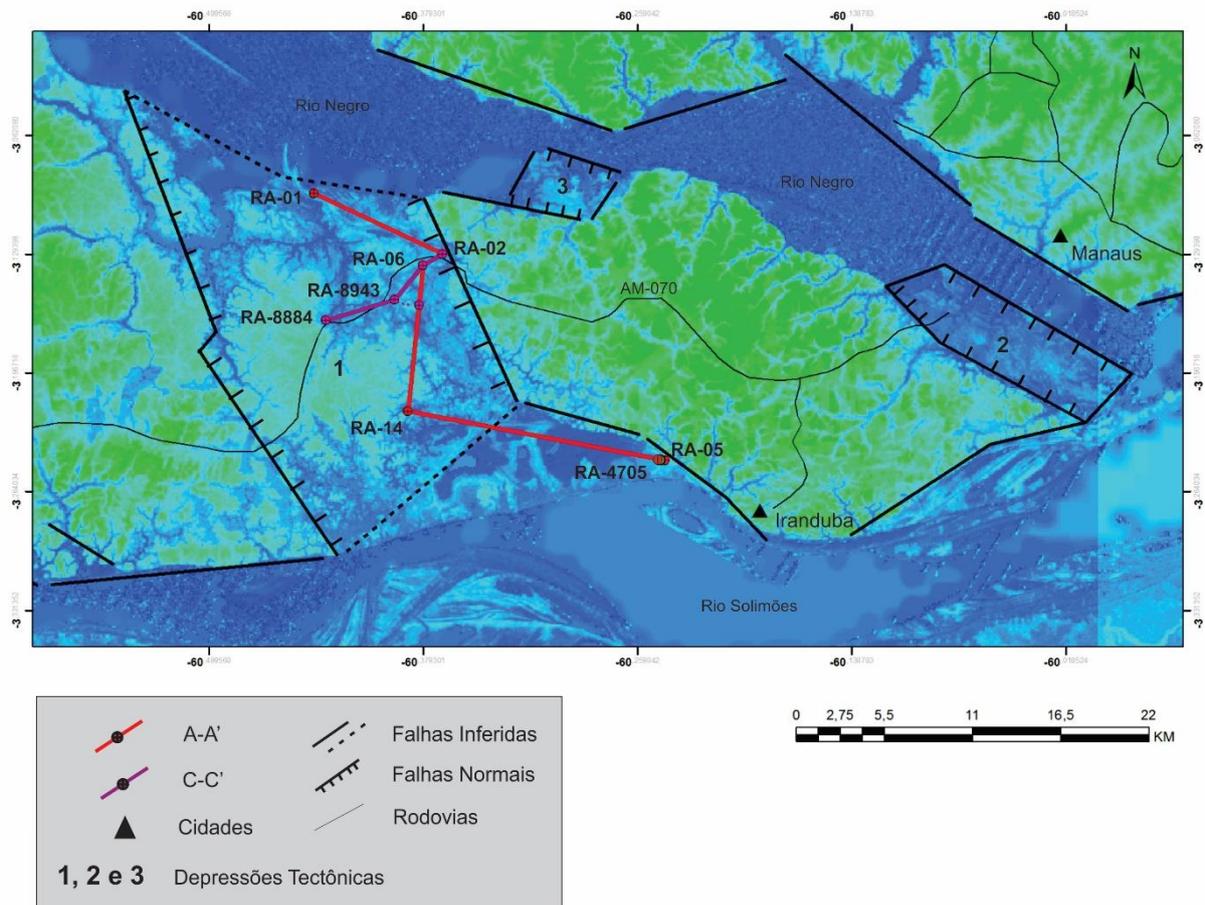


Figura 1. Mapa de localização das depressões tectônicas na zona de confluência dos rios Negro e Solimões.

### Referências

- Franzinelli, E. & Igreja, H.L.S. 2002. Modern sedimentation in the Lower Negro River, Amazonas State, Brazil. *Geomorphology*, v. 44, p. 259–271.
- Santos, J. O., Munita, C. & Soares, E. A. A. 2015. Provenance studies in Amazon Basin by means of elemental chemistry composition obtained by INAA. *Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry* (no prelo).
- Soares, E. A. A. 2007. Depósitos pleistocenos da região de confluência dos rios Negro e Solimões, porção oeste da Bacia do Amazonas. 205 f. Tese (Doutorado) – Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- Soares, E. A. A.; Tatumi, S. & Riccomini, C. 2010. OSL age determinations of Pleistocene fluvial deposits in Central Amazonia. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, v. 82, p. 1-9.



## VARIABILIDADE DOS SISTEMAS PRAIAIS AO LONGO DA COSTA CENTRAL E SUL DO RIO GRANDE DO SUL

Arthur Antônio Machado<sup>1</sup>, Lauro Júlio Calliari<sup>1</sup>, Yuri Gomes Pinheiro<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Laboratório de Oceanografia Geológica - Instituto de Oceanografia – Universidade Federal do Rio Grande

A costa do Rio Grande do Sul (RS) ao longo de 620 km, apresenta uma orientação geral NE-SW com praias arenosas retilíneas e contínuas predominantemente dominadas por ondas. Nesta orientação geral, existem segmentos levemente côncavos e convexos alternados que se estendem desde os promontórios rochosos localizados em Torres até o Arroio Chuí na fronteira entre Brasil e Uruguai. O objetivo deste trabalho é verificar a variabilidade dos sistemas praias em diferentes setores da costa do RS, analisando suas tendências de recessão ou progradação. O Laboratório de Oceanografia Geológica (LOG) da FURG tem um banco de dados de perfis de praia desde os anos 1990 até o presente, em diversos setores da costa do RS. Para este estudo foram utilizados os perfis de praia do Balneário do Hermenegildo, Farol do Albardão, Cassino-EMA e do Farol da Conceição. Para estudar as tendências de longo prazo, calculamos a diferença do volume de sedimentos ao longo dos anos para identificar os sectores da costa RS que estão em progradação e erosão. A retração ou afastamento da linha de costa foi calculado pelas distâncias entre os marcos (*bench mark*) utilizados e a cota zero (nível médio do mar). Para cada local estudado foi instalado um marco nas dunas, e todos os perfis foram realizados com estes marcos de base. Adotou-se um ponto fixo no final das dunas frontais, para cada local de estudo, como o início do pós-praia e considerou-se como largura da praia a distância desse ponto até o ponto onde os perfis alcançaram a elevação zero, ou seja, ao nível do mar. Dentre os quatro pontos da costa do RS estudados, dois apresentaram erosão ao longo do tempo (Farol da Conceição e Balneário do Hermenegildo) e dois apresentaram progradação (Cassino e Farol do Albardão). No Farol da Conceição a perda de sedimentos foi muito alta nos últimos 16 anos de estudo. A taxa de erosão neste lugar atinge 4,35 m ano<sup>-1</sup>, totalizando 70 m de retração da costa e perda de 181,02 m<sup>3</sup> m<sup>-1</sup> da praia de sedimentos (1996 a 2012). Características do perfil côncavo indica que a erosão no local é permanente, isto é, o prisma praias não se recupera. A retração na linha de costa, sem posterior recuperação, verificada para o Farol da Conceição pode ser atribuída à associação da focalização da energia de ondas, relatada por Calliari *et al.* (2003) e Goulart (2010). A barreira Holocênica nesta região se deslocou (e ainda se desloca) no sentido do continente em razão de um processo erosivo da linha de costa, decorrente de um balanço negativo de sedimentos, que se iniciou em um tempo situado entre 5–6 ka (Dillenburg *et al.*, 2000; Dillenburg *et al.*, 2005). Um dos motivos da grande erosão na região do Farol da Conceição é devido à batimetria tridimensional da antepraia e plataforma interna ao largo. Na praia do Cassino ocorreu uma progradação com um ganho de sedimento na praia e nas dunas. A praia do Cassino apresentou uma taxa de progradação de 12 m ano<sup>-1</sup>, com um avanço da linha de costa de 72 m, com um ganho de volume de sedimento de cerca de 249,83 m<sup>3</sup> m<sup>-1</sup> de sedimentos com uma taxa de ganho de sedimento de 41,64 m<sup>3</sup> m<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> (2006-2012). Calliari *et al.* (2003) mostraram taxas de acreção que variam de 5,3 m ano<sup>-1</sup> até 16 m ano<sup>-1</sup> a 1 km dos molhes. As dunas frontais na praia do Cassino aumentaram em alguns pontos mais de 1,5 m de altura. Lélis & Calliari (2006) observaram taxas de acreção para praia do Cassino (4,10 m ano<sup>-1</sup> de 1947 até 1975 e 1,46 m ano<sup>-1</sup> de 1975 até 2000), embora apresentando taxas distintas em dois períodos diferentes. Um detalhe interessante é a existência de um setor relativamente estável localizado entre 650 e 1800 m, ao sul do molhe oeste. A partir deste setor tanto para o norte e quanto para o sul, há um aumento progressivo da taxa de acreção. Alguns dos fatores que contribuíram para esse ganho de sedimento na praia do Cassino são de que a ocupação da zona costeira começou mais longe da zona ativa da praia, em uma distância razoável das dunas frontais em direção à terra. A construção do molhe oeste na boca da Lagoa dos Patos bloqueou a deriva litoral norte, favorecendo a progradação e criou uma praia mais ampla e composta por sedimentos mais finos. Isso favoreceu a formação de dunas frontais bem desenvolvidas, que depois de serem impactado consideravelmente durante os anos 70 (mineração de areia), estão agora em um processo de recuperação por meio de projetos de fixação de dunas específicos



(Calliari *et al.*, 1998). Goulart & Calliari (2013) estudando a praia a do Cassino utilizando as imagens do sistema Argus observou uma tendência de acreção da praia e uma migração da linha de costa e dos bancos arenosos em direção ao mar a uma taxa de  $9 \text{ m ano}^{-1}$ . Devido à deriva litorânea líquida para o nordeste, a construção dos molhes provocou um alargamento da praia na seção ao sul do molhe oeste Calliari *et al.* (2003). Os perfis praias realizados próximos ao Farol do Albardão realizados entre os anos de 1991 a 1996 apresentaram um recuo da linha de costa de 12 m, com uma taxa de  $-2 \text{ m ano}^{-1}$ . O volume de sedimento perdido foi de  $-59,45 \text{ m}^3 \text{ m}^{-1}$ , com uma taxa de  $-9,91 \text{ m}^3 \text{ m}^{-1}$ . Os perfis praias próximos ao Farol do Albardão realizados entre os anos de 2010 a 2012 apresentaram uma tendência progradante, com acreção de  $25,96 \text{ m}^3 \text{ m}^{-1}$ , com uma taxa de acreção de  $8,65 \text{ m}^3 \text{ m}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ . A linha de costa migrou 16 m em direção ao mar entre 2010 a 2012, com uma taxa de  $5,33 \text{ m ano}^{-1}$ . Outro lugar que apresentou um grande balanço negativo de sedimentos ao longo do período de 16 anos foi o balneário do Hermenegildo. A taxa de retração da linha de costa atinge  $3,5 \text{ m ano}^{-1}$ , com uma retração total da costa de 56 m em 16 anos. A erosão no período de 1996 a 2012 foi de  $151,24 \text{ m}^3 \text{ m}^{-1}$  de sedimentos de praia, com uma taxa erosiva de  $-9,45 \text{ m}^3 \text{ m}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ . Características de um perfil côncavo, mostrando que a erosão no local é permanente. A quantidade de sedimentos perdidos por ano no Balneário do Hermenegildo foi semelhante à quantidade de sedimentos acumulados no Farol do Albardão por ano. No balneário do Hermenegildo as dunas frontais foram fixadas artificialmente com a construção de casas e ruas, com isso, não foi possível avaliar as mudanças nas dunas neste local. Hoje, com um perfil de praia mais estreito, devido à erosão, muitas propriedades estão expostas à ação das ondas durante eventos de tempestade. No balneário do Hermenegildo, casas, estradas e linhas de energia são sistematicamente destruídas (Calliari *et al.*, 1998; Esteves *et al.*, 2002; Machado *et al.*, 2010; Albuquerque *et al.*, 2013). Tanto a praia do Cassino, que está em progradação, quanto o Balneário do Hermenegildo e a região do Farol da Conceição que estão sofrendo erosão, apresentam variações nos seus perfis praias ao longo do ano, sendo mais acrescivos no verão e mais erosivos no inverno. Mas a tendência a longo prazo aparece quando comparado as médias dos perfis em diferentes épocas, com isso, se o local tem uma tendência progradante a variação de volume é positiva, e se o local apresenta tendências erosivas a variação do volume é negativa. A erosão costeira tem causado alterações significativas ao longo do litoral do RS por muitas décadas.

#### Referências

- Albuquerque, M., Espinoza, J., Teixeira, P., Oliveira, A. De, & Calliari, L. 2013. Erosion or Coastal Variability : An Evaluation of the DSAS and the Change Polygon Methods for the Determination of Erosive Processes on Sandy Beaches. *Journal of Coastal Research*, (65), 1710–1714. <http://doi.org/10.2112/SI65-289.1>
- Calliari, L. J., Boukareva, I., Pimenta, F., & Speranski, N. 2003. Classification of the Southern Brazilian Coast According to Storm Wave Patterns and Geomorphologic Evidence of Coastal Erosion. *Journal of Coastal Research*, 35(SI), 339–342.
- Calliari, L. J., Tozzi, H. A., & Klein, A. H. da F. 1998. Beach morphology and Coastline Erosion Associated with Storm Surge in Southern Brazil- Rio Grande to Chuí, RS. *Anais Da Academia Brasileira de Ciências*, 70(2), 231–247.
- Dillenburg, S. R., Tomazelli, L. J., & Barboza, E. G. 2004. Barrier evolution and placer formation at Bujuru southern Brazil. *Marine Geology*, 203, 43–56. [http://doi.org/10.1016/S0025-3227\(03\)00330-X](http://doi.org/10.1016/S0025-3227(03)00330-X)
- Esteves, L. S., Ernestino, E., Jr, T., & Dillenburg, S. R. 2002. Long- and Short-Term Coastal Erosion in Southern Brazil. *Journal of Coastal Research*, 282(36), 273–282.
- Goulart, E. S. 2010. Morfodinâmica da antepraia adjacente ao Farol da Conceição: litoral médio do RS. 89p. Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-Graduação em oceanografia Química, Física e Geológica, Instituto Oceanográfico, Universidade Federal do Rio Grande.
- Goulart, E. S., & Calliari, L. J. 2013. Medium-term morphodynamic behavior of a multiple sand bar beach. *Journal of Coastal Research*, 65(SI), 1774–1779. <http://doi.org/10.2112/SI65-300.1>
- Lélis, R. J. F., & Calliari, L. J. 2006. Historical Shoreline Changes Near Lagoonal and River Stabilized Inlets in Rio Grande do Sul State, Southern Brazil. *Journal of Coastal Research*, 39(SI), 301–305.
- Machado, A. A., Calliari, L. J., Melo, E., & Klein, A. H. da F. (2010). Historical assessment of extreme coastal sea state conditions in southern Brazil and their relation to erosion episodes. *Pan-American Journal of Aquatic Sciences*, 5(2), 277–286.



## TATUS GIGANTES DA PLANÍCIE COSTEIRA DO RIO GRANDE DO SUL

Davi de Vasconcellos<sup>1</sup>, Sheron Medeiros<sup>1</sup>, Andressa Gomide<sup>1</sup>, Débora Diniz<sup>1</sup>, Paula Dentzien-Dias<sup>1</sup>.

<sup>1</sup>Laboratório de Geologia e Paleontologia (LGP) - Núcleo de Oceanografia Geológica (NOG) – Instituto de Oceanografia (IO) - Universidade Federal do Rio Grande (FURG).

Durante o último máximo glacial, ocorrido no Pleistoceno, o nível médio do mar esteve mais baixo. Zonas da Plataforma Continental que hoje estão submersas, naquela época eram terras emersas e representavam habitat para mamíferos da Megafauna, como os tatus-gigantes (Xenartros da família Glyptodontidae). Nos tempos atuais, os fósseis dos animais que habitaram estas regiões se encontram em depósitos submersos e estão sofrendo ação da dinâmica costeira e transportados até a linha de praia. Dentre os fósseis mais frequentemente encontrados, estão as placas ósseas dérmicas de tatus-gigantes, conhecidas como osteodermos (Rinderknecht, 1999). Fósseis de Glyptodontidae também são encontrados *in situ* nas margens do Arroio Chuí. O atual trabalho tem como objetivo realizar um levantamento sobre a abundância e diversidade dos osteodermos encontrados. Desde a década de 1970, equipes da Oceanografia Geológica da FURG realizam coletas de fósseis pleistocênicos na planície costeira do Rio Grande do Sul, deste da Barra do Chuí até a Lagoa do Peixe. As coletas sempre são associadas a pontos de referência, como balneários, faróis, encalhes de navios e corpos fluviais. O procedimento de coleta consiste em levantamentos visuais nas barrancas de rios e, no caso do ambiente praiado, no estirâncio e na linha de deposição das marés meteorológicas, onde os fósseis são disponibilizados pela dinâmica costeira. Em seguida, os fósseis, incluindo os osteodermos, são levados ao laboratório para serem lavados, secos a temperatura ambiente e catalogados, recebendo número de tombamento. Anos de coletas resultaram num grande acervo fóssilífero que hoje está sendo triado e classificado sob a responsabilidade do Laboratório de Geologia e Paleontologia da FURG. Eventualmente, o laboratório também recebe fósseis de outras localidades, como é o caso de um osteodermo proveniente da Colônia do Sacramento (Uruguai). Ao longo de todas as saídas de campo, foi coletado um total de 1988 osteodermos. Estes foram divididos em cinco taxa. Representando a maioria da amostra, 1484 (74,65%) dos osteodermos encontrados foram classificados como Glyptodontinae. Dos restantes, 172 (8,65%) como *Panochthus tuberculatus*, 43 (2,16%) como *Doedicurus clavicaudatus*, 7 (0,35%) como *Neuryurus rudis* e 282 (14,19%) como Glyptodontidae Indeterminado. Em geral, a configuração dos osteodermos de cada espécie de tatu-gigante é muito característica, possibilitando identifica-los em nível de espécie, como foi o caso de *Panochthus tuberculatus*, *Doedicurus clavicaudatus* e *Neuryurus rudis*. Em contrapartida, não foi possível diferenciar os osteodermos da subfamília Glyptodontinae em espécies, já que todos os integrantes desta subfamília possuem a configuração do osteodermo muito semelhante (padrão roseta, como mostra a Figura 1A). O grupo Glyptodontidae Indeterminado também inclui osteodermos que não puderam ser catalogados em níveis taxonômicos mais específicos. Estão neste grupo osteodermos que, durante o transporte costeiro de rolamento e arrasto, sofreram abrasão e tiveram seus caracteres diagnósticos desgastados. Além deles, estão incluídos no grupo Glyptodontidae Indeterminado osteodermos de borda de carapaça, que são muito semelhantes entre as espécies, tornando difícil a sua diferenciação. Analisando a proporção de quantidade entre os cinco grupos analisados, é notável o quanto abundante e significativo na amostra é a subfamília Glyptodontinae (como mostra a Figura 2A). Diante disso, é possível inferir que este grupo era o mais numeroso dentre os tatus-gigantes da planície costeira pleistocênica do Rio Grande do Sul. Quanto ao local de coleta dos fósseis, muitos deles não tiveram sua procedência registrada, sendo tombados como genericamente provenientes da Plataforma Continental do Rio Grande do Sul. Em outros casos, os osteodermos tiveram sua procedência registrada em códigos cujos significados não foram encontrados. Entretanto, dos fósseis que receberam registro de procedência adequado, é possível perceber que a Praia do Hermenegildo, os Concheiros do Albardão e a Praia do Cassino possuem grande participação no fornecimento do material fóssilífero de tatus-gigantes e se destacam perante às outras localidades.

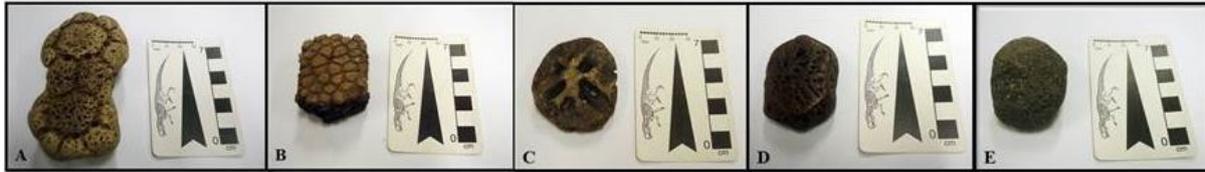


Figura 1. Osteodermos de tatu-gigantes. **A:** Glyptodontinae (dois osteodermos articulados). Táxon caracterizado pelo padrão roseta, lembrando a configuração de uma flor: figura central (miolo) circundada por figuras periféricas (pétalas) delimitadas por sulcos. **B:** *Panochthus tuberculatus*: osteodermo com várias figuras pequenas de tamanhos similares delimitados por sulcos. **C:** *Doedicurus clavicaudatus*. Osteodermo com ausência de figuras ou ornamentação. Caracterizado por vários forâmens largos que atravessam direto e inteiramente o osteodermo. **D:** *Neuryurus rudis*: Osteodermo com ausência de figuras e ornamentações. Caracterizado pelo aspecto esponjoso e pela grande quantidade de porosidades. **E:** Glyptodontidae Indeterminado. Osteodermo que claramente sofreu abrasão e desgaste em seus caracteres diagnósticos durante o transporte costeiro, tornando impossível sua classificação em nível de espécie (Rinderknecht, 1999; Hill, 2006; Fernicola *et. al.*, 2012).

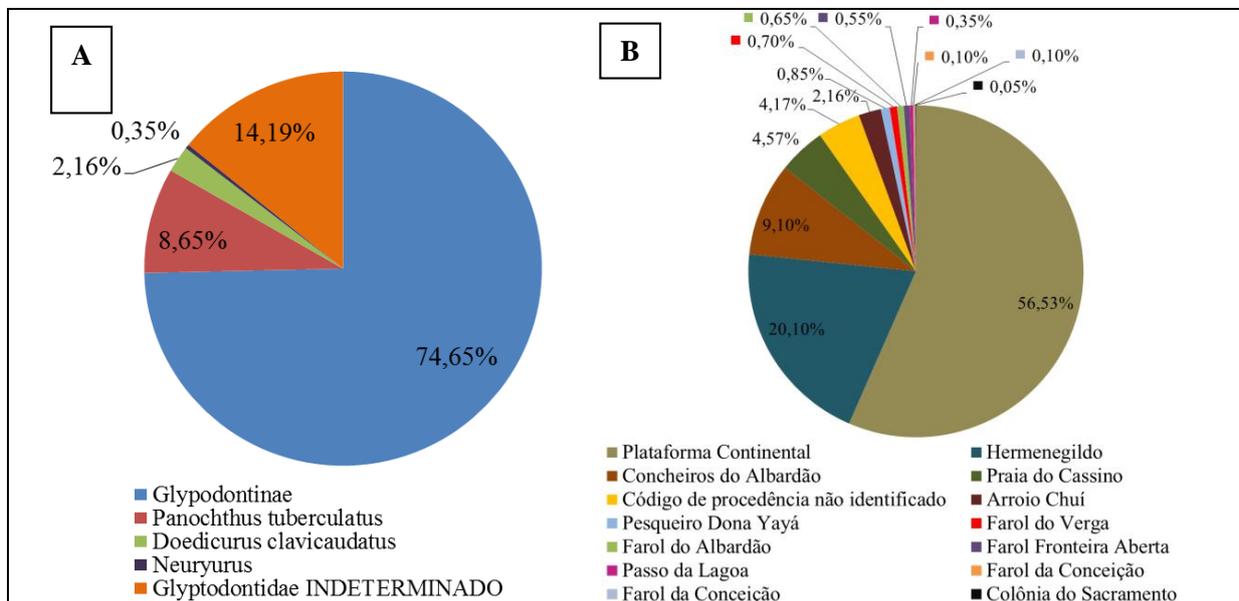


Figura 2. Gráfico A: Frequência relativa das quantidades de osteodermos de cada táxon. Gráfico B: Procedência dos osteodermos.

### Referências

- Fernicola, J.C., Porpino, K. O. 2012. Exoskeleton and Systematics: A Historical Problem in the Classification of Glyptodonts. Springer. DOI 10.1007/s10914-012-9186-1, p. 171-176.
- Hill, R. V. 2006. Comparative Anatomy and Histology of Xenarthran Osteoderms. Journal of Morphology. DOI 10.1002/jmor, p. 1441-1459.
- Rinderknecht, A. 1999. Estudios sobre la Familia Glyptodontidae Gray, 1869. I. Nuevos Registros para el Uruguay y Consideraciones Sistemáticas (Mamalia: Cingulata). Comunicaciones Paleontológicas del Museo de História Natural de Montevideo. ISSN 0374-7123; Volume II; Número 31; 1999; p. 147, 151 e 152.



## MORFOMETRIA DOS DENTES DE TUBARÃO DO CONCHEIROS DO ALBARDÃO

Sheron G. Medeiros Botelho<sup>1</sup>, Paula C. Dentzien-Dias<sup>1</sup>, Débora P. Diniz<sup>1</sup>, Davi de Vasconcellos<sup>1</sup>,  
Andressa Gomide<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Laboratório de Geologia e Paleontologia (LGP) - Núcleo de Oceanografia Geológica (NOG) – Instituto de Oceanografia (IO) - Universidade Federal do Rio Grande (FURG).

A diversidade de tubarões (Selaphimorpha) é amplamente estudada nas águas costeiras do Rio Grande do Sul. Vários destes estudos possuem relação com atividades pesqueiras e também com manejo e conservação destas espécies (Walker, *et al.*, 1998; Amorim *et al.*, 2002; Cowx *et al.*, 2003). Entretanto, os aspectos paleontológicos relacionadas a estes animais ainda necessitam de maior detalhamento. O único registro fóssil de tubarões são seus dentes, muito resistentes aos processos tafonômicos. Outras partes do corpo não tendem a ficar preservadas, uma vez que são compostas por tecidos cartilagosos, facilmente degradados. A coleção de dentes fósseis do Laboratório de Geologia e Paleontologia (LGP) da Universidade Federal do Rio Grande conta com cerca de 300 dentes catalogados, todos coletados na Planície Costeira do Rio Grande do Sul (PCRS). O objetivo deste trabalho é analisar morfometricamente dentes fósseis de seis espécies de tubarões (*Carcharodon carcharias*, *Carcharodon longimanus*, *Carcharhinus leucas*, *Carcharodon isodon*, *Carcharias taurus* e *Odontaspis noronhai*), relacionando com sua distribuição atual na região oceânica adjacente. A PCRS estende-se ao longo de 620 quilômetros na porção leste do Rio Grande do Sul e é caracterizada pela sucessão de sistemas laguna-barreira, formados pelas oscilações de nível médio do mar (NMM) durante o Quaternário (Villwock & Tomazelli, 1995). Alguns pontos ao longo da PCRS possuem uma concentração maior de fósseis que outros, resultante de processos oceanográficos passados e atuais. Dentre estes pontos, destaca-se a região dos Concheiros do Albardão, situada a 30km ao norte do Balneário Hermenegildo (município de Santa Vitória do Palmar, RS), formada por uma grande acumulação de conchas, onde são encontrados fósseis de diversos grupos, dentre eles de tubarões. Grande parte dos dentes catalogados na coleção do LGP são provenientes desta região. Em cada dente foram medidos, com o uso de um paquímetro, a largura do dente em sua base e extremidade, da raiz e o comprimento (Fig. 1A). Também foram feitas análises comparativas, médias e desvios padrões (Tabela 1). De início percebe-se que *C. carcharias* e *C. taurus* são predominantes sobre as outras encontradas. As outras espécies são mais raras, com um a três dentes cada uma. Por exemplo, o tubarão *C. isodon* (Fig. 1B), é comumente encontrado a partir da Carolina do Norte, ao norte do Golfo do México, sendo que muito ocasionalmente se desvia para a costa brasileira. Isso explica os poucos exemplares desse dente que possuímos. Analisando os dentes, percebe-se que muitas vezes que, dentro de uma mesma espécie, os dentes possuem grande variabilidade morfológica, podendo ter suas faces labial e lingual mais ou menos curvas, com um formato de “S”. Muitos dentes são finos e alongados, como em *C. taurus*, que possui dentes salientes, com borda lisa, pontiaguda e sua cúspide principal grande, e cúspides secundárias pequenas, laterais à principal. Já os dentes do *C. carcharias* (Fig. 1C), são bem distintos de *C. taurus*, pois são grandes, serrilhados, de forma triangular e muito largos. Ao contrário de outros tubarões, não possuem qualquer espaçamento entre os dentes. Em suma, todos os dentes que foram medidos, possuem simetrias distintas e são morfometricamente diferentes um dos outros, mas é evidente que forma e tamanho de dente tem sua função, tanto para segurar a presa quanto para rasgar. Apesar do retrabalhamento dos fósseis analisados e da perda de informações morfológicas, ainda é possível distinguir os tubarões em nível específico. Pretende-se com esses resultados formar uma base de dados para que sirva de comparação para outros materiais ainda não classificados, numa tentativa de incluí-los nesta pesquisa.

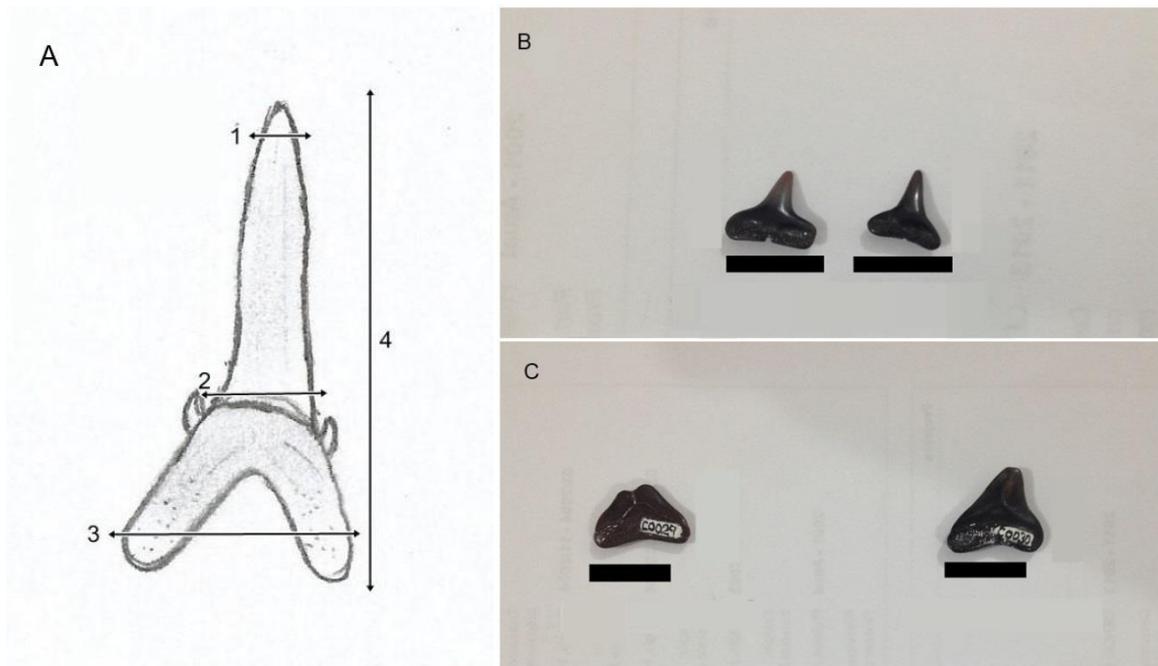


Figura 3. Em A se observa o desenho esquemático do dente de *C. taurus* indicando os pontos onde foram tomadas as medidas morfométricas. 1= Medida da ponta. 2= Medida da base. 3= Medida da raiz. 4= Medida do comprimento. Em B, exemplares de *Carcharodon isodon* (tombamento C0119). Em C, exemplares de *Carcharodon carcharias* (tombamento em ordem C0029 e C0030). Em escala de 1 cm.

Tabela 1. Resultado das análises morfométricas realizadas nos dentes depositados no LGP. Medidas realizadas: MP= ponta dos dentes; MB= base dos dentes, no limite da raiz; MR= largura da raiz; CT= comprimento total. \*Espécies que possuem somente um exemplar no LGP.

Espécie	Nº. Dentes	MP (mm)	MB (mm)	MR (mm)	CT (mm)
<i>C. taurus</i>	137	2,2±0,48	5,66±1,03	11,12±9,29	12,78±4,28
<i>C. carcharias</i>	49	4,76±2,18	13,95±5,54	16,25±7,47	17,04±6,83
<i>O. noronhai</i>	3	1,99±0,44	4,54±0,43	13,41±1,86	14,77±1,15
<i>C. isodon</i>	2	1,48±0,23	2,95±0,53	7,94±1,41	7,7±0,44
<i>C. longimanus</i> *	1	7,81	20,57	23,03	34,91
<i>C. leucas</i> *	1	3,11	14,69	16,38	16,5

### Referências

- Amorim, A. F.; Arfelli, C. A. & Bacilieri, S. 2002. Shark data from Santos longliners fishery off southern Brazil (1971-2000). ICCAT Collective Volume of Scientific Papers, v. 54, n. 4, p. 1341-1348.
- Cowx, I. G.; O'grady, K. T. & Haimovici, M. 2003. Present state and perspectives for the southern Brazil shelf demersal fisheries. Fisheries Management and Ecology, v. 5, n. 4, p. 277-289.
- Villwock, J.A. & Tomazelli, L.J. 1995. Geologia costeira do Rio Grande do Sul. Notas Técnicas. CECO, Instituto de Geociências, UFRGS, n.8, 45p., Porto Alegre.
- Walker, T. I. 1998. Can shark resources be harvested sustainably? A question revisited with a review of shark fisheries." Marine and Freshwater Research, v. 49, n. 7, p. 553-572.



## RELAÇÃO POACEA/CYPERACEAE NA PLATAFORMA CONTINENTAL INTERNA E SUAS IMPLICAÇÕES PARA AS RECONSTRUÇÕES PALEOVEGETACIONAIS

Débora Diniz, Valério Machado, Nicolai Mirlean<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Laboratório de Oceanografia Geológica - Instituto de Oceanografia – Universidade Federal do Rio Grande

A plataforma continental interna é caracterizada por ser uma região de transição entre o ambiente continental e o marinho. Por estar nesta interface muito polens, esporos, e outros palinórfos não polínicos de origem continental e dulcícola podem ser encontrados em sedimentos marinhos. A relação entre os palinórfos de ambientes terrestres e marinho depositados nestes sedimentos indica as relações entre os ambientes, ou seja, a velocidade de exportação de palinórfos de continente para o oceano, o registro de alterações na composição florística das regiões de entorno e em inferências paleoclimáticas e paleoambientais. A região costeira do sul do Rio Grande do Sul apresenta uma vegetação principalmente formada por marismas, na região de lagoas costeiras e vegetação de restinga, dunas e campos nas partes emersas. Todos estes ambientes agem como fonte destes palinórfos para o ambiente marinho, seja por transporte eólico, ou por via aquática. De acordo com trabalhos realizadas na região do Estuário da Lagoa dos Patos e áreas adjacentes, a relação entre palinórfos de Poacea e Cyperacea sempre está em torno de 1:1. Esta relação reflete a composição dos ambientes do entorno, mostrando um equilíbrio na densidade destes táxons. O objetivo deste estudo foi avaliar a relação entre dois táxons muito comuns na região, Poacea e Cyperacea, a fim de avaliar o quanto a modificação da composição florística já alterou esta razão nos sedimentos superficiais. Foram utilizadas amostras coletadas pelos cruzeiros do Projeto PREMPLAC (Figura 1). As Amostras foram tratadas quimicamente com ácido clorídrico (HCl) 10%, hidróxido de potássio (KOH) 5% sob fervura e a separação dos palinórfos polínicos e não polínicos foi feita com líquido denso,  $\text{ClZn}_2$  1,9g/cm<sup>3</sup>. As lâminas foram montadas com Entelan e analisadas ao microscópio biológico. Para cada amostra três lâminas foram analisadas com relação ao seu conteúdo de palinórfos polínicos e não-polínicos. De acordo com os dados apresentados na Tabela 1, é notável que a predominância de Poacea sobre Cyperacea é alta. Para explicar esta relação de dominância estabelecida é necessário observar a distribuição atual de vegetação em torno do Balneário Hermenegildo. Grande parte da vegetação nativa foi substituída por áreas de cultivo de arroz, *Oryza spp.*, uma Poacea. A plantação ostensiva desta pode ser apontada como responsável pelo desequilíbrio na relação entre estes dois táxons. Esta modificação realça a capacidade do ambiente de refletir as variações florísticas e ressalta a importância de dados palinológicos em estudos de paleovegetação.

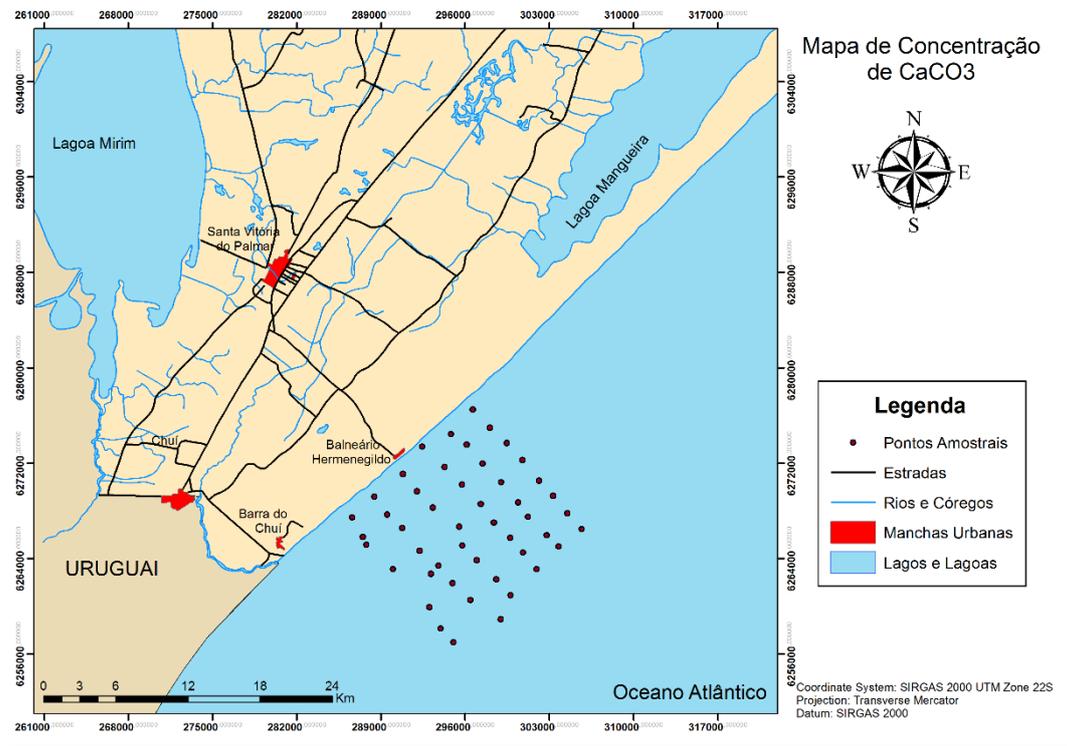


Figura 1. Localização da área de estudos e pontos amostrados durante o projeto REMPLAC.

Tabela 1: Frequências simples dos táxons *Poacea* e *Cyperacea* encontrada nas amostras e a razão entre eles.

Amostra	<i>Poacea</i> %	<i>Cyperacea</i> %	P/C	Amostra	<i>Poacea</i> %	<i>Cyperacea</i> %	P/C
1	58,78	22,90	2,57	25	30,89	13,61	2,27
2	50,91	17,27	2,95	27	28,57	12,31	2,32
3	45,99	19,25	2,39	28	31,58	11,18	2,82
4B	41,79	18,41	2,27	29	37,89	20,50	1,85
6	31,16	15,81	1,97	30	35,03	19,74	1,77
7	39,18	19,07	2,05	31	32,48	17,20	1,88
9	39,16	19,07	2,05	36	33,54	13,29	2,52
15	37,56	16,43	2,26	37	38,15	22,54	1,69
11	30,99	12,28	2,52	38	36,09	24,26	1,49
17	30,81	11,35	2,71	39	44,44	12,96	3,43
19	34,78	16,30	2,13	42	33,33	19,05	1,75
18	24,54	20,85	1,18	45	43,57	20,71	2,10
22	37,57	21,39	1,76	46	27,46	14,08	1,95



## MORFODINÂMICA DAS PRAIAS DA ILHA DA TRINDADE

Lauro Júlio Calliari<sup>1</sup>, Fernando Calmon Sobral<sup>1</sup>, Arthur Antônio Machado<sup>1</sup>, Yuri Gomes Pinheiro<sup>1</sup>,  
Camila Bento de Oliveira<sup>1</sup>, Rogério Portantiolo Manzolli<sup>2</sup>, Catherine Fitzpatrick<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Laboratório de Oceanografia Geológica - Instituto de Oceanografia – Universidade Federal do Rio Grande; <sup>2</sup>Centro de Geologia Costeira e Oceânica- Instituto de Geociências – Universidade Federal do Rio Grande do Sul

A Ilha da Trindade, localizada no Oceano Atlântico, apresenta ao longo de seu perímetro poucos locais com suficiente reserva de sedimentos na forma de areia e seixos que caracterizem praias bem desenvolvidas não obstante seus consideráveis depósitos sedimentares emersos. Os setores entre o norte e o sudoeste da ilha onde se encontram as praias mais desenvolvidas apresentam maior energia de ondas, às quais provindas de oceano profundo, sofrem pouca dissipação de energia em função da estreita plataforma insular com profundidades de 100 m a 1 km da praia. A litologia variada que constitui o arcabouço do domínio litorâneo da ilha propiciou através da erosão diferencial certo grau de compartimentação das praias, bem como as condicionou a características granulométricas e mineralógicas diferenciadas e a diferentes graus de exposição ao regime ondulatório do Atlântico Sul. Formações rochosas e recifes de algas calcárias bastante desenvolvidos na zona de arrebentação representam controles topográficos adicionais e fonte de sedimentos que influenciam a energia e circulação hidrodinâmica. Os sedimentos praias refletem a mineralogia das rochas adjacentes constituída de piroclastos de fonolito e tufos vulcânicos com elevadas percentagens de minerais pesados como magnetita, concreções hematíticas e também assembléias mineralógicas de rochas ácidas em função das diferentes fases eruptivas ocorridas na ilha (Almeida, 1961; Castro & Antonello, 2006; Clemente *et al.*, 2006). Essas praias desempenham um papel fundamental do ponto de vista ambiental, social e estratégico uma vez que associadas a estes diferentes setores praias encontram-se desova de tartarugas, ocupação humana e desembarque de material e suprimentos para a comunidade científica e militar que contribuem para afirmar a soberania sobre nosso mar territorial. No âmbito do edital Pró-Arquipélago e Ilhas Oceânicas da SECIRM, o Laboratório de Oceanografia Geológica da FURG desenvolve o projeto: “Morfodinâmica de praias com características granulométricas diferenciadas da Ilha da Trindade através de vídeo-monitoramento, modelagem hidrodinâmica e levantamentos morfológico-sedimentares: subsídios para a gestão”, cujo objetivo principal é quantificar em várias escalas temporais a variabilidade morfológica e hidrodinâmica dessas praias. Pretende-se explorar de que forma essa variabilidade morfológica e sedimentar responde aos processos morfodinâmicos comparativamente a sistemas praias dominados por composição essencialmente quartzosa com granulometria variada. Algumas das questões que queremos responder são: como a morfologia das praias varia em função do regime hidrodinâmico? Existe sazonalidade no comportamento das praias? Em termos ambientais, como se caracteriza a morfologia de fundo e o substrato da ante-praia (3 a 15 m de profundidade) e como esta influência na troca de sedimentos com a zona mais interna? Foram realizadas quatro etapas de amostragem em campo na Ilha da Trindade, durante os anos de 2013 e 2014. Levantamentos morfodinâmicos e sedimentológicos foram concentrados nas praias das Cabritas, Calheta, do Andrada, Tartarugas, do Túnel e do Príncipe. Perfis topo-batimétricos foram realizados nessas seis praias utilizando-se uma estação total e um prisma óptico. As elevações foram referenciadas com relação à média das posições entre o espraiamento superior e inferior separadamente para cada praia. Sendo assim, o nível zero representa a posição aproximada do nível médio do mar. Sedimentos foram amostrados transversalmente a praia seguindo o alinhamento dos perfis e analisados em laboratório com relação à granulometria e percentagem de carbonato de cálcio. Observações visuais do regime ondulatório foram feitas durante os levantamentos. A figura 1 representa o envelope de perfis obtidos para algumas das praias estudadas. Nota-se que as praias dominadas por ondas apresentam características refletivas modificadas pela presença de estruturas naturais representadas por arrecifes de algas calcárias e diques de rochas mais resistentes, bem como arenitos de praia, os quais afloram durante a maré vazante (Cabritas e Tartarugas) e cuja largura varia entre 60 e 90 m. Nestas praias não existe troca significativa de areia entre a praia emersa e a zona de arrebentação. Nota-se também esparsos

depósitos arenosos ou mesmo ausência dos mesmos na ante-praia a qual apresenta conformação rochosa na praia das Tartarugas. Vários perfis realizados nesta praia indicam pequenas modificações só na região do imenso pós-praia representadas por alterações topográficas devido ao vento e a atividade das tartarugas que cavam para construir seus ninhos. Já as praias desprovidas de estruturas na zona de arrebentação mesmo sendo abertas (Calheta) ou compartimentadas (Príncipe) e localizadas em lados opostos da Ilha mostram diferenças no comportamento dos perfis apresentando menor e maior volume de sedimentos respectivamente entre junho e novembro e março e abril, provavelmente este último período representando o máximo acrescimento a partir do qual se inicia a perda do estoque arenoso da praia (maio de 2014), caracterizando assim uma efetiva troca de areia entre a praia emersa e a zona de arrebentação. Esta sazonalidade típica de praias continentais brasileiras aparece de maneira mais sutil também nas praias levemente protegidas (Túnel e Andrada).

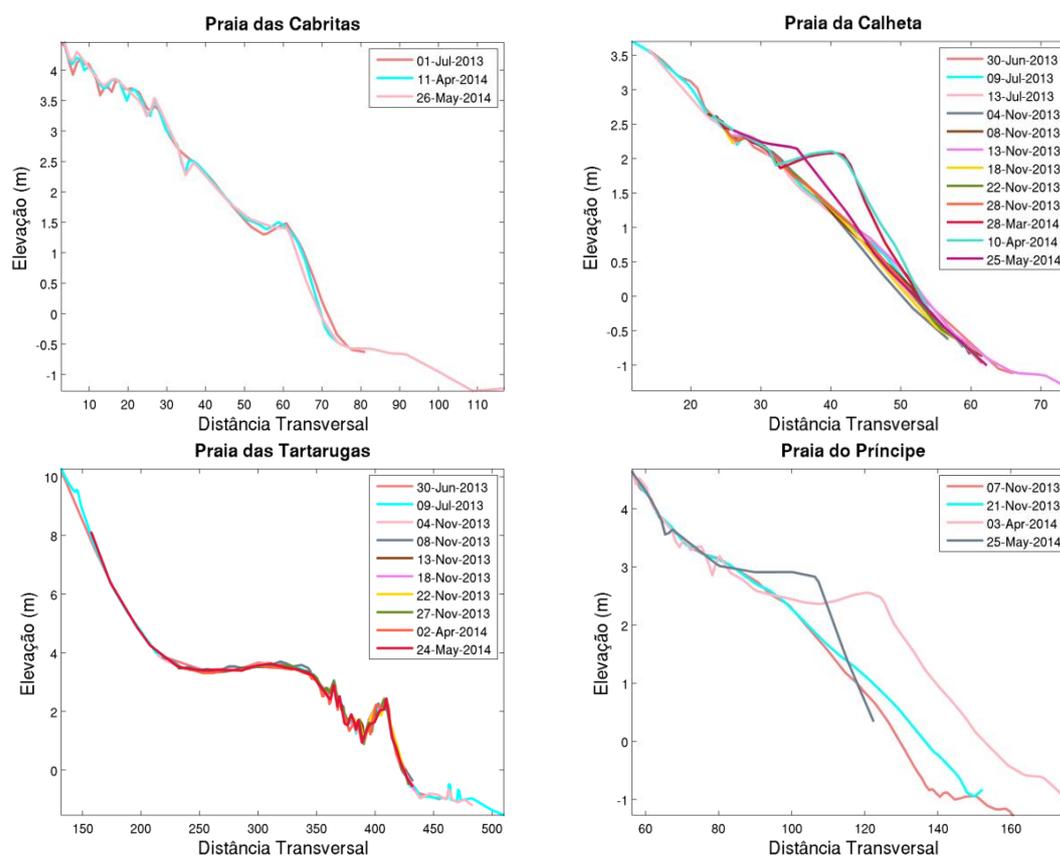


Figura 1. Envelope dos perfis para quatro das seis praias estudadas.

#### Referências

- Almeida, F.F.M. 1961. Geologia e Petrologia da Ilha da Trindade. Monografia XVIII, Div. Geol. Mineral, DNPM, Ministério das Minas e energia. Rio de Janeiro. 197.
- Castro, J.W.A. & Antonello, L.L. 2006. Geologia das ilhas oceânicas brasileiras. In: Alves, R.J. & Castro, J.W.A. (Eds.) Ilhas oceânicas Brasileiras: da Pesquisa ao Manejo. Brasília. Ministério do Meio ambiente. p. 29-57.
- Clemente E.P.; Schaefer, C.E.; Albuquerque Filho, M.R.; Oliveira, F.S.; Alves, R.V. & Melo, V. F. 2006. Solos “endêmicos” da Ilha da Trindade. In: Alves, R.J.V. e Alencar, J.W. A (org.) pp 60-82 Ilhas oceânicas brasileiras da pesquisa ao manejo. Brasília: MMA, SBF 340 P.



## COASTAL RECESSION FORECASTS: THE ROLE OF SEA LEVEL RISE AND SEDIMENT BUDGET

Salette A de Figueiredo<sup>1</sup>

<sup>1</sup>*Laboratório de Oceanografia Geológica - Instituto de Oceanografia – Universidade Federal do Rio Grande.*

Accelerated sea level rise, wave climate alteration, increased intensity of storms and disturbances on littoral sediment budgets along the coast, will lead to a range of coastal impacts. Modeled coastal response to climate change forecast shoreline recession values which result from the combination of three main factors: sea level rise rate, sediment budget and substrate morphology. It is expected that by 2100 global sea level will rise by at least 0.79 m above the 1980-1999 MSL due to human induced activities or higher estimates pointing out to the possibility of a 1.9 m rise relative to 1990 by the end of the 21st century (IPCC, 2007; 2014). Besides that, large uncertainties exist in relation to alongshore and cross-shore sediment transport estimates along an oceanic open coast and it is very difficult to define precise values for the sediment budget, particularly under climate change conditions. Simulations of coastal response under rising sea levels have demonstrated that variations on the inherited shoreface morphology and sediment budgets have played an important role in defining the shape and evolutionary barrier types of Rio Grande do Sul coast during the Holocene (Dillenburg *et al.*, 2000). In this context, the main objective of this study is to quantify the effects of sediment deficit and sea level rise in forecasts of coastal response under climate change conditions along a historically eroding coastal sector, Hermenegildo Beach in southern Brazil. Medium term studies, based on aerial photographs, demonstrated that this coastal sector has been receding at a rate of 1.68 m yr<sup>-1</sup>, from 1947 up to 2012 (Albuquerque, 2013). In shorter time scales, using beach profile data Tozzi *et al.* (1999) demonstrated that it has receded at a rate of 0.8 m yr<sup>-1</sup> for the period 1995 to 1998. More recent data based in 16 years of beach profile data (1997-2013) points out to rates of 3.5 m yr<sup>-1</sup> (Machado, 2014). The methods used in this study to examine these questions involve risk-based assessments generated through an aggregated coastal modeling approach, the DRanSTM (Dilating Random Shoreface Translation Model) described by Cowell *et al.* (2006). Modeling experiments involved several hypothetical scenarios for the sediment budget parameter and sea level parameter in order to provide an evaluation of the sensitivity of coastal response to sediment budget uncertainties under stable sea level and rising conditions by exploring the relative contribution of each. Simulation experiments involving manipulation of the exogenous sediment budget and under a chosen range of sea level rise rates (min. 0.18 m; mode 0.89 m; max. 1.1 m) as well as under stable sea level were performed. Sea level rise rates used in simulations represent a combination of forecasts for year 2100 (IPCC, 2007; IPCC, 2014; Rahmstorf, 2007). Figure 1 displays coastal recession results in terms of risk-curve. In general terms, sediment budget deficit (min. -198 m<sup>3</sup>/m; mode -1663 m<sup>3</sup>/m; min -6227 m<sup>3</sup>/m) alone produced a mean coastal recession of 118 m Whereas, sediment deficit combined with rising sea level effects resulted in a mean coastal recession of 607 m. Sea level alone was responsible for most of mean coastal recession of 505 m. The quantified approach applied in this study allows a better representation of the uncertainty that is associated with each variable that plays a role in influencing future coastal response under accelerated sea level rise, therefore producing a more transparent forecast of shoreline risk to erosion.

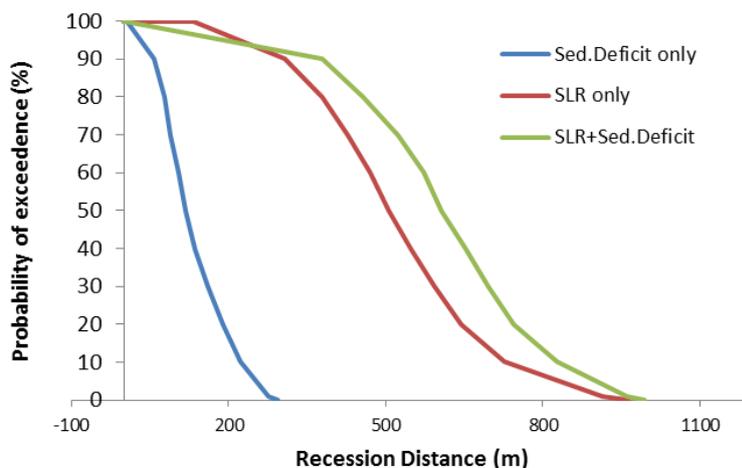


Figure 1. Risk-based coastal recession curves representing individual contribution of sediment-budget and sea level parameter at Hermenegildo sector.

## References

- Albuquerque, M.G. 2013. Análise espaço-temporal das causas da variabilidade da Linha de costa e erosão na praia do Hermenegildo, RS. 126p. Tese de Doutorado, Programa de Pós Graduação em Geociências, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
- Dillenburg, S.R., Roy, P.S., Cowell, P.J. & Tomazelli, L.J. 2000. Influence of Antecedent Topography on Coastal Evolution as Tested by the Shoreface Translation-Barrier model (STM). *Journal of Coastal Research*, 16, 71-81.
- Cowell, P.J., Thom, B.G., Jones, R.A., Everts, C.H. & Simanovic, D. 2006. Management of uncertainty in predicting climate-change impacts on beaches. *Journal of Coastal Research*, 22, 232-245.
- IPCC 2007. *Climate Change 2007: The physical science basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press, New York, USA. 996 pp.
- IPCC 2014. *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Synthesis Report Summary for Policymakers*. Cambridge University Press, New York, USA. 32 pp.
- Machado, A.A. 2014. Estudo dos padrões atmosféricos sinópticos geradores de eventos extremos de altura de onda, intensidade de vento, marés meteorológicas e erosão na costa do Rio Grande do Sul. 87 p. Tese de doutorado, Instituto de Oceanografia, Programa de pós-graduação em oceanografia física, Química e Geológica, Universidade Federal do Rio Grande.
- Rahmstorf, S. 2007. A semi-empirical approach to projecting future sea-level rise. *Science*, 315, 368-370.
- Tozzi, H.A.M., Silva, P., Calliari, L.J. & Barletta, R. 1999. Variações de curto e longo período na morfologia das praias entre Cassino e Hermenegildo. VII Congresso da ABEQUA, Porto Seguro, Brasil.



## O REGISTRO ISOTÓPICO DE DEUTERIUM E AS VARIAÇÕES PALEOAMBIENTAIS DOS ÚLTIMOS 2500 ANOS DO NORDESTE DO BRASIL

Giselle Utida<sup>1</sup>, André Zular<sup>1</sup>, André Sawakuchi<sup>1</sup>, Luciana Prado<sup>2</sup>, Francisco William da Cruz Junior<sup>1</sup>,  
Ioanna Bouloubassi<sup>3</sup>, Enno Schefuß<sup>4</sup>, Johan Etourneau<sup>5</sup>, Abdelfettah Sifeddine<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Geologia Sedimentar e Ambiental, Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo-SP, Brasil. <sup>2</sup>Departamento de Oceanografia Física, Instituto Oceanográfico, Universidade de São Paulo, São Paulo-SP. <sup>3</sup>Sorbonne Universités (UPMC, Univ Paris 06)-CNRS-IRD-MNHN, LOCEAN Laboratory, Paris, France. <sup>4</sup>MARUM—Center for Marine Environmental Sciences, University of Bremen, Bremen, Germany. <sup>5</sup>Université Bordeaux 1, UMR5805 EPOC, avenue des facultés, F-33405 Talence, France.

A Lagoa do Boqueirão (Touros, Rio Grande do Norte), no Nordeste do Brasil, foi formada pela drenagem fluvial barrada pelo avanço de dunas parabólicas. Seus sedimentos registraram variações paleoambientais e paleoclimáticas ocorridas nos últimos 2500 anos. Dados em alta resolução de isótopos de deuterium em moléculas de ácido graxo de 30 carbonos (FA-C30) sugerem variações paleohidrológicas relacionadas a migração meridional da ITCZ e a eventos vulcânicos. Essas interpretações são reforçadas por dados isotópicos de oxigênio em espeleotema da Caverna Trapiá, a cerca de 220 km de Touros. As moléculas de FA-C30 são componentes da cera protetora da superfície das folhas de vegetais superiores terrestres, sendo produzidas também por macrófitas emergentes, atuando como biomarcadores de vegetação terrestre e climáticos (Ficken *et al.*, 2000; Eglinton & Eglinton, 2008). Admite-se que esses vegetais utilizem a água do solo e/ou da Lagoa do Boqueirão, representando assim a média anual de precipitação. Portanto, as análises isotópicas de deuterium de FA-C30 refletem as variações isotópicas ocorridas na precipitação anual média. Entre 418 anos BC e 1268 anos AD os dados isotópicos sugerem tendência de aumento das condições de aridez na região, possivelmente associada a migração da Zona de Convergência Intertropical (ITCZ) para norte. A Anomalia Climática Medieval (ACM) (~920-1100 anos AD) é caracterizada por baixa taxa deposicional e três eventos abruptos: em 960 anos AD há um evento de seca indicado pelo enriquecimento de  $\delta^{18}\text{O}$ ; em 985 anos AD há um evento úmido indicado pelo empobrecimento de  $\delta^{18}\text{O}$  e de  $\delta\text{D}$ ; e em torno de 1020 anos AD ocorre um novo evento de seca indicado pelo enriquecimento dos dados isotópicos. Condições de aridez durante a ACM também estão registradas na Bacia de Cariaco (Haug *et al.*, 2001), no sul do Nordeste do Brasil (Novello *et al.*, 2012) e na região dos Andes (Bird *et al.*, 2011; Vuille *et al.*, 2012; Apaéstegui *et al.*, 2014), sugerindo a migração para norte da ITCZ. Assim como sugeriu Apaéstegui *et al.* (2014), tais eventos abruptos poderiam ser explicados pela diminuição das chuvas provocadas pela ITCZ, com valores mais empobrecidos, e aumento das chuvas de inverno (junho, julho, agosto), com valores mais enriquecidos de  $\delta^{18}\text{O}$ . Os resultados obtidos mostram que a transição ACM – Pequena Idade do Gelo (PIG) é a fase de seca mais intensa registrada nos últimos 2500 anos. Ela tem início e fim marcados por dois picos abruptos dos dados de  $\delta\text{D}$  e valores enriquecidos de  $\delta^{18}\text{O}$ . Os picos de  $\delta\text{D}$  coincidem com os eventos vulcânicos de AD 1257/1258 do vulcão Samalas na Indonésia (Lavigne *et al.*, 2013), e de AD 1452 do vulcão Kuwae na República de Vanuatu, na Oceania (Gao *et al.*, 2006). Erupções vulcânicas explosivas injetam grande quantidade de aerossóis sulfurosos na estratosfera, que são transportados a outras latitudes via circulação atmosférica (Robock, 2000). Esses aerossóis bloqueiam a radiação solar, diminuindo a radiação em superfície, promovendo seu resfriamento. De maneira geral, o vulcanismo promove seca em regiões tropicais úmidas (Iles *et al.*, 2013), o que pode ter influenciado o regime de precipitação no Nordeste do Brasil durante a transição ACM-PIG. Após esse período, inicia-se a PIG (~1400-1820 anos AD), caracterizada por clima mais úmido pelos valores empobrecidos de  $\delta\text{D}$  e  $\delta^{18}\text{O}$  obtidos. Estudos nos Andes também apontam o aumento da umidade durante a PIG (Bird *et al.*, 2011; Vuille *et al.*, 2012; Apaéstegui *et al.*, 2014), assim como na Bacia de Cariaco (Haug *et al.*, 2001), indicando o aumento da precipitação dada pela ITCZ devido o seu deslocamento para sul. Ainda na PIG, dados isotópicos da Caverna Iraquara, localizada na porção sul do Nordeste do Brasil indicam condições de seca, que poderiam ser desencadeadas pelo sistema de Cavado do Nordeste-Alta da Bolívia (Novello *et al.*, 2012), entretanto, o aumento de umidade na Lagoa do Boqueirão e na



Caverna Trapiá, conforme os dados obtidos, sugerem que esse sistema estava enfraquecido durante a PIG. Desde o PIG, de acordo com os dados apresentados, a região norte do Nordeste do Brasil apresenta tendência de aumento das condições de umidade em relação aos últimos 2500 anos. Durante esses 2,5 milênios, Viana *et al.* (2014) relacionaram o aumento da profundidade da Lagoa do Boqueirão ao aumento da precipitação provocada pela ITCZ, no entanto, quando comparados os dados isotópicos à reconstituição da profundidade da Lagoa do Boqueirão, nota-se que há aumento (diminuição) da profundidade durante os períodos de diminuição (aumento) de umidade. Idades obtidas por Luminescência Ópticamente Estimada (LOE) em frentes de dunas inativas indicam que essas cessaram sua migração entre 743 e 985 anos AD e 1414 e 1585 anos AD, que representam a transição de condições de menor para maior umidade, coincidindo com o início tanto do ACM, como da PIG. A migração das dunas durante os períodos de seca podem representar o assoreamento do(s) canal(is) de vazão da Lagoa do Boqueirão, que resultou no represamento das águas, aumentando a profundidade. Nos períodos de maior umidade, o maior volume de chuvas, e a ausência do transporte de areias, facilitaria o rompimento dessas barragens, aumentando a vazão de água, o que levaria a diminuição da profundidade da Lagoa do Boqueirão.

#### Referências

- Apaéstegui, J., Cruz, F., Sifeddine, A., Espinoza, J., Guyot, J., Khodri, M., Strikis, N., Santos, R., Cheng, H., Edwards, L., Carvalho, E. & Santini, W. 2014. Hydroclimate variability of the South American Monsoon System during the last 1600 yr inferred from speleothem isotope records of the north-eastern Andes foothills in Peru. *Climate of the Past Discussions*, 10(1):533–561.
- Bird, B., Abbott, M., Vuille, M., Rodbell, D., Stansell, N. & Rosenmeier, M. 2011. A 2,300-year-long annually resolved record of the South American summer monsoon from the Peruvian Andes. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 108(21):8583–8588.
- Eglinton, T., & Eglinton, G. 2008. Molecular proxies for paleoclimatology. *Earth and Planetary Science Letters*, 275(1-2):1-16.
- Ficken, K., Li, B., Swain, D. & Eglinton, G. 2000. An n-alkane proxy for the sedimentary input of submerged/floating freshwater aquatic macrophytes. *Organic Geochemistry*:31(7-8):745-749.
- Gao, C., Robock, A., Self, S., Witter, J., Steffenson, J., Clausen, H., Siggaard-Andersen, M., Johnsen, S., Mayewski, P., and Ammann, C. & 2006. The 1452 or 1453 A.D. Kuwae eruption signal derived from multiple ice core records: Greatest volcanic sulfate event of the past 700 years. *Journal of Geophysical Research*, 111:D12107.
- Haug, G. H., Hughen, K.A., Sigman, D.M., Peterson, L.C. & Röhl, U. 2001. Southward Migration of the Intertropical Convergence Zone Through the Holocene. *SCIENCE*: 293:1304-1308.
- Iles, C.E., Hegerl, G.C., Schurer, A.P., Zhang, X. 2013. The effect of volcanic eruptions on global precipitation. *Journal of Geophysical Research*, 118:8770-8786.
- Lavigne, F., Degeai, J.-P., Komorowski, J.-C., Guillet, S., Robert, V., Lahitte, P., Oppenheimer, C., Stoffel, M., Vidal, C., Surono, S., Pratomo, I., Wassmer, P., Hajdas, I., Hadmoko, D. & Belizala, E. 2013. Source of the great A.D. 1257 mystery eruption unveiled, Samalas volcano, Rinjani Volcanic Complex, Indonesia. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 110(42):16742–16747.
- Novello, V., Cruz, F., Karmann, I., Burns, S., Strikis, N., Vuille, M., Cheng, H., Edwards, R., Santos, R., Frigo, E. & Barreto, E. 2012. Multidecadal climate variability in Brazil's Nordeste during the last 3000 years based on speleothem isotope records. *Geophysical Research Letters*:39(23): L23706.
- Robock, A. 2000. Volcanic Eruptions and Climate. *Reviews of Geophysics*, 38(2):191-219.
- Viana, J., Sifeddine, A., Turcq, B., Albuquerque, A., Moreira, L., Gomes, D. & Cordeiro, R. 2014. A late Holocene paleoclimate reconstruction from Boqueirão Lake sediments, northeastern Brazil. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 415:117-126.
- Vuille, M., Burns, S., Taylor, B., Cruz, F., Bird, B., Abbott, M., Kanner, L., Cheng, H. & Novello, V. 2012. A review of the South American monsoon history as recorded in stable isotopic proxies over the past two millennia. *Climate of the Past*, 8(4):1309–1321.



## TIME-AVERAGING OF SHELL-RICH ACCUMULATIONS ON BRAZILIAN SOUTHERN SHELF

Matias do Nascimento Ritter<sup>1</sup>, Fernando Erthal<sup>2</sup> & João Carlos Coimbra<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Programa de Pós-Graduação em Geociências – Instituto de Geociências – Universidade Federal do Rio Grande do Sul;

<sup>2</sup>Departamento de Paleontologia e Estratigrafia – Instituto de Geociências – Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Several studies have been conducted in order to understand the temporal resolution of the fossil record. In this sense, many projects were performed in modern marine environments, which are richer in biological information to compare with the fossil record data. The Southern Brazilian Continental Shelf (SBCS) is a sediment-starved shelf that presents highly potential to Taphonomy research (*e.g.* Erthal *et al.*, 2014). One highlight that SBCS can provide us is: how much time shell-rich assemblages have? Despite to several works which were conducted about time-averaging (noncontemporaneous individuals accumulate into a single assemblage) in marine environments settings (*e.g.* Dexter *et al.*, 2014), there were only a few studies conducted in subtropical shelves yet. Furthermore, and maybe the most important, the time-averaging is related to sequence stratigraphy. In another hand, sequence stratigraphy is asymmetric in temporal resolution of fossil record (Scarponi *et al.*, 2013) and its should be more explored in futures cooperative projects in SBCS. Here we provide the first quantitative data on the magnitude of time-averaging of spectacular bivalve shells of accumulations on shallow areas of SBCS. The material was gathered from two sites toward to 5-19 m on SBCS (33° S). Individual shells of the aragonitic bivalve *Maetra* sp. ( $n= 39$ ) were dated using amino acid racemization (AAR) which were analyzed at Northern Arizona University (NAU) (method of Kaufman and Manley, 1998) against 11 radiocarbon dates (<sup>14</sup>C AMS) performed at The UCI Keck Carbon Cycle AMS Program, University of California. Radiocarbon ages were calibrated to calendar years with CALIB version 7.0 (Stuiver *et al.*, 2014) using the databases SHCal13 (Southern Hemisphere) and marine13.14c (Hogg *et al.*, 2013; Reimer *et al.*, 2013). A mean marine reservoir age of  $408 \pm 18$  yr ( $\Delta R 8 \pm 17$  yr) was assumed, as established by Angulo *et al.* (2005). The use of AAR to infer calendar age requires a calibration function to quantify the age-D/L relationship (relative frequencies of left- [L] and right-handed [D] amino acid isomers). In living materials amino acids occurs only in one form (L-type), and after death they convert to the other form (D-type) with the passage of time until equilibrium is reached. This process is known as AAR. The functional relationship between specimen age and D/L has been evaluated using diverse mathematical approaches. Herein we used a Bayesian model fitting procedure to compare four previously proposed calibration functions [apparent parabolic kinetics (APK), simple power-law kinetics (SPK), constrained power-law kinetics (CPK), and time-dependent reaction kinetics (TDK)] (Allen *et al.*, 2013). The fitted models were performed in the free software R version 3.2.0 (R Development Core Team, 2015), based on the scripts modified from Allen *et al.* (2013 and references therein). In total, 96 models got run in R. The best-fitted model was TDK with a gamma distribution (asparagine amino acid). Shell ages range from 197 to 36,530 yrs B.P. (Fig. 1). The substantial presence of old shells spanning multiple millennia is suggestive of a long residence time near or at the sediment surface, as would be expected for this sediment-starved shelf that has experienced low net accumulation rates during the Holocene at least. Similar results has been reported in others continental shelves (Dexter *et al.*, 2014 and references therein). The sedimentation rate lower in the shallow areas is counteracted by the input of shells (in the Taphonomically Active Zone). These biomineralized remains may be used as a source of paleoceanographic proxy data for tracking regional environmental and climatic trends throughout the Holocene and Pleistocene. More comparative studies of time-averaging across bathymetric gradients are needed for the SBCS depositional settings to develop a more robust understanding of spatial variability in the temporal resolution of fossil assemblages.

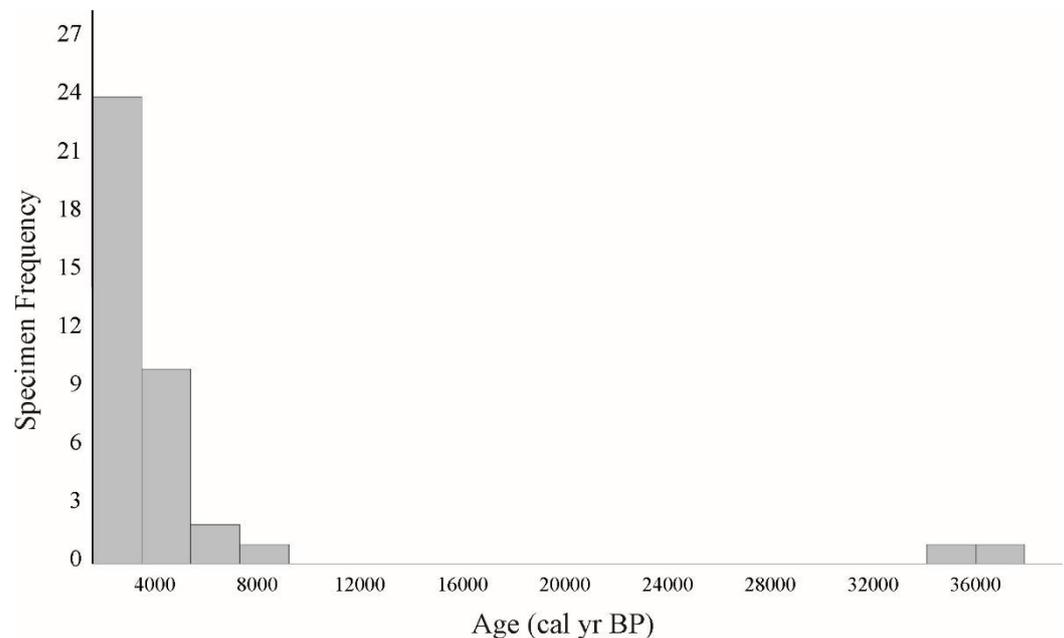


Figure 1. Age distribution of the 39 analyzed specimens of *Maetra* sp. The graphic showed a right-skewed distribution and a greater abundance of modern specimen.

#### References

- Allen, A.P., Kosnik, M.A. & Kaufman, D.S. 2013. Characterizing the dynamics of amino acid racemization using time-dependent reaction kinetics: a Bayesian approach to fitting age-calibration models. *Quaternary Geochronology*, 18: 63-77.
- Angulo, R.J., Souza, M.C., Reimer, P.J. & Sasaoka, S.K. 2005. Reservoir effect of the Southern and Southeastern Brazilian Coast. *Radiocarbon*, 47: 67-73.
- Dexter, T.A., Kaufman, D.S., Krause, R.A., Barbour-Wood, S.L., Simões, M.G., Huntley, J.W., Yanes, Y., Romanek, C.S. & Kowalewski, M. 2014. A continuous multi-millennial record of surficial bivalve mollusk shells from the São Paulo Bight, Brazilian shelf. *Quaternary Research*, 81: 274-283.
- Erthal, F.; Kotzian, C.B. & Coimbra, J.C. 2014. Quantitative environmental interpretation based on damage profile of recent molluscan assemblages from Brazil Continental Shelf. In: INTERNATIONAL PALEONTOLOGICAL CONGRESS, 4, 2014. Abstracts, Mendoza, IPA, p. 80.
- Hogg, A.G. *et al.* 2013. SHCal13 Southern Hemisphere Calibration, 0–50,000 Years cal BP. *Radiocarbon*, 55: 1889-1903.
- Kaufman, D.S. & Manley, W.F. 1998. A new procedure for determining DL amino acid ratios in fossils using reverse phase liquid chromatography. *Quaternary Science Reviews*, 17: 987-1000.
- R Development Core Team, 2015. R: a language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. <http://www.R-project.org>
- Reimer, P.J. *et al.* 2013. IntCal13 and Marine13 Radiocarbon Age Calibration Curves 0–50,000 Years cal BP. *Radiocarbon*, 55: 1869-1887.
- Scarponi, D., Kaufman, D.S., Amorosi, A. & Kowalewski, M. 2013. Sequence stratigraphy and the resolution of the fossil record. *Geology*, 41: 239-242.
- Stuiver, M., Reimer, P.J. & Reimer, R.W. 2014. CALIB 7.0, Radiocarbon calibration program. <http://calib.qub.ac.uk/calib/>.



## EFEITOS DA DEPOSIÇÃO DE LIXO MARINHO NA ORLA DA BAÍA DE GUANABARA – RIO DE JANEIRO

Barbara Franz<sup>1</sup>

<sup>1</sup>*Departamento de Análise Geoambiental - Instituto de Geociências – Universidade Federal Fluminense*

Apesar de ser comum utilizar o termo *lixo* como sinônimo de *resíduos sólidos*, a “Política Nacional de Resíduos Sólidos” (PNRS - Lei 12.205/2010) atribui que “resíduos sólidos” no art. 3º (inciso XVI) corresponde a um material, substância, objeto ou bem descartado resultante de atividades humanas em sociedade, destinado para a reutilização, a reciclagem, a compostagem, a recuperação e o aproveitamento energético. Logo, nesse âmbito, “lixo” é um material resultante da atividade humana que foi descartado por ser considerado desprovido de valor econômico. A quantidade de resíduos gerados aumenta em função das taxas de crescimento populacional e à medida que se busca alcançar os padrões de países desenvolvidos, se aproximando cada vez mais de seus padrões de consumo. A rápida urbanização, a gestão inadequada de resíduos sólidos e o estilo de vida eleva a quantidade de lixo gerada (UNEP, 2007). Assim, itens de lixo lançados nas vias públicas podem alcançar tantos os ecossistemas costeiros quanto os oceanos (sendo então denominados de “lixo marinho”), através do sistema de drenagem urbana e fluvial. Este também é o atual panorama para a Baía de Guanabara (no estado do Rio de Janeiro). Nesse contexto, o objetivo do trabalho é identificar os fatores que influenciam na deposição de lixo marinho na orla da Baía de Guanabara e os decorrentes danos ao ecossistema costeiro. O desenvolvimento metodológico está baseado em pesquisa bibliográfica, observacional e trabalho de campo. Este corresponde a amostragens de itens de lixo marinho na linha d’água formada pela maré enchente e vazante a partir de 6 campanhas na Praia do Flamengo (município de Rio de Janeiro) entre janeiro e maio de 2014, quantificando-se 1.147 itens (Franz & Hartz, 2014), como também em 5 campanhas nas praias Icaraí, São Francisco e Charitas (município de Niterói) entre setembro e dezembro de 2013, quantificando-se 1907 itens (Paiva & Franz 2014). Na pesquisa relacionou-se também a quantidade de itens encontrados na praia com índices pluviométricos disponíveis no Alerta Rio (2014). Os danos causados pelo lixo flutuante em rios contribuintes à Baía correspondem: poluição da água (inclusive lençóis freáticos), risco à saúde pública (propiciam a propagação de vetores transmissores de doenças de veiculação hídrica), favorece as inundações a partir da obstrução da rede pluvial, atrapalha a prática de esportes náuticos, representa um perigo ao tráfego aéreo (pois atraem os urubus), impedimento do desenvolvimento de manguezais (o plástico, por exemplo, sufoca os propágulos), o assoreamento dos corpos d’água e por fim, causa impressão estética negativa (Franz, 2011). Os resultados mostram que os itens da categoria *plástico* (até 8 cm) tendem a se depositar em quantidades predominantes na praia, sendo que 24 itens/m foi a maior média alcançada para as praias de Niterói (em 28/11/2013, como mostra a figura 1). Embora a quantidade total de plástico no oceano é desconhecida, é encontrado em todo o mundo, incluindo as regiões polares, longe de sua fonte de geração (UNEP, 2014). As maiores médias de itens de plásticos para as praias estudadas ocorrem após pelo menos 3 dias após maiores Na praia do Flamengo, a partir da quarta campanha (04/04/2014) percebeu-se que havia uma tendência de maior deposição de itens de lixo durante a maré mais alta, como mostra a figura 1, que compara os itens depositados em linhas paralelas (uma formada durante a maré enchente e outra durante a maré vazante), chegando a uma média de concentração 30 vezes maior na linha da maré mais alta quando comparada à baixa. A composição dos itens e sua relação com índices pluviométricos indica que a maioria deles é proveniente dos rios e drenagens urbanas que escoam para a Baía de Guanabara (resultante de saneamento básico precário e falta de conscientização da população). Destaca-se que nas praias estudadas as respectivas prefeituras costumam realizar diariamente limpeza de praias, mas na maioria da orla da Baía isso não ocorre, havendo acúmulo de lixo tanto em praias quanto em manguezais. O acúmulo e possíveis danos de partículas microplásticas no oceano estão sendo reconhecidos como uma questão ambiental global emergencial e preocupante (UNEP, 2011).

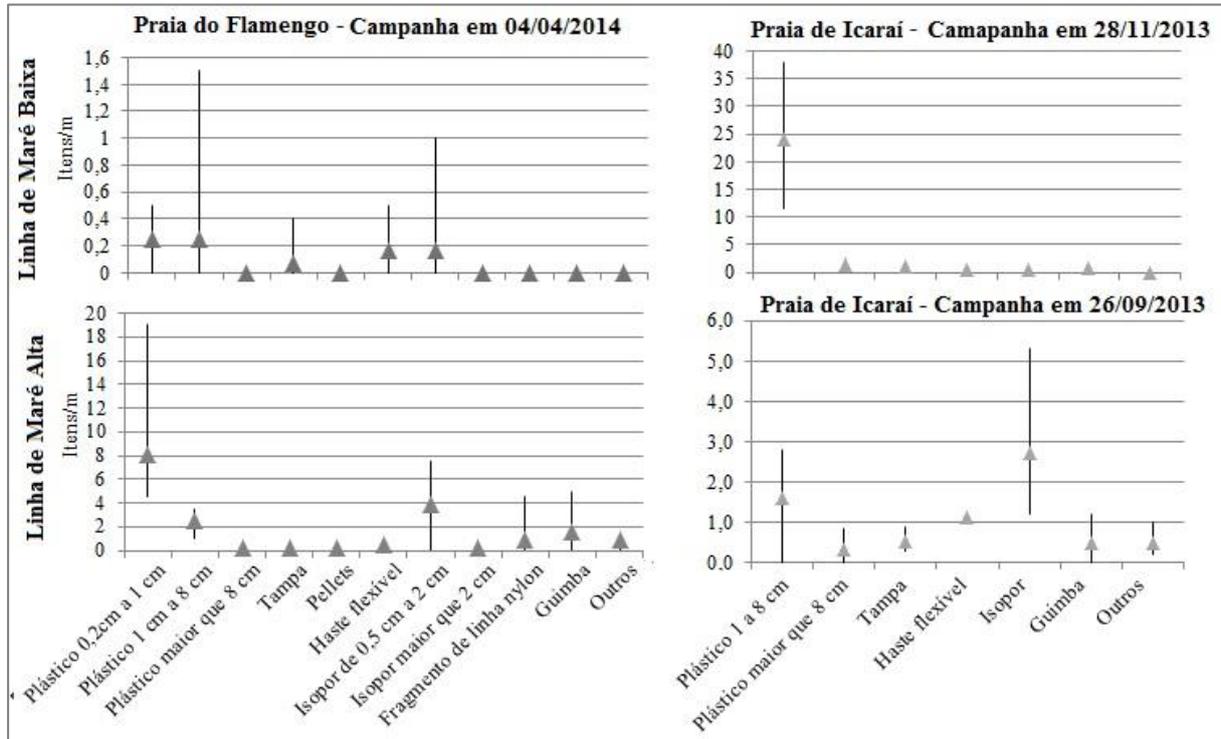


Figura 1. Concentração (itens/m) máxima, mínima e média (representado por triângulo) de campanhas de amostragens na Orla da Baía de Guanabara

#### Referências

- Alerta Rio. Sistema Alerta Rio da Prefeitura do Rio de Janeiro. Dados Pluviométricos. <<[http://alertario.rio.rj.gov.br/?page\\_id=796](http://alertario.rio.rj.gov.br/?page_id=796)>>
- Franz, B. & Hartz, A.L. 2014. Distribuição de lixo marinho na orla da Baía de Guanabara no município do Rio de Janeiro. Anais do VI Congresso Brasileiro de Oceanografia. Itajaí, 25 a 29 de outubro, p.283-284.
- Franz, B. 2011. O lixo flutuante em regiões metropolitanas costeiras no âmbito de políticas públicas: o caso da cidade do Rio de Janeiro. 150p. Tese de Doutorado Doutor, Programa de Pós-Graduação em Planejamento Energético, COPPE, Universidade Federal do Rio de Janeiro.
- Paiva, A.P. & Franz, B. 2014. A influência da mídia quanto à geração de lixo marinho: o caso da orla da baía de Guanabara no município de Niterói. Relatório Final de Iniciação Científica. Agência de Inovação, PROPPI-UFF, 2p., Niterói.
- UNEP, 2007. Global Environmental Outlook 4: Environment for development. Valletta, Malta, 540 p.
- UNEP, 2014. Year Book: Emerging Issues in Our Global Environment 2014. Division of Early Warning and Assessment, United Nations Environment Programme. 68p. Nairobi, Quênia.
- UNEP, 2011. Year Book 2011: Emerging Issues in our Global Environment. United Nations Environment Programme. 79p. Nairobi, Quênia.



## VARIAÇÃO DA MINERALOGIA DAS ARGILAS NO CONE DE RIO GRANDE E SUA CORRELAÇÃO COM CICLOS PALEOCLIMÁTICOS

Caroline Thaís Martinho<sup>1</sup>, Renato O. Kowsmann<sup>2</sup>, Adriano R. Viana<sup>2</sup>, João Marcelo Ketzer<sup>1</sup>, Lennon Claas<sup>1</sup>, Mariah Xavier Rocha<sup>1</sup>, Felipe A.L. Toledo<sup>3</sup>, Karen B. Costa<sup>3</sup>, Marco Aurélio Vicalvi<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Instituto do Petróleo e dos Recursos Naturais – Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul; <sup>2</sup>PETROBRAS; <sup>3</sup>Instituto Oceanográfico – Universidade de São Paulo; <sup>4</sup>Fundação Gorceix

Amostras de sedimentos foram analisadas de um testemunho de sondagem a pistão (*Piston Core PC-75*) coletado na região do cone de Rio Grande na bacia de Pelotas em lâmina d'água de 1.155 m. No testemunho predominam fácies lamosas e para o estudo da composição mineralógica desses sedimentos foi utilizada a difração de raios-X tendo sido analisadas a mineralogia da amostra total e da fração argila dos sedimentos. Para o seu fatiamento temporal foram utilizados o biozoneamento de foraminíferos planctônicos de Ericson e Wollin (1968) e os estágios isotópicos de oxigênio de Emiliani (1966). De modo geral, nas amostras totais predomina o quartzo; a albita ocorre como constituinte menor ou traço. A calcita nem sempre está presente, quando ocorre é como constituinte menor ou traço. Localmente há a ocorrência de pirita, feldspato potássico e anfibólio. Na fração argila predomina a illita; a esmectita, caolinita e clorita estão sempre presentes, mas com quantidades variáveis de acordo com a profundidade no testemunho. Existe uma tendência de variação desses argilominerais: quando a esmectita e caolinita diminuem, aumenta a clorita; o contrário também é observado. O PC 75 atingiu 38,25 m de profundidade e segundo análise bioestratigráfica alcançou a Biozona V, correspondente ao estágio marinho isotópico 7 (MIS7). Seus sedimentos foram depositados durante três períodos interglaciais (Biozonas Z, X e V; MIS 1, 5 e 7 respectivamente) e dois períodos mais frios, glaciais (Biozonas Y e W; MIS 2-4 e 6 respectivamente). Observa-se que há uma correlação entre os dados bioestratigráficos, que refletem o paleoclima, e a mineralogia das argilas depositadas. Durante períodos mais quentes a calcita está presente em maior quantidade tanto na amostra total quanto na fração argila; e a abundância de clorita na fração argila diminui e aumenta a quantidade de esmectita e caolinita. Durante períodos frios, glaciais representados pelas Biozonas Y e W a calcita desaparece dos sedimentos; e a clorita torna-se mais abundante e a esmectita e caolinita diminuem sua quantidade. Esta variação mineralógica de períodos quentes e frios acompanha os dados paleoclimáticos/ paleoceanográficos de porcentagem de CaCO<sub>3</sub> e a curva paleoclimática traçada a partir da porcentagem de espécies de período. Mapas de distribuição das argilas nas bacias oceânicas atuais (Fagel, 2007) concordam com a mineralogia encontrada nos testemunhos: i) A illita predomina na região do cone de Rio Grande e desembocadura do Rio de La Plata. Isto explica também seu predomínio nos sedimentos dos testemunhos; ii) a clorita é mais frequente em águas profundas e em latitudes maiores especialmente nas regiões adjacentes ao cone de Rio Grande e desembocadura do rio La Plata. A grande quantidade de clorita em latitudes maiores (50°–60°) explica sua maior ocorrência durante períodos glaciais, pois se espera que as condições climáticas/deposicionais de latitudes maiores sejam deslocadas para latitudes menores durante os intervalos mais frios; iii) a esmectita, no Atlântico Sul, possui maiores porcentagens em águas mais profundas; iv) a caolinita predomina nas águas mais rasas, de plataforma e nas águas tropicais. Isso explica a diminuição da caolinita com o aumento da clorita durante eventos glaciais e o aumento da caolinita durante períodos mais quentes. A variação no teor de clorita nas argilas no testemunho nos períodos glaciais reflete provavelmente flutuações na dominância das massas d'água provenientes da Antártica versus as massas d'água Do Hemisfério Norte. Durante os períodos glaciais e de degelo imediatamente posterior, o aporte da Água Profunda do Atlântico Norte (NADW) foi anulado (Boyle & Keigwin, 1987, Charles & Fairbanks, 1992, Adkins *et al.*, 1998) ocasionando uma dominância das massas d'água da Antártica, fonte das cloritas.



### Referências

- Adkins, J. F., Cheng, H., Boyle, E.A., Druffel, E.R. & Edwards, R.L., 1998, Deep-sea coral evidence for rapid change in ventilation of the deep North Atlantic 15,400 years ago. *Science* 280:725-728.
- Boyle, E.A. & Keigwin, L. 1987 North Atlantic thermohaline circulation during the past 20,000 years linked to high-latitude surface temperature. *Nature* 330:35-40.
- Charles, C. & Fairbanks, R.G. 1992 Evidencid from Southern Ocean sediments for the effect of North Atlantic deep-water flux on climate. *Nature* 355: 416-419.
- Emiliani, C.1966. Paleotemperature analysis of the Caribbean cores P6304-8 and P6304-9 and generalized temperature curve for the past 425,000 years. *Journal of Geology*, 74: 109-124.
- Ericson, C. & Wollin, G., 1968. Pleistocene climates and chronology in deep-sea sediments. *Science*, 16(3859): 1227-1234.
- Fagel, N. 2007. Clay Minerals, Deep Circulation and Climate. In: Hillaire–Marcel, C. & De Vernal, A. (eds.). *Developments in Marine Geology*, Volume 1, 139-184.

## OCORRÊNCIA DE MINERAIS GLAUCONÍTICOS NO CONE DE RIO GRANDE (TALUDE CONTINENTAL DA BACIA DE PELOTAS, RS)

Caroline T. Martinho<sup>1</sup>, Anderson J. Maraschin<sup>1</sup>, Renato O. Kowsmann<sup>2</sup>, Adriano R. Viana<sup>2</sup>, João Marcelo Ketzer<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Instituto do Petróleo e dos Recursos Naturais – Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul; <sup>2</sup>PETROBRAS.

Os depósitos arenosos provenientes de testemunhos coletados no Talude Continental da Bacia de Pelotas (Rio Grande do Sul), especificamente na área do Cone de Rio Grande, são constituídos predominantemente de quartzo monocristalino, assembleias de minerais pesados, microfósseis calcários e muscovita, com tamanho granulométrico areia muito fina/fina. Entretanto, há um volume significativo de grãos verdes, cuja granulometria varia de areia fina a grossa, dispersos homogeneamente nesses depósitos (Figura 1A), sendo alguns depósitos completamente constituídos de grãos verdes (Figura 1B).

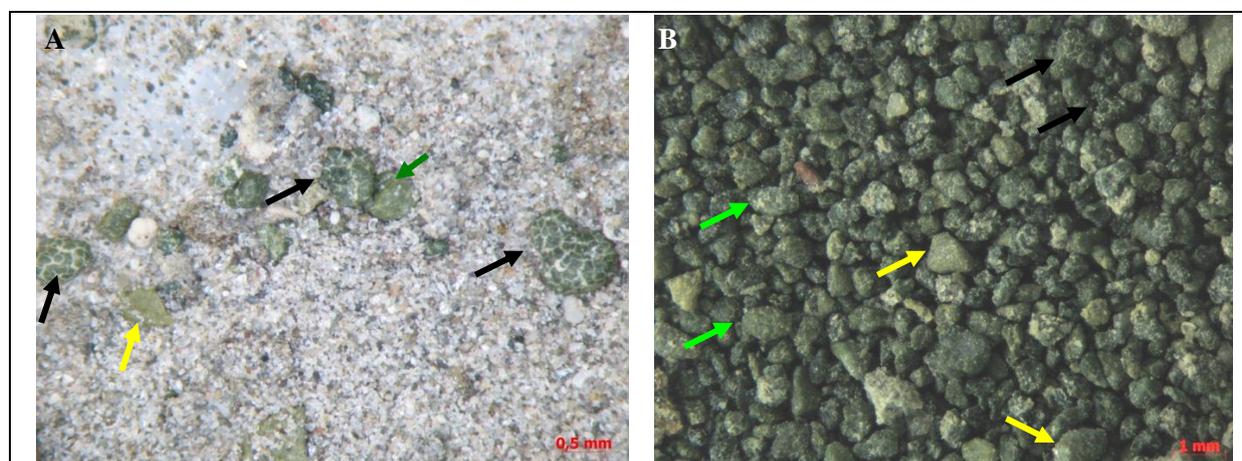


Figura 1. Micrografias em lupa binocular representativas dos depósitos arenosos do Cone de Rio Grande, onde se observam os minerais glauconíticos (glaucolitos), dispersos juntamente com grãos de quartzo e minerais pesados (1A) e amostra predominantemente glauconítica, caracterizando, assim, uma areia glauconítica. Gn: Glaucolito nascente (seta amarela), Gle: Glaucolito pouco evoluído (seta verde), Gev: Glaucolito altamente evoluído (seta preta). Aumentos de 2,5x e 2x, respectivamente.

De acordo com análise em lupa binocular, foram identificados grãos verde-claros (amarelados) com superfície lisa, grãos verdes com superfície pouco fraturada e, por fim, grãos verde-escuros com superfície muito fraturada. Essas características diagnósticas, cor e fraturas (ou *cracks*), indicam que nesses depósitos ocorrem, pelo menos, três dos quatro estágios de evolução (maturidade) de minerais glaucolíticos (ou glaucolitos) pertencentes à fácies glauconia: nascente (*nascent*), pouco evoluído (*little evolved*) e altamente evoluído (*highly evolved*) (Triplehorn, 1966; Odin & Matter, 1981; Odin & Morton, 1988; Amorosi, 2012). O terceiro estágio, denominado evoluído (*evolved*), não foi reconhecido. Assim, sugere-se que os grãos verde-claros com superfície lisa, referentes ao primeiro estágio de maturidade dos minerais glauconíticos, é uma esmectita férrica-aluminosa glauconítica (montmorilonita ou interstratificado beidelita-nontronita/mica), os grãos verdes com superfície pouco fraturada indicam uma esmectita gradando para ilita (interstratificado I/S), enquanto que no último estágio é formada a glauconita (também denominada de mica glauconítica ou ilita férrica), cujos grãos são verde-escuros e a superfície muito fraturada (Meunier, 2005; Velde, 2005; Amorosi, 2012). Entretanto, são fundamentais análises químicas quantitativas por Microsonda Eletrônica com detector WDS (*Wavelength Dispersive X-Ray Spectroscopy*) acoplado, para fins de verificação dos conteúdos de potássio e ferro (razão  $Fe^{+2}/Fe^{+3}$ ), e, assim, concluir a quais estágios os grãos pertencem. Areias glauconíticas já haviam sido identificadas na Planície Costeira do Rio Grande do Sul, em poços perfurados entre 3 e 1.518 metros de profundidade (Closs, 1967; Sanguinetti, 1980; Dillenburg *et al.*, 2000) e em sedimentos da Plataforma



Continental Sul-brasileira, Uruguia e Argentina (Martins *et al.*, 2005). Uma vez que os grãos analisados nesse trabalho indicam origem alóctone detrítica (extrasequencial), sugere-se, futuramente, verificar qual(is) processo(s) os transportaram até o Talude Continental (ou seja, no Cone de Rio Grande), se há relação com os minerais glauconíticos da planície e da plataforma e, assim, contribuir para o entendimento sobre o preenchimento sedimentar do Cone, estimado ter ocorrido durante o Mioceno Inferior-Holoceno (Martins, 1983; Rosa, 2007; Silveira & Pinheiro Machado, 2004 ;Contreras *et al.*, 2010 ).

#### Referências

- Amorosi, A. 2012. The occurrence of glaucony in the stratigraphy record: distribution patterns and sequence-stratigraphy significance. In: Morda, S, Ketzer, J. & De Ros, L. (Eds.). Linking Diagenesis to Sequence Stratigraphy. Spec. Publ. 45 - IAS. Wiley-Blackwell, UK. p.37-53.
- Contreras, J., Zühlke, R., Bowman, S. & Bechstädt, T. 2010. Seismic stratigraphy and subsidence analysis of the southern Brazilian margin (Campos, Santos and Pelotas basins). *Marine and Petroleum Geology*, v.27, p.1952-1980.
- Closs, D. 1967. Miocene planktonic foraminifera from southern Brazil. *Micropaleontology*, v.13, p.337-344.
- Dillenburg, S., Laybauer, L., Mexias, A., Dani, N., Barboza, E. & Lummertz, C. 2000. Significado estratigráfico de minerais glauconíticos da Planície Costeira do Rio Grande do Sul, região da Laguna de Tramandaí. *Revista Brasileira de Geociências*, v.30, p.649-654.
- Martins, I. 1983. Modelo Sedimentar do Cone de Rio Grande. 222p. Tese de Doutorado, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
- Martins, L., Urien, C. & Martins, I. 2005. Gênese dos sedimentos da Plataforma Continental Atlântica entre o Rio Grande do Sul (Brasil) e Tierra del Fuego (Argentina). *Gravel*, v.3, p.85-102.
- Odin, G.S. & Matter, A. 1981. De glauconiarum origine. *Sedimentology*, v. 28: p. 611-641.
- Odin, G.S. & Morton, A.C. 1988. Authigenic green particles from marine environments. In: Chilingarian, G.V. & Wolf, K.H. (Eds.) *Diagenesis*, v. II, Amsterdam: Elsevier. p. 213-264.
- Rosa, A.P. 2007. Interpretação Sismo-estratigráfica da porção da Bacia de Pelotas que engloba o Cone de Rio Grande e a avaliação de seu potencial petrolífero. 180p. Tese de Doutorado, Laboratório de Engenharia e Exploração de Petróleo, Universidade Estadual do Norte Fluminense.
- Sanguinetti, Y. 1980. Bioestratigrafia (Ostracodes) do Mioceno da Bacia de Pelotas, Rio Grande do Sul. *Pesquisas*, v.13, p. 7-34.
- Silveira, D.P. & Pinheiro Machado, M.A. 2004. Bacias Sedimentares Brasileiras: Bacia de Pelotas. *Fundação Paleontológica Phoenix*, Ano 6, no 63.
- Triplehorn, D.M. 1966. Morphology, internal structure, and origin of glauconite pellets. *Sedimentology*, v. 6: p. 247-266.

## IDENTIFICAÇÃO DE MINERAIS PESADOS NA BACIA DE PELOTAS (RS): CONTRIBUIÇÃO PARA O ENTENDIMENTO DO PREENCHIMENTO SEDIMENTAR DO CONE DE RIO GRANDE

Caroline T. Martinho<sup>1</sup>, Anderson J. Maraschin<sup>1</sup>, Dennis J. Miller<sup>2</sup>, Adriano R. Viana<sup>2</sup>, João Marcelo Ketzer<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Instituto do Petróleo e dos Recursos Naturais – Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul; <sup>2</sup>PETROBRAS.

A análise de minerais pesados auxilia em estudos de proveniência de sedimentos e rochas sedimentares, contribuindo para um melhor entendimento da evolução geológica de uma bacia sedimentar. A proveniência dos sedimentos que formaram o Cone de Rio Grande ainda não está bem compreendida, uma vez que não há, atualmente, descarga de grandes rios na área. Para este trabalho foram analisadas 17 amostras de depósitos arenosos, os quais ocorrem intercalados em testemunhos essencialmente lamosos, coletados na área do Cone de Rio Grande (Talude Continental da Bacia de Pelotas, Rio Grande do Sul). Os depósitos arenosos são compostos predominantemente de quartzo monocristalino, glaucólitos e assembléias de minerais pesados, alvo deste estudo. Os minerais pesados identificados por análises modais em lupa binocular foram os seguintes: epidoto, monazita, ilmenita, estauroлита, cianita, apatita, rutilo, granadas, turmalina, esfeno e zircão (Figura 1), indicando, assim, fontes essencialmente metamórficas e graníticas, representativas de áreas Pré-cambrianas, localizadas nos escudos Sul-Rio-Grandense, na porção central do Estado do Rio Grande do Sul, e Uruguiaio (Tomazelli, 1978; Splendor & Remus, 2005; Corrêa *et al.*, 2008).

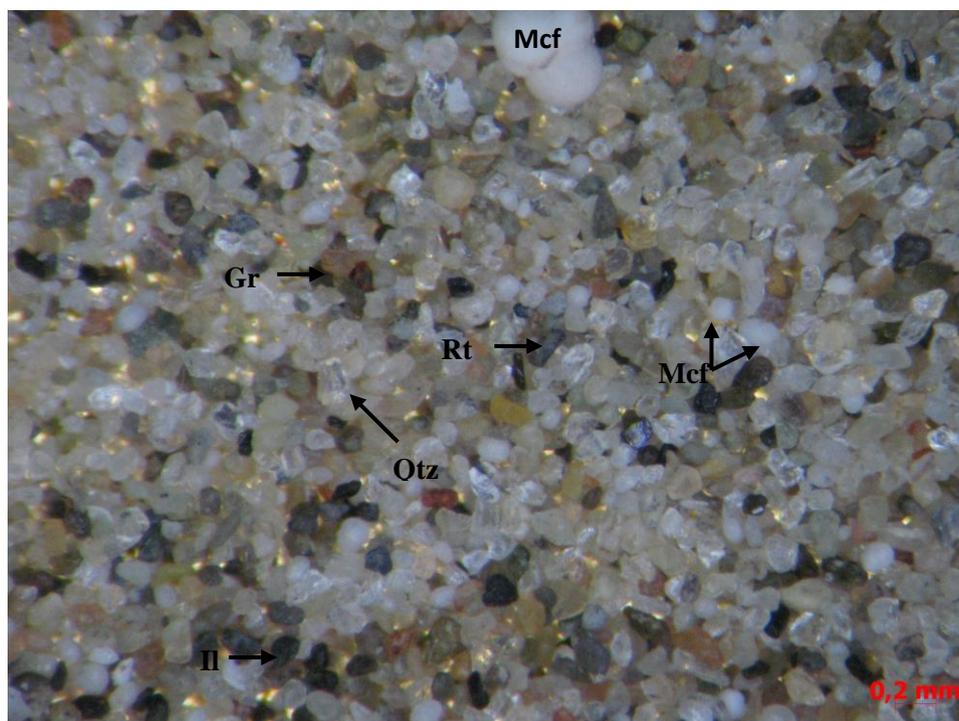


Figura 1. Micrografia em lupa binocular. Amostra representativa da ocorrência de alguns dos minerais pesados que compõem os depósitos arenosos do Cone de Rio Grande, dispersos juntamente com grãos de quartzo (Qtz) e microfósseis (Mcf). Gr: Granada, Rt: Rutilo, Il: Ilmenita. Aumento de 3,2x.

Esses minerais foram, provavelmente, transportados por drenagens fluviais pretéritas através de um sistema de paleocanais reconhecidos na plataforma continental do Rio Grande do Sul (Toldo Jr. *et al.*, 1991; Abreu & Calliari, 2005; Silva, 2009). Essas paleodrenagens erodiram as rochas dos escudos,



enquanto os paleocanais serviram de condutos para os sedimentos até as porções distais da Bacia de Pelotas, contribuindo, assim, para o preenchimento sedimentar do Cone de Rio Grande. Embora as drenagens pretéritas dos rios Camaquã e Jacuí tenham sido os mais prováveis sistemas fluviais formadores do Cone, houve uma grande contribuição do Rio de La Plata, até hoje responsável por grande volume de descarga sedimentar no litoral sul e sudeste brasileiro (Martins *et al.*, 2005). Uma vez transportados pelas paleodrenagens até a plataforma, a distribuição desses minerais ocorreu por processos relacionados à dinâmica das correntes costeiras e/ou efeitos de correntes marinhas de contorno, formando depósitos contorníticos (contornitos). Feições de contornitos em seções sísmicas são amplamente encontradas na margem continental do Atlântico Sul, do norte da Argentina à costa sudeste do Brasil (Duarte & Viana, 2007; Moraes *et al.*, 2007; Hernández-Molina *et al.*, 2009) inclusive no Cone de Rio Grande (Rosa, 2007). Assim, devido à presença de assembleias de minerais pesados nos depósitos arenosos do Cone de Rio Grande, foi possível inferir que seu preenchimento sedimentar foi, em grande parte, suprido por áreas-fonte continentais pré-cambrianas, cujos sedimentos foram transportados por paleodrenagens e distribuídos por correntes costeiras e/ou marinhas na área do Cone.

#### Referências

- Abreu, J. & Calliari, L. 2005. Paleocanais na Plataforma Interna do Rio Grande do Sul: evidências de uma drenagem fluvial pretérita. *Revista Brasileira de Geofísica*, v.23, p.123-132.
- Corrêa, I.C., Ayup-Zouain, R., Weschenfelder, J. & Tomazelli, L. 2008. Áreas fontes dos minerais pesados e sua distribuição sobre a Plataforma Continental Sul-brasileira, Uruguia e Norte-Argentina. *Pesquisas em Geociências*, v.35, p.137-150.
- Duarte, C. & Viana, A. 2007. Santos Drift System: stratigraphic organization and implications for late Cenozoic palaeocirculation in the Santos Basin, SW Atlantic Ocean. In: Viana, A. & Rebesco, M. (eds.). *Economic and Palaeoceanographic Significance of Contourite Deposits*. *Geol. Soc. Spec. Publ.*, v.276, p.171-198.
- Hernández-Molina, F., Paterlini, M., Violante, R., Marshall, P., Isasi, M., Somoza, L. & Rebesco, M. 2009. A contourite depositional system in the Argentina slope: An exceptional record of the influence of Antarctic water masses. *Geology*, v.37, p.507-510.
- Martins, L., Urien, C. & Martins, I. 2005. Gênese dos sedimentos da Plataforma Continental Atlântica entre o Rio Grande do Sul (Brasil) e Tierra del Fuego (Argentina). *Gravel*, v.3, p.85-102.
- Moraes, M., Maciel, W., Braga, M. & Viana, A. 2007. Bottom-current reworked Palaeocene-Eocene deep-water reservoirs of the Campos Basin, Brazil. In: Viana, A. & Rebesco, M. (eds.). *Economic and Palaeoceanographic Significance of Contourite Deposits*. *Geol. Soc. Spec. Publ.*, v.276, p.81-94.
- Rosa, A.P. 2007. Interpretação Sismo-estratigráfica da porção da Bacia de Pelotas que engloba o Cone de Rio Grande e a avaliação de seu potencial petrolífero. 180p. Tese de Doutorado, Laboratório de Engenharia e Exploração de Petróleo, Universidade Estadual do Norte Fluminense.
- Silva, J.B. 2009. Identificação do Sistema de Paleodrenagem na Margem Continental Sul Brasileira adjacente à Lagoa Mirim no Terciário Superior por Sísmica de Reflexão. 215p. Tese de Doutorado, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do sul.
- Splendor, F. & Remus, M. 2005. Composição química das granadas no estudo de proveniência dos sedimentos quaternários da porção sul da Bacia de Pelotas. 3º Congresso Brasileiro de P&D em Petróleo e Gás. Instituto Brasileiro de Petróleo, Salvador, BA.



## OS SERVIÇOS ECOSISTEMICOS NA GESTÃO INTEGRADA DE UNIDADES DE CONSERVAÇÃO: O CASO DO PARQUE NACIONAL DA LAGOA DO PEIXE, RS

Washington Luiz dos Santos Ferreira<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Laboratório de Gerenciamento Costeiro – Programa de Pós-Graduação em Geografia – Universidade Federal de Santa Catarina (thalassoching@yahoo.com.br).

Dentre o conjunto de estratégias internacionalmente adotadas para a conservação da heterogeneidade espacial, beleza cênica, biodiversidade e produtividade biológica, incluem-se a destinação de áreas representativas dos territórios, ecossistemas e patrimônio cultural nacional, como Unidades de Conservação – UCs. Utilizamos neste estudo de caso o Parque Nacional da Lagoa do Peixe (RS), cujo processo de gestão apresenta um histórico abrangente e complexo de contradições, conflitos e impactos socioambientais. Muito antes da sua criação, a área já era ocupada por uma comunidade de pesca artesanal, instalada há gerações, operando segundo regras de autogestão; os campos litorâneos adjacentes foram progressivamente ocupados pela pecuária extensiva e, mais recentemente, pelo cultivo do arroz irrigado e florestamentos industriais de *Pinnus spp*, operando na lógica de mercado. A informação científica sobre os processos ecológicos e fluxos energéticos incidentes nesta UC foi organizada a partir da Teoria dos Sistemas (Odum *et al.*, 1987). Desenvolvemos uma abordagem desta problemática, sob o enfoque dos serviços ecossistêmicos - suporte, regulação, provisão, cultural (De Groot *et al.*, 2002). Através de uma matriz conceitual (adaptada de Asmus *et al.*, 2014), foram catalogados os serviços ecossistêmicos proporcionados, e os principais atores sociais e suas demandas. Em decorrência do objetivo principal da criação desta UC (a conservação dos habitats utilizados pelas aves costeiras migratórias), uma série de medidas foi adotada por parte dos gestores das instituições envolvidas (IBAMA e ICMBio), algumas por imposição das determinações legais, outras decorrentes de iniciativas das instituições envolvidas, das quais analisaremos uma pequena amostragem. A intenção de remoção de pescadores artesanais desencadeou uma série de conflitos persistentes e a exclusão tácita da comunidade (ainda tolerada, com a perspectiva de progressiva redução de seu contingente populacional); tal decisão em nada contribui para a conservação do ambiente e das aves costeiras migratórias, mas incrementa a insegurança e desconfiança da população frente à administração (Almudi, 2008). O manejo da barra lagunar: recentemente a abertura é decorrente da pressão política de grandes proprietários rurais (através de vereadores e deputados), para facilitar a drenagem dos campos litorâneos, e assim, ampliar a área de pastagem disponível aos rebanhos; a estes interesses se conjugam os representantes da rizicultura irrigada e dos florestamentos de *Pinnus spp*, os quais compartilham dos benefícios da medida. Em consequência, grande parte das áreas marginais de marismas e planos intermareais ficam expostas, eliminando os macro invertebrados bentônicos; tal procedimento impacta negativamente tanto a pesca artesanal, como as aves costeiras. A remoção dos rebanhos dos campos litorâneos nas bordas das marismas: se adotada em toda a extensão da área, pode intensificar um conflito específico, pois a pastagem exercida reduz a altura e densidade da cobertura vegetal, além de induzir a uma seleção das espécies botânicas presentes, o que facilita e amplia a disponibilidade alimentar para uma espécie de ave costeira migratória na região, ameaçada de extinção, o maçarico-acanelado (Silva, 2014). A remoção de florestamentos de *Pinnus spp*: espécie invasora agressiva, persistente e com grande potencial de dispersão, a qual altera rapidamente a fisionomia da cobertura vegetal (Rolon, 2011). Contudo, neste caso, vista como uma forçante no ecossistema, a mesma tem exercido um papel relevante na estrutura do mosaico de ambientes regionais, garantindo a estabilização dos sedimentos arenosos, transportados pelo vento sobre a borda das lagoas costeiras. A remoção completa e irrestrita destes florestamentos iria acelerar o processo geológico em curso de progressiva colmatação das lagoas costeiras, contrariando a expectativa de manutenção das mesmas, para a continuidade de sua função de habitat alimentar para as aves costeiras. No conjunto, estas medidas vêm sendo orientadas pela ótica “conservacionista”, segundo a qual a melhor estratégia para a conservação dos referidos habitats e espécies seria a perspectiva de manutenção das “características originais” dos mesmos (Diegues, 2001). Tal perspectiva fundamenta-se no “mito na natureza intocada”, que advoga a pertinência da decisão de



se isolarem determinados segmentos dos territórios, livres da atuação humana, para manutenção das referidas “características originais” dos mesmos, como necessidade básica para a conservação dos ambientes e espécies ameaçadas (Diegues, 1996). Tais medidas poderiam, no máximo, efetivar a conservação da “aparência” da paisagem, mas não aquelas “características originais” das mesmas, porque uma parcela mínima dos ecossistemas remanescentes retrataria condições originais, livres da atuação humana; pelo contrário, a maior parte de todos os ecossistemas mostra evidentes e diferentes graus de interação da configuração geoambiental com as atividades dos seres humanos. Neste sentido, ao visarem à supressão da presença e das atividades humanas na área, tais medidas, além de improdutivas em relação aos seus objetivos, desconsideram o significado dos serviços ecossistêmicos e a co-evolução dos sistemas naturais e antrópicos na configuração das atuais paisagens. Tais contradições tem um consistente potencial pedagógico, no sentido de se evitar a adesão irrestrita e superficial ao “Princípio da Precaução” (Amoy, 2006), o qual vem sendo utilizado como justificativa para muitas das medidas de gestão ambiental, que desconsideram a complexidade dos socioecossistemas. Esta só será eficazmente atendida quando os atores sociais forem reconhecidos como parceiros de um processo (em contínua construção), que incorpore na sua práxis a indissociabilidade da educação e da gestão ambiental (Quintas *et al.*, 2002), quando for assegurada a integração entre as instituições gestoras, de modo equânime com a participação cidadã (Loureiro, Cunha, 2008). Na base desta reflexão, estão os próprios conceitos e atributos dos serviços ecossistêmicos, os quais procuram compreender e assimilar os benefícios propiciados pelo conjunto de unidades ambientais, para as comunidades e outros atores sociais dos seus entornos. A gestão socioambientalmente referida destas UCs, a partir dos mesmos, pode ser beneficiada pelo entendimento de como as atividades socioeconômicas podem contribuir na (re) configuração da paisagem, da estrutura e dos processos ecológicos, de modo a ser um instrumento favorável na consecução dos objetivos da conservação da biodiversidade.

#### Referências

- Almudí, T. 2008. Opportunities and problems for participatory management in the Peixe Lagoon National Park, southern Brazil. Winnipeg, Manitoba, Canada. Master thesis (Management of Natural Resources) – University of Manitoba.
- Amoy, R.A. 2006. Princípio da Precaução e Estudo de Impacto Ambiental no Direito Brasileiro. Revista da Faculdade de Direito de Campos, VII (08): 607-668, jun2006.
- Asmus, M.L, Scherer, M, & Oliveira, T.C. 2014. Gestão com Base Ecológica (EGB): influencia na Ilha de Santa Catarina, SC. In: XXVI Semana Nacional de Oceanografia (Guaratuba, PR: 28/Setembro–04/Outubro/2014). UFPR – Universidade Federal do Paraná.
- De Groot, R.S.; Wilson, M.A. & Boumans, R.M.J. 2002. A typology for the classification, description, and valuation of ecosystem functions, goods and services. Ecological Economics, v. 41, p. 393-408.
- Diegues, A.C. 1996. O mito moderno da natureza intocada. São Paulo: Hucitec.
- Diegues, A.C. 2001. Ecologia Humana e Planejamento Costeiro. São Paulo: NUPAUB – USP.
- Loureiro, C.F.B. & Cunha, C.C. Educação Ambiental e Gestão Participativa de Unidades de Conservação: elementos para se pensar a sustentabilidade democrática. Ambiente & Sociedade (Campinas), XI (02): 237-253, jul-dez 2008.
- Odum, H.T.; Odum, E.C; Rrown, M.T; LaHart, D; Bersok, C; Sendzimir, J. 1987. Environmental Systems and Public Policy. A Text on Science, Technology and Society. Gainesville, FL: Center for Wetlands, Ecological Economics Program. University Of Florida, 237 pp (CFW-87-20).
- Quintas, J.S. (Org.). Como o IBAMA exerce a Educação Ambiental. Brasília: MMA – Ministério do Meio Ambiente, IBAMA – Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis, 2002 (32 p).
- Rolon, A.S. 2011. Diversidade de macrófitas aquáticas em áreas úmidas do Parque Nacional da Lagoa do Peixe, RS. Tese de Doutorado (Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Recursos Naturais). São Carlos, SP: UFSC – Universidade Federal de São Carlos.
- Silva, C.A. 2014. Comportamento de *Calidris subruficollis* (maçarico-acanelado) durante a temporada não-reprodutiva nos campos do sul do Brasil. Trabalho de Conclusão de Curso Bacharelado em Ciências Biológicas). Porto Alegre: UFRGS – Universidade Federal do Rio Grande do Sul.



## OS SERVIÇOS ECOSISTÊMICOS NA HISTÓRIA AMBIENTAL DOS MUNICÍPIOS DE FLORIANÓPOLIS E SÃO FRANCISCO DO SUL, SC

Washington Luiz dos Santos Ferreira<sup>1</sup>, André de Souza de Lima<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Laboratório de Gerenciamento Costeiro – Programa de Pós-Graduação em Geografia – Universidade Federal de Santa Catarina (thalassoching@yahoo.com.br). <sup>2</sup>Laboratório de Gerenciamento Costeiro – Programa de Pós-Graduação em Geografia – Universidade Federal de Santa Catarina (geoandrelima@gmail.com)

Os municípios de São Francisco do Sul e Florianópolis tiveram grande importância na história de Santa Catarina desde sua colonização, pois constituíram, juntamente com Laguna, as primeiras cidades do estado. Contudo, a utilização do ambiente físico na construção do espaço geográfico possui peculiaridades específicas em cada município, as quais devem ser consideradas. A presente pesquisa procurou compreender a interação dos fatores físicos e humanos, os quais condicionaram a ocupação e desenvolvimento de maneira distinta nos dois municípios, por meio da análise comparada dos serviços ecossistêmicos ao longo do seu desenvolvimento histórico. Tal proposta efetiva a aproximação entre a gestão com base em ecossistemas e a história ambiental na região, utilizando como estudo de caso (*sensu* Yin, 2005) a análise dos serviços ecossistêmicos, especificamente, dos manguezais e ambientes de baía. Com base na análise documental, foram definidos cinco períodos e respectivos fatos (na escala internacional, nacional e regional) atuantes. Os serviços ecossistêmicos - suporte, provisão, regulação, cultural (Odum, 1987; De Groot, 2002) dos ambientes de estudo (Niehues, 2014) foram discriminados, por meio de uma matriz conceitual e mapeamento dos sistemas ambientais (adaptada de Asmus *et al.*, 2014), a partir da qual foram identificados os principais benefícios proporcionados, os atores sociais e as atividades socioeconômicas, bem como os interesses e o uso em cada sistema. Efetuou-se a avaliação quali-quantitativa do nível de impacto ambiental, com base na variação da área e composição dos ambientes, e no grau de alteração na qualidade biogeoquímica dos mesmos, combinando a revisão da literatura científica disponível sobre o tema na região e um SIG. Constatou-se que na Ilha de Santa Catarina a *agropecuária foi a atividade socioeconômica responsável pela maior proporção do desmatamento* (Caruso, 1983: 37), até o início do século XX, *quando entra em franco declínio* (Cesco, 2011: 12). Já em São Francisco do Sul, a agropecuária representou grande impacto: a supressão da mata atlântica, além de ter sua madeira comercializada, deu lugar a pastos e roças de mandioca, base da subsistência (Klostermann, 2003; Thiago, 2003). Os ambientes de baía propiciaram a efetiva instalação de um porto organizado (que se mantém até o presente), apenas em São Francisco do Sul, onde um grande aterro (canal do linguado) propiciou o acesso rodoviário e da ferrovia ao porto (Cremer *et al.*, 2006), mas interrompeu a comunicação com o restante do estuário. Na Ilha de Santa Catarina, a atividade portuária sempre foi incipiente, pela reduzida profundidade e progressivo assoreamento de suas baías, as quais também tiveram grandes aterros e recebem grande quantidade de efluentes sanitários. Na situação atual, foram identificados diversos fatores que esclarecem a grande diferença no desenvolvimento nos dois municípios: na Ilha de Santa Catarina, o incremento populacional e as demandas associadas (Prochnow *et al.*, 2009; Reis, 2012) *tem determinado grande supressão das áreas de manguezais até a atualidade* (Baptista, 2008: 09), *para expansão da área urbana e infraestrutura de transportes* (Diederichsen, 2014: 41), e expressiva contaminação (Eller *et al.*, 2013; Porto Filho *et al.*, 2012). Já, em São Francisco do Sul, cerca de 70% da faixa de manguezal se mantém preservada (Lima, 2013), sendo, porém atingida pela contaminação resultante da área portuária local e pelos *efluentes das atividades industriais nos entornos da Baía da Babitonga* (Univille, sd: 24). Conclui-se que diversos problemas da gestão ambiental regional assumem tal dimensão porque o modelo de manejo, via de regra, ainda desconsidera a inserção dos princípios ecológicos como base do planejamento socioeconômico. A visão sistêmica proposta e a análise comparada entre ambos os cenários ao longo do tempo contribui para a melhor compreensão dos fatores históricos e políticos atuantes sobre os processos naturais, determinando similaridades e especificidades locais, as quais demandam o aprimoramento contínuo, do processo de gestão ambiental, como prevenção aos riscos sobre o bem-estar humano.



## Referências

- Asmus, M.L., Scherer, M. & Oliveira, T.C. 2014. Gestão com Base Ecológica (EGB): influencia na Ilha de Santa Catarina, SC. In: XXVI Semana Nacional de Oceanografia (Guaratuba, PR: 28/Setembro–04/Octubre/2014). UFPR – Universidade Federal do Paraná.
- Baptista, S.R. 2008. Metropolitanization and forest recovery in southern Brazil: a multiscale analysis of the Florianópolis city-region, Santa Catarina State, 1970 to 2005. *Ecology and Society* 13 (02): 05, 2008. [online] URL: <http://www.ecologyandsociety.org/vol13/iss2/art5/>
- Caruso, M.M.L. 1983. O Desmatamento da Ilha de Santa Catarina: de 1500 aos dias atuais. Florianópolis: Ed. UFSC – Universidade Federal de Santa Catarina (160 p).
- Cesco, S. 2011. Agricultura e Transformação Ambiental: o caso da Ilha de Santa Catarina no século XIX (15 p). In: Anais do XXVI Simpósio Nacional de História. São Paulo: ANPUH, julho/2011.
- Cremer, M.J.; Morales, P.R.D. & Oliveira, T.M.N. 2006. Diagnóstico Ambiental da Baía da Babitonga. Joinville: Editora Univille. 256 p.
- Diederichsen, S.D. 2014. Percepção dos atores sociais frente aos problemas socioambientais da bacia hidrográfica do Rio Tavares como subsídio à estratégia de gestão costeira integrada. Dissertação de Mestrado (Programa de Pós-Graduação em Geografia). Florianópolis: UFSC - Universidade Federal de Santa Catarina.
- De Groot, R.S.; Wilson, M.A. & Boumans, R.M.J. 2002. A typology for the classification, description, and valuation of ecosystem functions, goods and services. *Ecological Economics*, v. 41, p. 393-408.
- Eller, J.R.G, Santos, L. & Nascimento, R.S. 2013. Análise Ambiental do Manguezal do Rio Tavares, Florianópolis (SC, Brasil). In: Anales del XIV° EGAL – Encuentro de Geógrafos de America Latina (Lima, Perú: 02-12/Abril/2013).
- Klostermann, D. 2003. Agropecuária. In: Atlas ambiental da região de Joinville: complexo hídrico da Baía da Babitonga/Fundação do Meio Ambiente de Santa Catarina; coordenação de Joaquim L. W. Knie. – 2. Ed. – Florianópolis: FATMA/GTZ.
- Lima, A.S. 2013. Diretrizes para a gestão costeira do município de São Francisco do Sul através da aplicação do Projeto Orla. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Geografia), Joinville: UNIVILLE - Universidade da Região de Joinville.
- Niehues, J.P. 2014. Sistema Ambiental Ilha de Santa Catarina: ecossistemas dominantes, componentes e processos. Monografia de Graduação (Curso de Bacharelado em Ciências Biológicas, UFSC). Florianópolis: UFSC – Universidade Federal de Santa Catarina.
- Odum, H.T. *et al.* 1987. *Environmental Systems and Public Policy*. Gainesville: Ecological Economics Program. University Of Florida. Versão em português na Internet (1997): Laboratório de Engenharia Ecológica Unicamp, CP 6121 Campinas-SP, Brasil.
- Porto Filho, E, Waskow, L.B, Silva, A.W. L. & Sierra, E.J.S. 2012. Diagnóstico Socioambiental e Perspectivas de Sustentabilidade para a Região de Entorno do Rio Papaquara, Florianópolis, SC. In: III Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental (Goiânia/GO: 19-22/Novembro/2012), 13 p.
- Prochnow, R.M, Dal Santo, M.A. & Amey, R. 2009. A expansão das cidades sobre a Zona Costeira: estudo de caso de Florianópolis, BR, e Boston, USA. In: 12° EGAL - Encuentro de Geógrafos de América Latina (Montevideo, 2009). Disponível em: [http://www.geolab.faed.udesc.br/publicacoes/Artigos\\_Egal/Prochnow\\_Egal.pdf](http://www.geolab.faed.udesc.br/publicacoes/Artigos_Egal/Prochnow_Egal.pdf) .
- Reis, A.F. 2012. Ilha de Santa Catarina: permanências e transformações. Florianópolis: Ed. UFSC (Coleção Urbanismo e Arquitetura da Cidade), 284 p.
- Thiago, R.S. 2003. Colonização. In: Atlas ambiental da região de Joinville: complexo hídrico da Baía da Babitonga/Fundação do Meio Ambiente de Santa Catarina; coordenação de Joaquim L. W. Knie. – 2. Ed. – Florianópolis: FATMA/GTZ.
- UNIVILLE. sd. Desenvolvimento Sustentável. Projeto Meu Lugar. Disponível em: [http://antigo.univille.br/arquivos/2448\\_2\\_Comite\\_Tematico\\_-\\_Desenvolvimento\\_Sustentavel.pdf](http://antigo.univille.br/arquivos/2448_2_Comite_Tematico_-_Desenvolvimento_Sustentavel.pdf)
- Yin, R.K. 2005. Estudo de caso: planejamento e métodos. 3. ed. Porto Alegre: Bookman.



## COCOLITOFORÍDEOS E O CICLO DO CARBONO NO ATLÂNTICO SUDOESTE DURANTE O QUATERNÁRIO TARDIO

Adriana Leonhardt<sup>1</sup>, Felipe Toledo<sup>2</sup>, João Carlos Coimbra<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Laboratório de Paleoceanografia e Palinologia - Instituto de Oceanografia – Universidade Federal do Rio Grande.

<sup>2</sup>Laboratório de Paleoceanografia do Atlântico Sul - Instituto Oceanográfico – Universidade de São Paulo. <sup>3</sup>Laboratório de Microfósseis Calcários, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

As glaciações e interglaciações do Quaternário são intervalos cada vez mais investigados com o objetivo de compreender o sistema climático atual. Além dos parâmetros orbitais da Terra, as trocas de CO<sub>2</sub> entre oceano e atmosfera parecem ter um papel muito importante nas mudanças climáticas globais. Alguns trabalhos indicam que mudanças na razão entre o fluxo de carbono orgânico e o fluxo de carbonato da superfície para as profundezas oceânicas poderiam explicar quase toda a mudança no conteúdo de CO<sub>2</sub> atmosférico observada entre o Último Máximo Glacial e o presente. Muitos supõem que a maior parte do fluxo de carbono orgânico é favorecida pelo fluxo de carbonato (Loubere *et al.*, 2007). O total de carbonato disponível depende das taxas de calcificação e dissolução. Se as taxas de calcificação são sensíveis ao pH da água, a facilitação do fluxo de carbono orgânico pelo carbonato pode ser reduzida conforme o pH diminui (tendência atual). Isto pode servir como um feedback positivo para o aumento dos níveis de CO<sub>2</sub>. As algas coccolitoforídeas participam deste cenário, pois suas cocosferas carbonáticas se depositam e se preservam no fundo oceânico, e podem facilitar o fluxo de carbono orgânico na coluna d'água. Nesse contexto, este trabalho pretende avaliar a participação de coccolitoforídeos na acumulação de carbonatos no Atlântico Sudoeste durante o Quaternário tardio. O testemunho estudado foi coletado no talude da Margem Continental Brasileira (20°02'24"S; 38°59'24"W). A área estudada está sob influência da Corrente do Brasil. As águas superficiais da região (onde vivem os coccolitoforídeos) são oligotróficas, e as águas sub-superficiais constituem a principal fonte de nutrientes, seja pelo aumento da camada de mistura induzida pelos ventos de nordeste (intensificados nos meses de verão) ou pela ressurgência de quebra de plataforma induzida por ciclones formados na Corrente do Brasil. As amostras para análise paleontológica foram preparadas conforme Koch & Young (2007). As lâminas foram examinadas ao microscópio óptico, com aumento de 1000×. Para cada amostra, foram contados 300 cocólitos, além dos de *Florisphaera profunda*. O modelo de idade foi estabelecido por Iwai (2010): estão registrados os últimos 130 mil anos (Estágios Isotópicos Marinhos – EIM – 5 a 1). Para a análise do teor de carbonatos (Fernandes, 2010) foram utilizados 1-2 g de sedimento fino seco, atacados com HCl. O conteúdo de carbonato foi avaliado pela diferença do peso inicial e do final. A correlação entre a abundância absoluta de cocólitos e o conteúdo de CaCO<sub>3</sub> nos sedimentos teve sua significância avaliada por auto-reamostragem, aplicando-se 1000 iterações, com  $\alpha=0,01$ . A abundância absoluta de cocólitos foi maior nos estágios interglaciais *stricto sensu* (EIM 5e e 1), atingindo um máximo de  $26,4 \times 10^8$  no EIM 1; as menores abundâncias foram registradas ao redor de 11 mil anos (Figura 1). Em todo o intervalo estudado, apenas três táxons são responsáveis pelo comportamento da curva de abundância absoluta total de cocólitos: *Gephyrocapsa* spp., *Emiliana huxleyi* e *Florisphaera profunda*. As assembléias de coccolitoforídeos indicam que a paleoprodutividade foi baixa durante os estágios interglaciais e atingiu o máximo ao redor de 12,8 mil anos (deglaciação). O conteúdo de carbonato variou de 11,78 a 59,98%. Os períodos de maior conteúdo de carbonato estão relacionados com períodos quentes, mas também com o EIM 2 (Figura 1). Alguns picos na porcentagem de carbonato nos sedimentos não encontram correspondentes na curva de abundância absoluta de cocólitos, como nos EIMs 5 e 1. Pode haver contribuição de foraminíferos fragmentados ou juvenis para a fração fina de carbonatos nos sedimentos. No entanto, a correlação entre abundância absoluta de cocólitos e porcentagem de carbonato nos sedimentos finos é significativa e alta ( $r = 0,76$ ). Sabe-se que coccolitoforídeos têm menor importância como contribuintes no aporte de carbonato nas margens continentais do que nos giros oligotróficos, onde este grupo é mais abundante no fitoplâncton (Baumann *et al.*, 2004). Ainda assim, este estudo demonstra que estes organismos são responsáveis por boa parte

do aporte de carbonato para o fundo marinho na área de estudo, podendo ter tido um importante papel na redução dos níveis de CO<sub>2</sub> atmosférico durante o intervalo glacial.

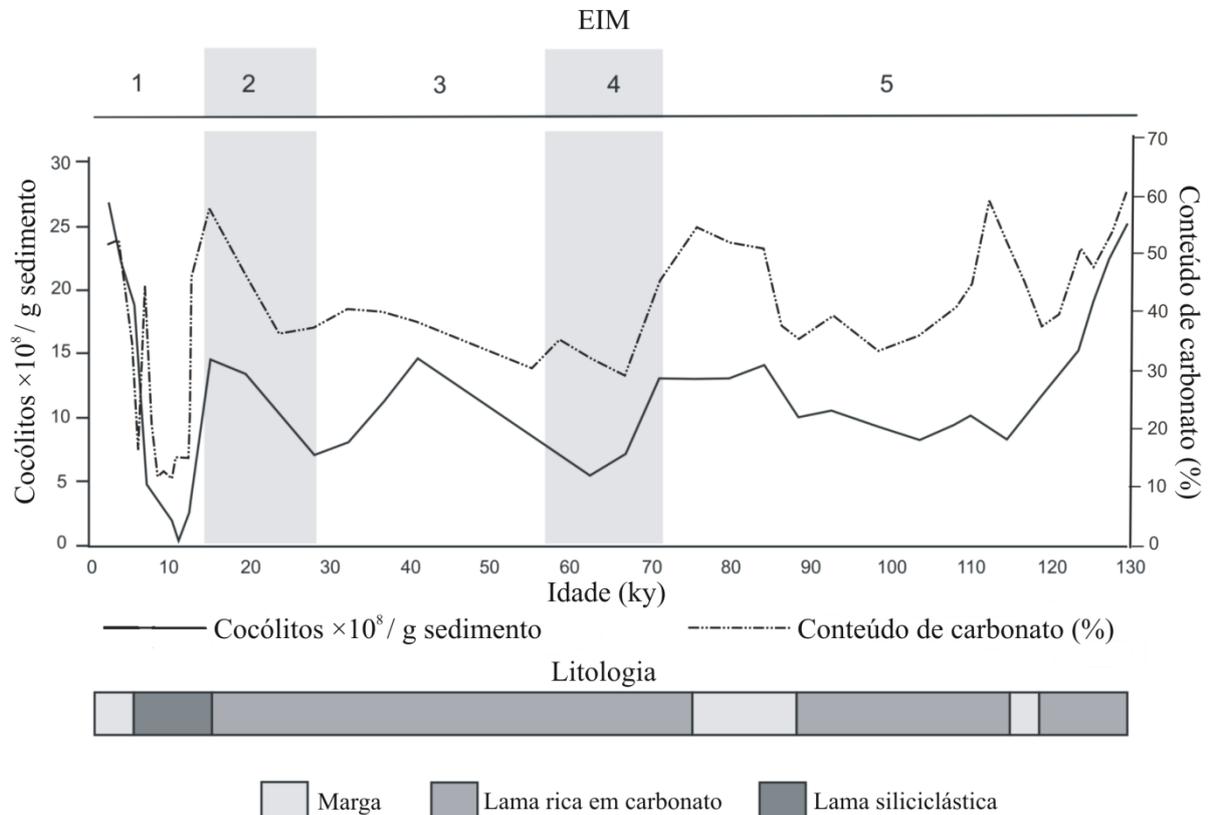


Figura 1. Variação da abundância absoluta de cocólitos e do conteúdo de carbonato nos sedimentos finos em um testemunho da Margem Continental Brasileira.

#### Referências

- Baumann, K.H., Böckel, B. & Frenz, M. 2004. Coccolith contribution to South Atlantic carbonate sedimentation. In: H.R. Thierstein & J.R. Young (eds.) Coccolithophores. From Molecular Processes to Global Impact, Springer, p. 367-402.
- Fernandes, B.B. 2010. Variações do conteúdo de carbonato em estudos paleoceanográficos: um exemplo na Baía de Campos. 73 p. Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-Graduação em Oceanografia Química e Geológica, Instituto Oceanográfico, Universidade de São Paulo – USP.
- Iwai, F.S. 2010. Assembléias de foraminíferos planctônicos: implicações paleoceanográficas nos últimos 450.000 anos em testemunhos do sudoeste do Atlântico Sul. 135 p. Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-Graduação em Oceanografia Química e Geológica, Instituto Oceanográfico, Universidade de São Paulo – USP.
- Koch, C. & Young, J.R. 2007. A simple weighing and dilution technique for determining absolute abundance of coccoliths from sediment samples. *Journal of Nannoplankton Research*, 29:67-69.
- Loubere, P., Siedlecki, S.A. & Bradtmiller, L.I. 2007. Organic carbon and carbonate fluxes: links to climate change. *Deep-Sea Research II*, 54: 437-446.



## VARIABILIDADE SAZONAL DE ISÓTOPOS ESTÁVEIS DE UM ESTUÁRIO TROPICAL BRASILEIRO DENSAMENTE URBANIZADO (CAPIBARIBE-PE)

Emarielle Coelho Pardal<sup>1</sup>, Roberto Lima Barcellos<sup>2</sup>, Isabelle Maria de Oliveira<sup>3</sup>, Diego de Arruda Xavier<sup>4</sup>, Manuel de Jesus Flores-Montes<sup>5</sup> Plínio Barbosa de Camargo<sup>6</sup>

<sup>1,2,3,4</sup>Laboratório de Oceanografia Geológica- Centro de Tecnologia e Geociências – Universidade Federal de Pernambuco.

<sup>5</sup>Laboratório de Oceanografia Química- Centro de Tecnologia e Geociências – Universidade Federal de Pernambuco.

<sup>6</sup>Laboratório de Ecologia Isotópica- CENA e ESALQ- Universidade de São Paulo.

Os isótopos estáveis são assim chamados por não alterarem a massa ao longo de sua existência. Com o aprimoramento dos equipamentos de pesquisas, os isótopos estáveis passaram a ser utilizados como traçadores ambientais (Urey, 1947; Norman & Werkman, 1943). O uso desses fracionamentos em estudos ambientais baseia-se no fato de que a composição isotópica varia de forma previsível, conforme o elemento se move através dos diversos compartimentos de um ecossistema. Segundo Martinelli *et al.* (2009) os sedimentos marinhos refletem a composição isotópica de sua fonte de carbono. No caso dos oceanos, a principal fonte é o fitoplâncton, nas regiões costeiras, além do fitoplâncton, há a influência do material terrestre erodido que chega ao oceano principalmente pelos rios, através da matéria orgânica (MO). Em áreas estuarinas, a MO desempenha importante papel, apresentando considerável importância na geoquímica ambiental revelando se existe alteração quanto a sua origem e se a ação antrópica está afetando o equilíbrio do ambiente. O objetivo desta pesquisa é caracterizar a origem da MO com base nas razões isotópicas em diferentes períodos sazonais, averiguando se há existência de influência antrópica no sistema-estuarino do Rio Capibaribe. A bacia hidrográfica do Rio Capibaribe, representa maior drenagem costeira do estado, cerca de 7,85% da região, com área de 7.716 km<sup>2</sup> e 240 km de extensão. O Estuário do Rio Capibaribe nasce a uma altitude aproximada de 1000m, percorre cerca de 240 km de extensão passando por 43 cidades, levando consigo a maior parte dos dejetos produzidos pela população local (Monteiro *et al.*, 2011), até a sua foz no oceano Atlântico. Foram realizadas 60 amostragens (2010 e 2011) de sedimentos superficiais, com um amostrador de fundo (“Van-Veen”), ao longo do estuário e plataforma continental interna (PCI) para porcentagem de matéria orgânica total (MOT), carbonato biodetrítico (CaCO<sub>3</sub>), razões isotópicas e elementares de C e N. As amostras obedeceram a metodologia descrita por Muller *et al.* (1967) para MOT; Ingram (1971) para o CaCO<sub>3</sub> e Hedges & Stern (1984) para caracterização da composição isotópica carbono e nitrogênio. Como podemos observar no quadro 1, a MOT apresentou teores mais elevados no período seco, com médias em nov/10 de 12,84±7,60% e em set/11 médias de 13,92±18,77%. No período chuvoso apresentou teores mais baixos, com médias de 10,79±3,50% em jul/10 e 7,37±5,79% em mai/11. O teor médio de CaCO<sub>3</sub> foi maior em julho e novembro de 2010 (24,13±25,01%; 26,58±19,25%, respectivamente); em maio e setembro de 2011 apresentaram médias menores de 20,55±22,54% e 22,76±20,79%, respectivamente. As médias de %C jul/10(3,02±0,87%); nov/10(6,65±1,83%); mai/11(1,85±1,34%) e set/11(2,41±2,00%) e as médias de %N jul/10(0,27±0,07%); nov/10(0,75±0,24%); mai/11(0,18±0,14%) e set/11(0,25±0,22%). Os valores médios da razão C/N foram de 11,31±1,36 em jul/10 de origem mista, tendendo à continental. Em nov/10(9,10±0,78) o estuário apresentou origem inteiramente marinha. Em mai/11 (12,42±3,62) a razão C/N foi de origem continental, com ocorrências de origem marinha na plataforma continental interna. E em set/11(9,86±1,80) origem marinha com episódios de origem continental na porção média do estuário. Meyers (1997) e Andrews *et al.* (1998) concluíram que ambientes estuarinos apresentam um padrão médio de razão C/N=15, quando um tanto mais elevado, seria resultante de uma maior ingestão de MO de origem continental, corroborando com os dados apresentados neste trabalho os quais apresentaram valores próximos da média. A razão δ<sup>13</sup>C em jul/10(-24,18±1,45‰PDB), nov/10(-24,83±0,33‰PDB), mai/11(-23,52±1,77‰PDB) e set/11(-23,63±1,11‰PDB) apresentaram diferenças anuais. Em 2010 a origem foi tendendo à continental com ocorrências de origem marinha na PCI e, em 2011, origem tendendo à marinha com ocorrências de origem continental. A razão δ<sup>15</sup>N indicou origem marinha em jul/10 e mai/11 (5,45±1,01‰Ar e 6,12±1,15‰Ar, respectivamente), registrando episódios de origem continental. Nos meses mais secos



(nov/10 e set/11) os poluentes oriundos de efluentes domésticos apresentaram-se evidentes no ambiente, registrando evidências de poluição antrópica ( $<2\%Ar$ ), e ocorrência de origem continental, nas amostras correspondentes a nov/10( $0,85\pm 1,67\%Ar$ ). Em set/11( $3,80\pm 2,60\%Ar$ ) os resultados demonstraram grande variedade, com predominância de origem marinha na PCI, e ocorrência de origem marinha, continental e antrópica ao longo do estuário. Contudo, os resultados desta pesquisa sugerem que o Estuário do Rio Capibaribe é um ambiente sujeito a diferentes fontes de material sedimentar, com elevado teor de MO, o que é esperado em ambientes costeiros. No entanto, apresentou elevado impacto ambiental, oriundo dos despejos lançados no sistema.

Quadro1-Resumo dos dados do Estuário do Rio Capibaribe nos meses estudados (Jul/10, Nov/10, Mai/11 e Set/11).

Jul/10	%MOT	%Carbonato	%C	%N	C/N	$\delta^{13}C$	$\delta^{15}N$	Nov/10	%MOT	%Carbonato	%C	%N	C/N	$\delta^{13}C$	$\delta^{15}N$
Máxima	4,00	6,30	1,01	0,09	8,26	-25,47	3,86	Máxima	1,50	12,10	3,84	0,39	8,23	-25,47	-1,14
Mínima	16,30	87,30	4,15	0,38	13,67	-20,89	6,69	Mínima	19,33	71,40	8,87	1,02	10,60	-24,39	3,93
Média	10,79	24,13	3,02	0,27	11,31	-24,18	5,45	Média	12,84	26,58	6,65	0,75	9,10	-24,83	0,85
DP	3,50	25,01	0,87	0,07	1,36	1,45	1,01	DP	7,60	19,25	1,83	0,24	0,78	0,33	1,67

Mai/11	%MOT	%Carbonato	%C	%N	C/N	$\delta^{13}C$	$\delta^{15}N$	Set/11	%MOT	%Carbonato	%C	%N	C/N	$\delta^{13}C$	$\delta^{15}N$
Máxima	1,50	1,70	0,11	0,01	6,87	-25,90	3,91	Máxima	2,10	2,50	0,11	0,01	6,01	-24,93	0,23
Mínima	21,70	72,60	3,63	0,38	18,81	-19,29	7,40	Mínima	72,80	63,70	5,25	0,58	13,58	-20,85	7,66
Média	7,37	20,55	1,85	0,18	12,42	-23,52	6,12	Média	13,92	22,76	2,41	0,25	9,86	-23,63	3,80
DP	5,79	22,54	1,34	0,14	3,62	1,77	1,15	DP	18,77	20,79	2,00	0,22	1,80	1,11	2,60

## Referências

- Andrews, J.E.; Greenaway, A.M. & Dennis, P.F., 1998. Combined carbon isotope and C/N ratios as indicators of source and fate of organic matter in a poorly flushed, tropical estuary: Hunts Bay, Kingston Harbor, Jamaica. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 46:743-756.
- Hedges, J.I. & Stern, J.H. 1984. Carbon and nitrogen determinations in carbonate containing solids. *Limnology and Oceanography*, 29(3):657-663.
- Ingram, R.L. 1971. Sieve analysis. In: CARVER, R. E. (ed.) *Procedures in Sedimentary Petrology*. 1971. New York, p. 49-67.
- Martinelli, L.A.; Ometto, J.P.; Ferraz E.S.; Victoria, R.L.; Camargo, P.B. & Moreira, M.Z. 2009. Desvendando questões ambientais com isótopos estáveis. São Paulo. 144p.
- Meyers, P.A., 1997. Organic geochemical proxies of paleoceanographic, paleolimnologic, and paleoclimatic processes. *Organic Geochemistry*, 27:213-250.
- Monteiro, L.H.U.; Silva, G.S.; Lima, L.L.L. & Coutinho, C. 2011. Estudos hidrodinâmicos e hidroquímicos do estuário do Rio Capibaribe e Bacia do Pina, Recife-PE. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE OCEANOGRAFIA E POLÍTICAS PÚBLICAS, 5., 2011. Santos.
- Müller, G. 1967. *Methods in Sedimentary Petrology (Part I)*. 283p, Hafner Publishing Co., New York, NY, U.S.A. ISBN: 978-3-510-65006-4.
- Norman, A.G. & Werkman, C.H. 1943. The use of the nitrogen isotope N15 in determining nitrogen recovery from plant materials decomposing in soil. *Journal of the American Society of Agronomy*, 35: 1023-1025.
- Urey, H.C. 1947. The thermodynamic Properties of Isotopic Substances. *Journal of the Chemical Society*. 69, p562-581.



## **ZONEAMENTO ECOLÓGICO-ECONÔMICO DA ZONA SUL DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL, BRASIL**

Carlos Roney Armanini Tagliani<sup>1</sup>

<sup>1</sup>*Laboratório de Oceanografia Geológica - Instituto de Oceanografia – Universidade Federal do Rio Grande*

O licenciamento ambiental é um dos instrumentos de gestão ambiental estabelecido pela Política Nacional do Meio Ambiente (BRASIL, 1981) e que vem sendo implementado no âmbito dos municípios no Estado do Rio Grande do Sul. Para obter a habilitação para o licenciamento em âmbito local, os municípios devem cumprir uma série de exigências, entre as quais está o zoneamento ecológico-econômico (ZEE), um documento de difícil elaboração devido à falta de capacitação técnica nos municípios e a dificuldade de integração legal, interinstitucional e de dados científicos para sua concretização. Ademais, a falta de uma visão global e integrada da região dificulta a elaboração de projetos ambientais consorciados entre os municípios. Dentro desse contexto, esse trabalho tem por objetivo geral apresentar uma proposta de Zoneamento Ecológico Econômico para os 23 municípios integrantes da Zona Sul, construída a partir das informações socioeconômicas e ambientais novas e também aquelas geradas ao longo dos últimos anos em diversos projetos de pesquisa e ações de extensão realizadas no âmbito da Universidade Federal do Rio Grande (FURG). No início do projeto, algumas inquietações de cunho metodológico para a elaboração da proposta de ZEE para a Zona Sul, motivaram a realização de um workshop na FURG com a presença de profissionais de diversas áreas conexas ao assunto onde foram discutidos os aspectos mais relevantes para o tema. Foram analisadas e discutidas, entre outras, as várias experiências já realizadas em diferentes regiões do país, as orientações do Ministério do Meio Ambiente (MMA) nesse tema e o problema recorrente da escala de mapeamento aliado à disponibilidade de informações nas escalas adequadas. Como resultado desse evento, foi definida uma metodologia a ser aplicada para o desenvolvimento da proposta. Esta inclui a identificação e caracterização de unidades territoriais básicas com auxílio de um Sistema de Informações Geográficas, para as quais devem ser definidas metas, diretrizes, potencialidades e restrições de uso, baseado em suas vulnerabilidades e/ou fragilidades ambientais. A partir dos resultados obtidos, foi possível elaborar uma proposta de Zoneamento Ecológico-Econômico (Fig 1) que apresenta as diretrizes gerais para toda a Zona Sul, expressas pela definição de quatro classes: Áreas de Preservação Permanente; Áreas de Conservação; Áreas de Desenvolvimento; Áreas de Recuperação. O mapeamento regional foi apresentado na escala de 1:100.000 e deverá ser utilizado como base para detalhamentos posteriores na escala municipal. O próximo passo será discutir e definir, para cada Unidade Territorial Básica, quais serão as metas, as diretrizes ou restrições para o uso dos recursos naturais, bem como as potencialidades (atividades a serem estimuladas). Essa atividade deverá ter ampla participação de todos os atores sociais com influência na Zona Sul do Rio Grande do Sul. A proposta de ZEE deverá ter legitimidade legal e institucional, e para tanto, deverá ser aceita como o zoneamento ambiental exigido nos respectivos planos ambientais municipais pela Secretaria de Meio Ambiente Estadual (SEMA). Esse fato tem amparo na Lei Estadual do Desenvolvimento Urbano (RIO GRANDE DO SUL, 1994), e no Estatuto das Cidades (BRASIL, 2001), segundo as quais, os municípios deverão legislar seus Planos Diretores ou Diretrizes Gerais de Ocupação do Território, delimitando em todo o seu território (tanto urbano como rural) as zonas que apresentam características ambientais homogêneas, com aptidões de uso e restrições específicas, assim como recomendações de manejo. O ZEE proporciona uma visão integrada do ambiente (bacia de drenagem/zona costeira/oceano), facilitando a elaboração de projetos consorciados entre os municípios, possibilitando agora o acesso a recursos governamentais para a solução de graves problemas ambientais que afetam a Zona Sul. Entre estes, merecem destaque a correta gestão dos resíduos sólidos urbanos e o planejamento do saneamento básico municipal. Assim, o ZEE tem caráter regional, abrangendo toda a extensão territorial dos 23 municípios que compõem a Zona Sul. Nesse momento o processo é estático (mapa), porém deverá ser mantida a dinâmica local. Tendo como pano de fundo o ZEE regional, cada município poderá detalhar o zoneamento de acordo com as características

locais. As necessidades básicas de cada um, vocações e potencialidades devem estar claras de modo que o ZEE tenha um caráter atemporal e que não paralise as atividades econômicas municipais. Os atores importantes mais influentes serão os produtores de arroz, os de fumo e os pecuaristas. A espacialização de dados socioeconômicos para posterior integração aos dados físicos através de ferramentas de geoprocessamento ainda está sendo utilizada como teste nessa proposta. Entretanto, se prevê que este tipo de análise tem grande importância e potencial para ser incorporada ao ZEE, especialmente como indicativo para orientação de investimentos nas *Áreas de Desenvolvimento*. Após um período que envolverá a discussão dessa proposta, modificação e finalmente o aceite formal pelos atores envolvidos no processo, esse mapa de zoneamento ecológico-econômico deverá estar claramente exposto para o gestor. Em termos de implementação do ZEE, será necessário compatibilizá-lo com o licenciamento, mas ainda falta definir este tipo de ajuste (ZEE – conflitos socioambientais – licenciamento).

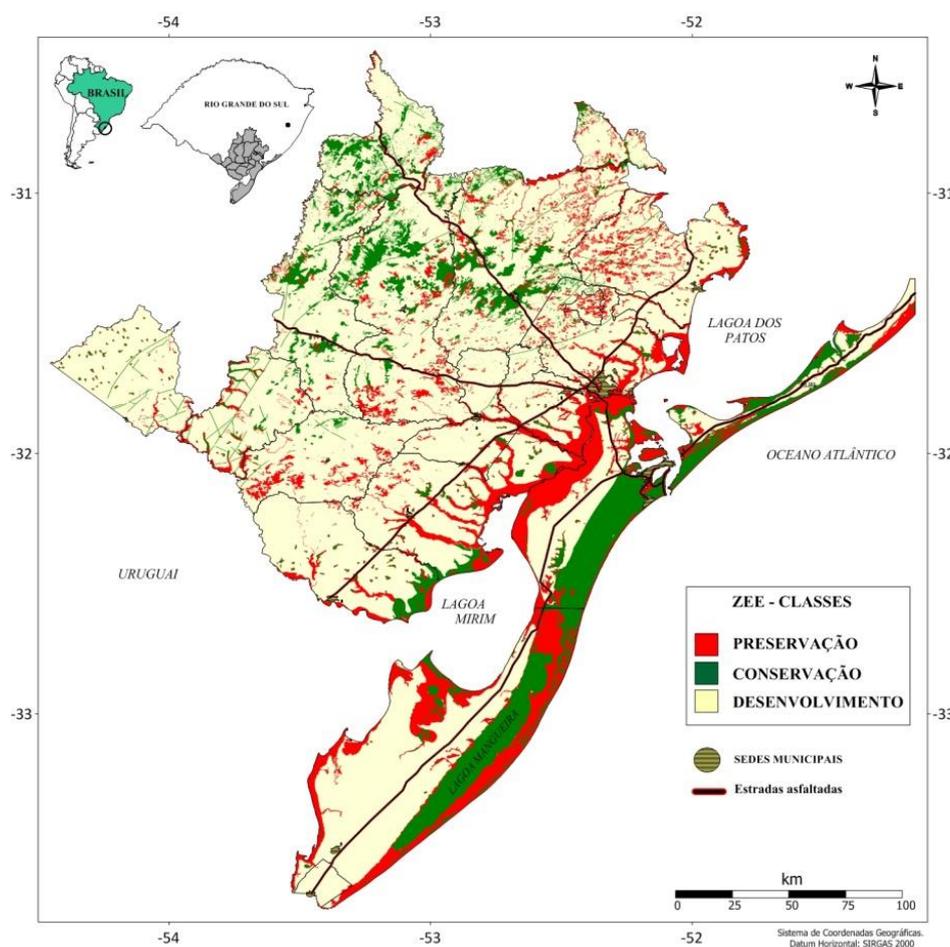


Figura 1. Proposta de zoneamento ecológico-econômico da Zona Sul.

#### Referências

- BRASIL. Lei Federal nº 10257/1994. Institui o Estatuto das Cidades. Disponível em [www.jusbrasil.com.br/legislacao/1031135/estatuto-da-cidade-lei-10257-01](http://www.jusbrasil.com.br/legislacao/1031135/estatuto-da-cidade-lei-10257-01). Acesso em 03 de maio de 2012.
- RIO GRANDE DO SUL. Lei Estadual nº 10116/94. Institui a Lei do Desenvolvimento Urbano. Disponível em [www.mp.rs.gov.br/legislacao](http://www.mp.rs.gov.br/legislacao). Acesso em 03 de maio de 2011.
- BRASIL. Lei Federal nº 6938, de 31 de agosto de 1981. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. Disponível em: [www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/Leis/L6938.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L6938.htm). Acesso em: 27 de junho de 2008.

## REPRESENTATIVIDADE DOS FÓSSEIS DE MAMÍFEROS PLEISTOCÊNICOS NO EXTREMO SUL DO BRASIL

Erick Antal Cruz<sup>1</sup>, Francisco Sekiguchi Buchmann<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Centro de Estudos de Geologia Costeira e Oceânica – Instituto de Geociências – Universidade Federal do Rio Grande do Sul; <sup>2</sup>Laboratório de Estratigrafia e Paleontologia – Universidade Estadual Paulista – Campus do Litoral Paulista.

Os mamíferos terrestres gigantes da América do Sul, extintos na transição Pleistoceno/Holoceno e pertencentes à denominada megafauna, estão bem documentados no registro fóssil do Rio Grande do Sul (RGS), principalmente em depósitos encontrados na Planície Costeira (Paula Couto, 1975; Buchmann, 2002; Lopes & Buchmann, 2010; Cruz & Buchmann, 2013). Os fósseis estudados neste trabalho foram erodidos de altos topográficos submersos, denominados parcéis, e transportados pelas ondas até a linha de costa e depositados no pós-praia (Buchmann & Tomazelli, 1999). O objetivo deste trabalho foi analisar a representatividade de cada táxon e estrutura óssea encontrada dos fósseis coletados. Os fósseis foram coletados de 2008 a 2015, na praia dos Concheiros, extremo sul do Rio Grande do Sul. Os pontos de amostragem foram nomeados como Farol Sarita, Farol Verga, Farol Albardão e Concheiros (#1, #4, #5, #6, #9, #12), no sentido norte-sul. Os fósseis foram classificados, quando passível de identificação, de acordo com o grupo esquelético, bem como sua taxonomia. Foi coletado um total de 6.938 fósseis, sendo apenas 13% identificado. Entre os grupos esqueléticos, o mais abundante foi o dos elementos acessórios (45%), constituído de osteodermas de cingulados (*Glyptodon*, *Pampatherium*, *Panochthus*, *Holmesina*, *Propraopus*, *Doedicurus* e *Dasybus*); seguidos de elementos craniais (18%), dentes diversos, galhadas de cervídeos, mandíbulas, bula timpânica, nariz e arco zigomático (Fig. 1); elementos axiais (16%), vértebras, discos intervertebrais, costelas, esternos e ossos da cintura pélvica e escapular (Fig. 2); elementos apendiculares (13%), epífises e ossos longos (Fig. 3); e podiais (8%), falanges na maioria de preguiças-gigantes (*Lestodon*), astrágalos na maioria de cervídeos (*Mazama*), cuneiformes, calcâneos e metacarpos/tarsos (Fig. 4). Entre os taxa, a ordem Cingulata foi a mais abundante (69%), seguido, respectivamente, pelas ordens Artiodactyla (cervídeos) 11%, Pilosa (preguiças-gigantes) 8%, Notoungulata (toxodontes) 6%, Proboscidea (mastodontes) 3%, Perissodactyla (cavalos) 2% e Litopterna (macrauchenias) 1%. A pequena porcentagem identificada (15%) demonstra um grande retrabalhamento pelas ondas, resultando na perda de características estruturais dos ossos que são usadas como diagnóstico para identificação. A maior representatividade dos elementos acessórios pode ser explicada pelo grande número de osteodermas que compõe o esqueleto dos cingulados, bem como sua melhor transportabilidade pelas ondas, devido ao tamanho pequeno e forma compacta (Aires & Lopes, 2010). [\* Bolsista CAPES]



Figura 1. Elementos craniais. A: dente de *Glyptodon*; B e C: dente e galhada de cervídeo, respectivamente. Escala graduada em milímetros (fotos: Erick Cruz).



Figura 2. Elementos axiais. A: áxis (vértebra); B: costela. Escala graduada em milímetros (fotos: Erick Cruz).



Figura 3. Elementos apendiculares. A: epífise proximal de fêmur; B: tíbia. Escala graduada em milímetros (fotos: Erick Cruz).



Figura 4. Podiais. A: astrágalo de cervídeo; B: falange de preguiça-gigante. Escala graduada em milímetros (fotos: Erick Cruz).

## Referências

- Aires, A.S.S. & Lopes, R.P. 2012. Representativity of quaternary mammals from the southern Brazilian continental shelf. *Revista Brasileira de Paleontologia*, 15(1): 57-66.
- Buchmann, F.S.C. 2002. Bioclastos de organismos terrestres e marinhos na praia e plataforma interna do Rio grande do Sul: natureza, distribuição, origem e significado geológico. Porto Alegre, 120p. (inédito). Tese de Doutorado, Programa de Pós-Graduação em Geociências, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
- Buchmann, F.S.C. & Tomazelli, L.J. 1999. Fósseis da megafauna terrestre coletados na plataforma continental interna, RS, Brasil, e sua relação com a dinâmica costeira passada e atual. In: Congresso Brasileiro de Estudos do Quaternário, 7., 1999, Porto Seguro. Anais... Porto Alegre, ABEQUA, 3p.
- Cruz, E.A. & Buchmann, F.S. 2013. Tafonomia e taxonomia dos bioclastos encontrados na Praia dos Concheiros, Rs. In: XXIII CONGRESSO BRASILEIRO DE PALEONTOLOGIA, 23. 2013, Gramado. Boletim de Resumos, Edição Especial... Gramado, CBP, p. 303-304.
- Lopes, R.P. & Buchmann, F.S.C. 2010. Pleistocene mammals from the southern Brazilian continental shelf. *Journal of South American Earth Sciences*. 31: 17-27.
- Paula Couto, C. 1975. Mamíferos Fósseis do Quaternário do Sudeste Brasileiro. *Boletim Paranaense de Geociências*. 33: 89-132.

## VARIAÇÃO QUANTI-QUALITATIVA DOS FÓSSEIS PLEISTOCÊNICOS NOS SETORES CENTRO E SUL DA PLANÍCIE COSTEIRA DO RIO GRANDE DO SUL

Erick Antal Cruz<sup>1</sup>, Sérgio Rebello Dillenburg<sup>1</sup>, Francisco Sekiguchi Buchmann<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Centro de Estudos de Geologia Costeira e Oceânica – Instituto de Geociências – Universidade Federal do Rio Grande do Sul; <sup>2</sup>Laboratório de Estratigrafia e Paleontologia – Universidade Estadual Paulista – Campus do Litoral Paulista.

Os mamíferos terrestres gigantes, pertencentes à denominada megafauna, bem como alguns taxa marinhos, estão bem documentados no registro fóssil do Rio Grande do Sul (RGS), principalmente em depósitos encontrados na Planície Costeira (Paula Couto, 1975; Buchmann, 2002; Lopes & Buchmann, 2010; Cruz & Buchmann, 2013). Os setores centro e sul da Planície Costeira do RGS compartilham uma mesma posição da linha de costa, e sofrem processos erosivos devido ao ângulo de incidência e tamanho das ondas, e ao déficit de sedimento local. Em ambos os setores são encontrados fósseis pleistocênicos. O objetivo deste trabalho foi comparar os fósseis coletados no setor centro com os do setor sul. Os fósseis foram coletados em quatro campanhas nos anos de 2014 e 2015. Utilizaram-se réplicas de amostragem em cada setor: no centro, Lagoa do Peixe (LP-1, LP-2, Farol, Barra), Conceição (Conc-1, Farol) e Estreito (ET-1, Farol, Barra); no sul, Farol Sarita, Farol Verga, Farol Albardão, Concheiros (#1, #4, #5, #6, #9, #12). Os fósseis foram classificados, quando passível de identificação, de acordo com o grupo esquelético, bem como sua taxonomia. A maior quantidade de fósseis foi coletada nas praias do setor sul (1.391 fósseis), enquanto no setor centro foram coletados apenas 38 fósseis. Os taxa e estruturas ósseas identificados no setor centro são os mesmos do setor sul, bem como suas proporções. Na fauna terrestre, a ordem Cingulata, representada pelos osteodermas de *Glyptodon*, *Pampatherium*, *Panochthus*, *Holmesina* e *Propaopus*, foi a mais abundante (Fig. 1). Na fauna marinha, a ordem Perciformes, representada por tumores ósseos de *Pogonias cromis*, foi a mais abundante, seguida pela ordem Testudines, representada por plastrões (Fig. 2). Embora em menor número, o setor centro apresentou a maior porcentagem de fósseis identificados (21% identificados), enquanto que no setor sul foi identificado apenas 15%. A maior porcentagem de fósseis identificados do setor centro representa uma melhor preservação de suas características estruturais, devido ao menor retrabalhamento pelas ondas e menor distância de transporte (maior proximidade da área fonte). Em ambas os setores há um selecionamento por tamanho dos fósseis. Fósseis pequenos e médios são mais comuns do que as grandes. Os maiores foram encontrados no setor sul, enquanto apenas um, medindo 113,00 mm, foi encontrado no setor centro. Isto mostra que a porção sul tem uma energia de ondas mais elevada que é capaz de transportar fósseis maiores, durante tempestades extremas (Calliari *et al.*, 1998, Tozzi & Calliari, 2000). As hipóteses sobre a diferença fóssilífera entre os dois setores são: 1) diferença de declividade e do padrão das isóbatas das plataformas continentais (Buchmann, 2002), e 2) diferença de aporte sedimentar (Lima *et al.*, 2001). [\* Bolsista CAPES]



Figura 1. Da esquerda para a direita: osteodermas de *Glyptodon*, *Pampatherium*, *Holmesina*, *Panochthus* e *Propaopus*. Escala graduada em milímetros (fotos: Erick Cruz).



Figura 2. Tumores ósseos de *Pogonias cromis* (A e B) e plastrões de tartaruga (C e D). Escala graduada em milímetros (fotos: Erick Cruz).

### Referências

- Buchmann, F.S.C. 2002. Bioclastos de organismos terrestres e marinhos na praia e plataforma interna do Rio grande do Sul: natureza, distribuição, origem e significado geológico. Porto Alegre, 120p. (inédito). Tese de Doutorado, Programa de Pós-Graduação em Geociências, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
- Calliari, L.J.; Tozzi, H.A.M. & Klein, A.H.F. 1998. Beach morphology and coastline erosion associated with storm surges in Southern Brazil - Rio Grande to Chuí, RS. In: Academia Brasileira de Ciências, Anais... 70: 231-247.
- Cruz, E.A. & Buchmann, F.S. 2013. Tafonomia e taxonomia dos bioclastos encontrados na Praia dos Concheiros, Rs. In: XXIII CONGRESSO BRASILEIRO DE PALEONTOLOGIA, 2013, Gramado. Boletim de Resumos, Edição Especial... Gramado, CBP, p. 303-304.
- Lima, S.F.; Almeida, L.E.S.B. & Toldo Jr., E.E. 2001. Estimate of longshore sediments transport from waves data to the Rio Grande do Sul coast. Pesquisas, 28(2): 99-107.
- Lopes, R.P. & Buchmann, F.S.C. 2010. Pleistocene mammals from the southern Brazilian continental shelf. Journal of South American Earth Sciences. 31: 17-27.
- Paula Couto, C. 1975. Mamíferos Fósseis do Quaternário do Sudeste Brasileiro. Boletim Paranaense de Geociências. 33: 89-132.
- Tozzi, H.A.M. & Calliari, L.J. 2000. Morfodinâmica da praia do Cassino. Pesquisas, 27: 29-42.



## ANÁLISE COMPARATIVA DAS MODIFICAÇÕES AMBIENTAIS DECORRENTES DA OCUPAÇÃO URBANA EM RIO GRANDE – RS, EM 1947 E 2014

Giuliana Andréia Sfredo<sup>1</sup>, Carlos Roney Armanini Tagliani<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Laboratório de Oceanografia Geológica – Instituto de Oceanografia – Universidade Federal do Rio Grande

O Brasil experimentou, na segunda metade do século 20, uma das mais aceleradas transições urbanas da história mundial. Tal transição transformou rapidamente um país rural e agrícola em um país urbano e metropolitano (Martine & McGranahan, 2010). É imprescindível considerar, também, que existe uma acentuada migração de população das áreas interiores para as áreas costeiras, uma região naturalmente adensada pela localização da maior parte das metrópoles contemporâneas no mundo todo (Polette, 1997). Reflexos dessas tendências também são percebidos em escala local, no âmbito dos municípios costeiros. Esse trabalho aborda, comparativamente, as modificações ambientais ocorridas no município costeiro de Rio Grande, RS, nos anos de 1947 e 2014. A motivação do estudo partiu da percepção de que os diferentes ciclos econômicos experimentados no desenvolvimento do município, induzidos prioritariamente pela existência de um importante porto marítimo, têm provocado a supressão de áreas naturais extremamente importantes para a manutenção do equilíbrio do frágil ecossistema costeiro adjacente. A análise das modificações ambientais foi centrada nos principais eixos de expansão urbana, compreendendo toda a área central e área portuária, além de dois bairros periféricos (Vila da Quinta e Cassino). Para tornar possível a análise comparativa em ambas as datas, foram elaborados dois mosaicos representativos: um com as fotografias aéreas de 1947, cedidas pela Agência de Desenvolvimento da Lagoa Mirim, na escala de 1:40.000, e outro, com imagens de satélite, obtidas a partir do software Google Earth Pro, datadas de 05/01/2014, na mesma escala das fotografias aéreas. Toda a análise foi realizada em ambiente SIG (ArcMap™ 10.0 e Idrisi Selva) com apoio dos softwares AutoCAD Civil 3D, Global Mapper 11 e CartaLinx. Após o georreferenciamento das imagens e análise visual prévia dos mosaicos, foram definidas as seguintes classes de uso do solo a serem mapeadas em ambas as datas: uso urbano; uso rural; florestamento; vegetação nativa arbórea; campos arenosos; campos de vegetação rasteira; dunas; interdunas; áreas inundáveis e sistema de cordões litorâneos. As classes de uso foram mapeadas por meio de interpretação visual e vetorização manual. O modo manual de vetorização consiste na definição de pontos ou sequências de pontos para construir formas do tipo ponto, linha, polilinha ou polígonos, através da intervenção sistemática do operador que deve apontar as posições em que devem ser registradas as coordenadas pertinentes àquelas formas. A qualidade final neste modo de vetorização depende basicamente da habilidade e treinamento do operador. A familiaridade com os ambientes naturais da área de estudo foi fundamental para o mapeamento das classes de uso do solo nas fotografias de 1947, realizada com base nos parâmetros de forma, padrão geométrico, textura e tonalidade de cinzas. Ademais, nos locais onde houve dúvidas sobre os limites entre as classes foi realizada uma análise em 3D através do uso de pares estereoscópicos, o que facilitou o mapeamento. Já o mapeamento das imagens de satélite de 2014 foi mais facilmente desenvolvido, posto que as imagens apresentam informações diferenciadas e mais definidas, devido a composição colorida. Após a definição das classes, os arquivos vetoriais foram rasterizados e posteriormente analisados comparativamente por meio da ferramenta *Land Change Modeler* do SIG Idrisi, que permitiu avaliar de forma qualitativa as principais modificações (Fig. 1). As áreas em vermelho no mapa da figura 1 mostram as áreas urbanizadas de Rio Grande em 1947 e as demais áreas naturais que perderam espaço para a urbanização. Os principais ambientes naturais afetados foram as dunas, os campos arenosos e os campos de vegetação rasteira os quais tiveram suas áreas significativamente diminuídas nos entornos dos eixos prioritários de expansão urbana, notadamente, Vila da Quinta, bairro Carreiros, bairro Cassino e área do Superporto de Rio Grande. Um resultado interessante obtido na análise é que a classe *campos de vegetação rasteira* ocupava uma área de aproximadamente 24% da área total mapeada em 1947 e atualmente ocupam 28%. Apesar do aumento em área desse ambiente, os locais originalmente ocupados pelos campos de vegetação rasteira, em 1947, cederam 23% da sua área ao uso urbano. Tal fato está relacionado à substituição de unidades de paisagem como *campos arenosos, dunas e áreas interdunas*

pela *classe campos de vegetação rasteira*. Entretanto, se este processo está relacionado diretamente a um efeito indutor antrópico ainda é um assunto a ser melhor investigado. O planejamento do espaço urbano é fundamental neste período de grandes transformações de caráter socioeconômico, onde a tecnologia avança em conjunto com a periferação de grandes parcelas da população. Segundo Martins (1995), é neste contexto que estão inseridas, em sua grande maioria, as relações de trabalho, sociais, político-econômicas e culturais, de forma muito dinâmica se fazendo necessário determinar a direção a ser seguida no que tange ao uso dos recursos naturais costeiros. Os resultados desse estudo reforçam essa constatação e aportam subsídios importantes para a tomada de decisão no planejamento territorial do município de Rio Grande.

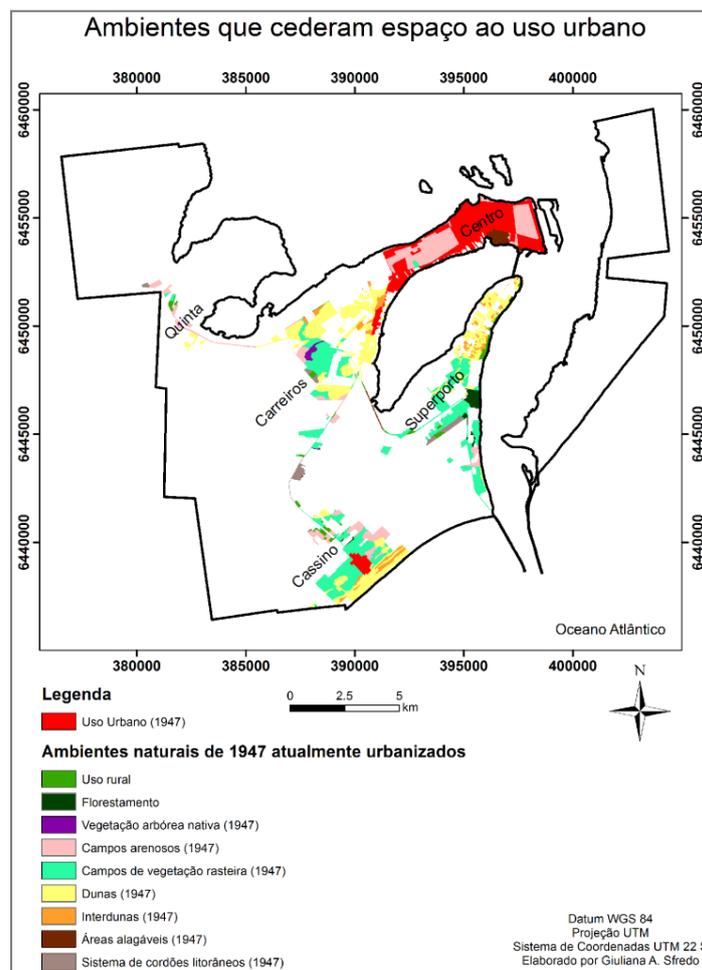


Figura1. Mapa dos ambientes existentes em 1947 que cederam espaço ao uso urbano em 2014.

#### Referências:

- Martine, G. & McGranahan, G. 2010. A transição urbana brasileira: trajetória, dificuldades e lições aprendidas. In: Baeninger, Rosana (Org.). 2010. População e Cidade: Subsídios para o Planejamento e para as Políticas Sociais. Campinas/Brasília, United Nations Population Fund (UNFPA), p. 11-24.
- Martins, S.F. 1995. Planejamento Urbano na Cidade do Rio Grande: Um Pequeno Histórico. In: Alves, F.N. & Torres, L.H. (Org.). 1995. A Cidade do Rio Grande: Estudos Históricos. Rio Grande, Secretaria Municipal de Educação e Cultura, p. 185-204.
- Polette, M. 1997. Gerenciamento costeiro integrado: Proposta metodológica para a paisagem litorânea da microbacia de Mariscal – município de Bombinhas, SC. 499p. Tese de Doutorado, Programa de Pós Graduação em Ecologia e Recursos Naturais, Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, Universidade Federal de São Carlos.



## **ESTUDO PALEOECOLÓGICO NO NORDESTE DO ESPÍRITO SANTO – ESPÉCIES DISJUNTAS DA MATA ATLÂNTICA E AMAZÔNIA, DINÂMICA DA VEGETAÇÃO E INFERÊNCIAS CLIMÁTICAS DESDE O PLEISTOCENO TARDIO**

Antonio Alvaro Buso Junior<sup>1</sup>, Luiz Carlos Ruiz Pessenda<sup>1</sup>, Flávio Lima Lorente<sup>1</sup>, Paulo Eduardo de Oliveira<sup>2</sup>, Jolimar Antonio Schiavo<sup>3</sup>, Marcelo Cancela Lisboa Cohen<sup>4</sup>, Paulo Cesar Giannini<sup>2</sup>, Mariah Izar Francisquini<sup>1</sup>, Francis Edward Mayle<sup>5</sup>, Geovane Souza Siqueira<sup>6</sup>

<sup>1</sup>Laboratório <sup>14</sup>C- Centro de Energia Nuclear na Agricultura – Universidade de São Paulo. <sup>2</sup>Instituto de Geociências – Universidade de São Paulo. <sup>3</sup>Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul. <sup>4</sup>Universidade Federal do Pará. <sup>5</sup>University of Reading. <sup>6</sup>Reserva Natural Vale.

O presente trabalho apresenta os resultados parciais de um estudo paleoecológico realizado na área da Reserva Natural Vale, região nordeste do estado do Espírito Santo. Na região ocorre o predomínio de floresta de tabuleiros, com alto endemismo e a presença de elementos amazônicos com distribuição disjunta entre a Amazônia e a Mata Atlântica, além de manchas de vegetação de muçununga e de restinga. Foram realizadas análise elementar e isotópica de carbono e nitrogênio, datação <sup>14</sup>C, palinologia e análise de espículas de esponjas continentais em Espodosolos, turfas e sedimento lacustre. Os resultados obtidos (Figura 1) revelaram indícios da dinâmica da vegetação desde o Pleistoceno tardio, permitindo uma melhor compreensão de alguns dos fatores determinantes do padrão de biodiversidade regional atual e inferências sobre o paleoclima regional desde então. Com relação à dinâmica da vegetação: (i) o registro polínico sedimentar da Lagoa Canto Grande mostra a presença de táxons com distribuição disjunta entre os biomas Amazônia e Mata Atlântica desde cerca de 8500 anos cal. AP, sugerindo uma conexão pretérita entre esses dois biomas anterior a essa data; (ii) o registro polínico sedimentar da Lagoa Canto Grande mostra a expansão das matas de tabuleiros a partir de cerca de 8500 anos cal. AP, provavelmente em resposta a um clima mais úmido desde então; (iii) o registro polínico do Nativo do Flamengo e da Lagoa Canto Grande, e a matéria-orgânica de solos e sedimentos, não mostram indícios de expansão de campos e savanas com predomínio de plantas C4 durante os últimos 17000 anos cal. AP, o que pode indicar maior estabilidade da cobertura florestal na região estudada quando em comparação com outras áreas do bioma Mata Atlântica, as quais apresentaram retração florestal durante o Pleistoceno tardio e Holoceno (Pessenda *et al.*, 2010; Buso Junior *et al.*, 2013). As inferências sobre o clima desde o Pleistoceno tardio são: (i) clima mais úmido no intervalo aproximado de 31000-23000 anos cal. AP, com chuvas bem distribuídas ao longo do ano, inferido com base no início do processo de podzolização (formação do horizonte B espódico) no Nativo da Caingá; (ii) o intervalo seguinte, aproximadamente entre 23000-8000 anos cal. AP, é inferido como menos úmido que o anterior, com base na expansão pontual de plantas C4 observada na matéria-orgânica do solo no Nativo da Caingá, e na ausência do sinal polínico de mata de tabuleiros entre 11000-8000 anos cal. AP no sedimento da Lagoa Canto Grande; (iii) o último intervalo, entre cerca de 8000 anos cal. AP até hoje, é inferido como mais úmido, com base no início do registro polínico e formação de horizonte B espódico secundário em área de Espodosolo alagado (Nativo do Flamengo), e também na expansão das matas de tabuleiros observada no sinal polínico da Lagoa Canto Grande.

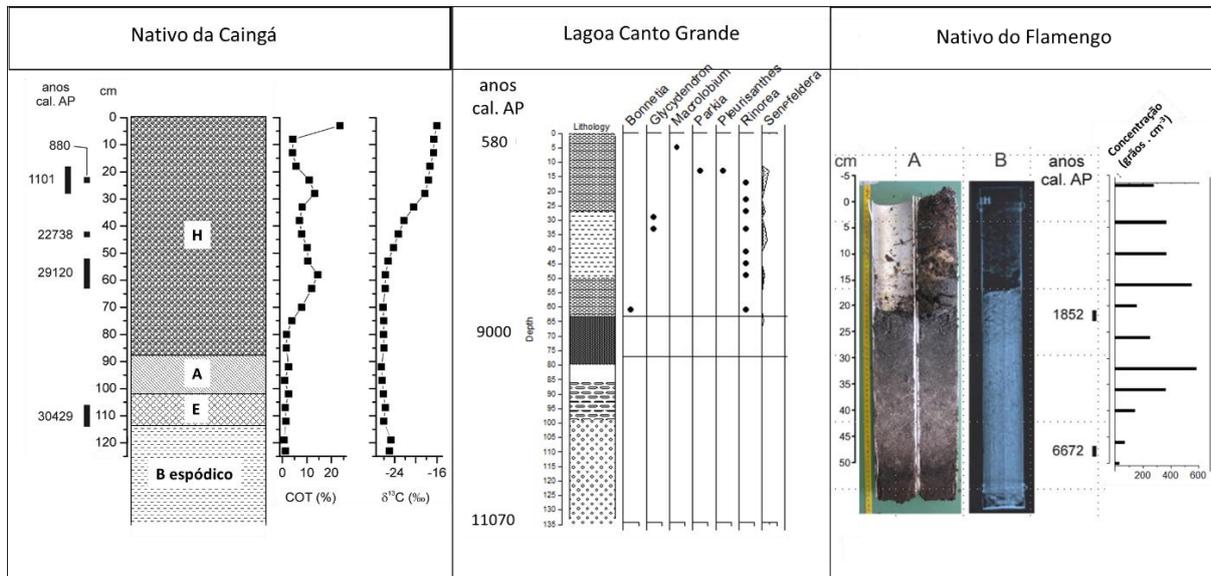


Figura 1. Resultados de algumas das análises realizadas. Nativo da Caingá: datações  $^{14}\text{C}$ , carbono orgânico total (COT) e  $\delta^{13}\text{C}$  em perfil de Espodosolo (H, A, E, B espódico são horizontes pedológicos). Lagoa Canto Grande: datações  $^{14}\text{C}$  e diagrama polínico dos táxons com distribuição disjunta entre os biomas Amazônia e Mata Atlântica. Nativo do Flamengo: datações  $^{14}\text{C}$  e diagrama de concentração de grãos de pólen preservados em testemunho coletado em Espodosolo alagado (A – fotografia do testemunho aberto em duas metades; B radiografia do testemunho).

#### Agradecimentos

Reserva Natural Vale, CNPq 2012/4701210, 2013/405060, SWE (CsF) 245858/2012-1, FAPESP 2011/00995-7, 2010/18091-4.

#### Referências

- Buso Junior, A. A.; Pessenda, L. C. R.; De Oliveira, P. E.; Cohen, M. C. L.; Giannini, P. C. F.; Schiavo, J. A.; Rossetti, D. F.; Volkmer-Ribeiro, C.; Oliveira, S. M. B.; Lorente, F. L.; Borotti Filho, M. A.; Bendassolli, J. A.; França, M. C.; Guimarães, J. T. F. & Siqueira, G. S. Late Pleistocene and Holocene vegetation, climate dynamics, and Amazonian taxa at Atlantic Rainforest – Linhares, ES, southeastern Brazil. *Radiocarbon*, New Haven, v. 55, n. 2-3, p. 1747-1762, 2013.
- Pessenda, L.C.R., Gouveia, S.E.M., Ribeiro, A.S., De Oliveira, P.E. & Aravena, R. - Late Pleistocene and Holocene vegetation changes in northeastern Brazil determined from carbon isotopes and charcoal records in soils. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 297, 597-608, 2010.



## ANÁLISE DE PALINOFÁCIES E INTERPRETAÇÃO PALEOAMBIENTAL DE SEDIMENTOS LACUSTRES DA COSTA NORTE DO ESPÍRITO SANTO

Flávio L. Lorente<sup>1</sup>, Luiz Carlos R. Pessenda<sup>1</sup>, Francisca Oboh-Ikuenobe<sup>2</sup>, Antonio Alvaro Buso Junior<sup>1</sup>, Mariah I. Francisquini<sup>1</sup>, Paulo César F. Giannini<sup>3</sup>, Marcelo C. L. Cohen<sup>4</sup>, Dilce de F. Rossetti<sup>5</sup>, Marlon C. França<sup>6</sup>, Francis Mayle<sup>7</sup>, José A. Bendassolli<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Laboratório C14 – Centro de Energia Nuclear na Agricultura – Universidade de São Paulo. <sup>2</sup>Missouri University of Science and Technology – Rolla-EUA. <sup>3</sup>Instituto de Geociências – Universidade de São Paulo. <sup>4</sup>Centro de Geociências – Universidade Federal do Pará. <sup>5</sup>INPE - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. <sup>6</sup>Instituto Federal do Pará. <sup>7</sup>University of Reading-UK.

A análise de palinofácies contribui para o entendimento dos processos ambientais que controlam a produção da matéria orgânica na biosfera, sua dispersão e deposição nos diferentes ambientes, bem como dos fatores físicos e biogeoquímicos que atuam durante a sua incorporação na geosfera (Tyson, 1995). Um estudo palinofaciológico foi realizado no litoral norte do estado do Espírito Santo, região do Baixo Vale do rio Doce, com o intuito de compreender as mudanças ambientais que ocorreram na região durante o Holoceno. Para isso, foi feita a integração dos resultados obtidos pela análise de palinofácies com a granulometria, geoquímica isotópica (carbono orgânico total - COT, nitrogênio total - NT, enxofre total - ST,  $\delta^{13}\text{C}$ ,  $\delta^{15}\text{N}$ , C/N e C/S) e datações  $^{14}\text{C}$ . Os depósitos sedimentares estudados (figura 1) são referentes às lagoas do Macuco (MAC), Bonita (LB) e Canto Grande (LCG), datadas na base em ~7.521 anos cal AP, ~7.860 anos cal AP e ~10.943 anos cal AP, respectivamente. Os valores isotópicos e elementares sugerem que a matéria orgânica sedimentar foi originada de fontes diversas, tais como plantas terrestres, em sua maioria plantas  $\text{C}_3$ , e fitoplâncton marinho e/ou de água doce. Foram definidos três intervalos de tempo que refletem a evolução paleoambiental da Lagoa do Macuco e da Lagoa Bonita durante o Holoceno, e dois intervalos para a evolução da Lagoa Canto Grande. Entre ~7.800 e ~4.700 anos cal AP as palinofácies dos testemunhos MAC e LB foram caracterizadas pelo predomínio de matéria orgânica amorfa e fitoclastos não-opacos, além de elementos que indicam influência marinha no depósito, tais como palinoforaminíferos, cistos de dinoflagelados (*Spiniferites* sp.) e grãos de pólen de manguezal (*Rhizophora* sp. e *Avicennia* sp.). No intervalo de tempo entre ~4.700 e ~2.000 anos cal AP, as palinofácies dos mesmos testemunhos indicaram o aumento de elementos fluviais, caracterizados pelos fitoclastos não-opacos e fitoclastos opacos, além da ausência de palinoforaminíferos, dinoflagelados e da rara ocorrência de grãos de pólen de *Rhizophora* sp. A partir da integração dos resultados obtidos foi inferido que entre ~7.500 e ~4.700 anos cal AP houve a formação de um sistema estuarino-lagunar em decorrência do aumento do nível relativo do mar (Angulo *et al.*, 2006), e espécies de manguezal colonizavam a região. Após ~4.700 anos cal AP houve um aumento do aporte fluvial na região e a bacia estuarina se tornou gradualmente abandonada e progressivamente fechada pelo acúmulo de areia em barreiras na sua desembocadura, como resultado da progradação do delta do rio Doce. À medida que o estuário foi sendo fechado, a influência marinha foi reduzida, o que resultou na maior entrada de água doce no depósito sedimentar. O desenvolvimento do sistema de barreiras arenosas pela deposição de areias trazidas pelo delta do rio Doce causou a substituição dos estuários por lagos, o que reflete a formação da Lagoa do Macuco e da Lagoa Bonita em condições semelhantes e/ou comparáveis às atuais. As palinofácies da fase lacustre foram caracterizadas pelo predomínio de matéria orgânica amorfa, fitoclastos não-opacos, predominantemente cutículas, e os maiores valores de algas de água doce (e.g. *Botryococcus braunii*) ao longo dos perfis, indicando ambiente de baixa energia, condições redutoras e sem influência marinha. Para a Lagoa Canto Grande, a fase entre ~10.943 e ~8.529 anos cal AP foi definida pelo predomínio de matéria orgânica amorfa, pela alta representatividade de elementos fluviais (fitoclastos não-opacos e fitoclastos opacos) e pela ocorrência de sedimentos arenosos intercalados com sedimentos de granulometria silte e argila. O ambiente deposicional foi definido como planície de inundação, e caracterizado por inundações periódicas e aporte de material terrígeno. No intervalo entre ~8.529 e ~662 anos cal AP, o predomínio de matéria orgânica amorfa e palinomorfos indicaram um ambiente deposicional de baixa turbulência e com condições disóxicas-anóxicas na interface água-sedimento. Nenhuma evidência marinha foi registrada no perfil sedimentar. Dessa forma,

a evolução da Lagoa do Macuco e da Lagoa Bonita esteve diretamente relacionada com as mudanças do nível relativo do mar durante o Holoceno, enquanto a Lagoa Canto Grande foi formada em decorrência de mudanças no aporte fluvial e no nível de base. A análise de palinofácies, em conjunto com as demais análises, se mostrou uma importante ferramenta na caracterização paleoambiental de depósitos lacustres que evoluíram sob a influência de eventos de transgressão e regressão marinha.

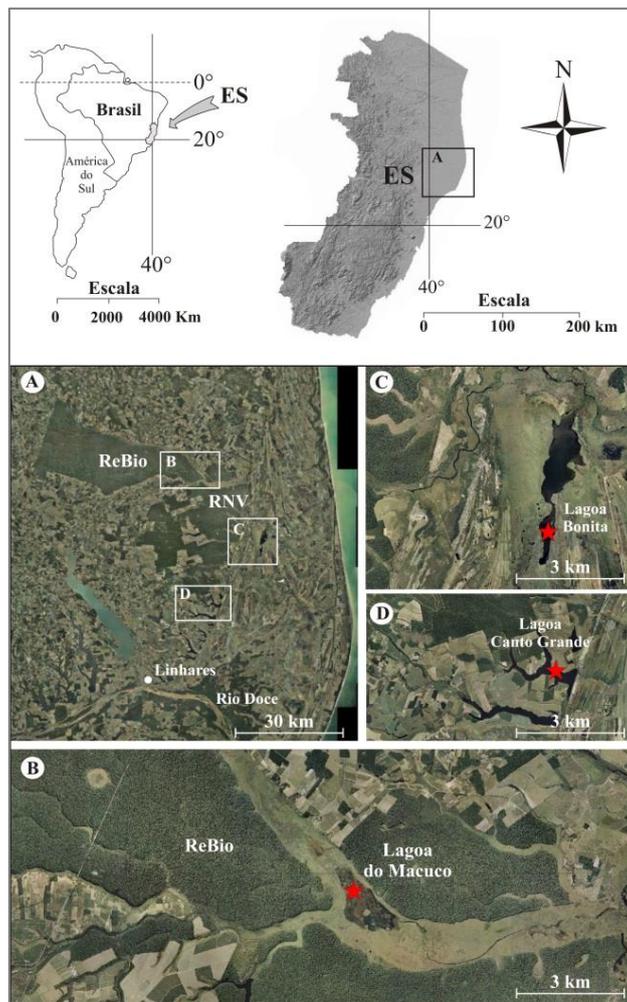


Figura 1. Mapa de localização dos depósitos sedimentares estudados (modificado de GEOBASES, 2014). **A.** Região norte do estado do Espírito Santo. RNV: Reserva Natural Vale. ReBio: Reserva Biológica de Sooretama. **B.** Localização da Lagoa do Macuco. **C.** Localização da Lagoa Bonita. **D.** Localização da Lagoa Canto Grande.

#### Agradecimentos

Reserva Natural Vale; FAPESP (Processos: 2010/52606-1; 2011/00995-7); CNPq (Processos: 245572/2012-0; 470210/02012-5; 2013-0/405060).

#### Referências

- Angulo, R.J., Lessa, G.C. & Souza, M.C. de. 2006. A critical review of mid-to late-Holocene sea-level fluctuations on the eastern Brazilian coastline. *Quaternary Science Reviews*, 25: 486-506.
- GEOBASES. 2014. Navegador Geobases. Disponível em: <[www.geobases.es.gov.br](http://www.geobases.es.gov.br)>. Acesso em 21/11/2014.
- Tyson, R.V. 1995. *Sedimentary organic matter: organic facies and palynofacies*. London, Chapman & Hall, 615p.



## **ANÁLISIS DE LA VARIABILIDAD DE PERFILES DE PLAYA MEDIANTE USO DE COMPONENTES PRINCIPALES EM CADIZ, ESPAÑA**

Bruno M. Schemes<sup>1</sup>; Javier Benavente<sup>2</sup>; Theocharis Plomaritis<sup>2</sup>

*<sup>1</sup>Laboratório de Oceanografia Geológica - Universidade Federal de Rio Grande – FURG; <sup>2</sup>Departamento de Ciencias de la Tierra - Universidad de Cadiz - UCA*

El presente trabajo tiene como finalidad el estudio de comportamiento diferencial de dos tramos de una playa urbana, centrándose específicamente en su dinámica a medio plazo. El área de estudio es la Playa de la Victoria, Cádiz, que se localiza en el Golfo de Cádiz, al sureste de la Península Ibérica bañada por el Océano Atlántico. Se centra en dos secciones diferentes de la playa: Zona de Cortadura (ZPC) y la Zona Hotel Playa Victoria (ZHPV), las cuales están sujetas a las mismas condiciones de oleaje pero presentan diferencias morfodinámicas. Se ha realizado un seguimiento temporal entre los meses de Febrero de 2012 y Mayo de 2013 utilizando técnicas de levantamientos topográficos en bajamares vivas y análisis de oleaje a partir de una red de boyas permanente. Durante el seguimiento, el oleaje ha sido dividido en dos épocas energéticas observándose baja energía durante el año de 2012 y condiciones más energéticas desde comienzo de 2013. Fue utilizado el parámetro de erosividad para detección de condiciones propicias a erosión, más acentuada en el período de 2013, o acreción de sedimentos, a finales del verano. También fue implementado el análisis estadístico de funciones empíricas ortogonales (EOF) para identificación de la variación espacial y temporal de los cambios en los perfiles. Los resultados concluyen que aun teniendo características similares de olas y sedimento ambas zonas presentan diferentes procesos de respuesta a las variaciones energéticas.



## DEPÓSITOS QUATERNÁRIOS NO SUDOESTE DO ESTADO DO RS: EROSÃO HÍDRICA E ARENIZAÇÃO EM PROPRIEDADES RURAIS

Carmem Lucas Vieira<sup>1</sup>, Aline Gomes Goulart<sup>2</sup>, Jean Carlo Gessi Caneppele<sup>3</sup>, Roberto Verdum<sup>4</sup>, Telma Mendes da Silva<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Núcleo de Estudos do Quaternário - Departamento de Geografia – Universidade Federal do Rio de Janeiro/Laboratório de Geografia Física – Departamento de Geografia - Universidade Federal do Rio Grande do Sul. <sup>2</sup>Laboratório de Geografia Física – Departamento de Geografia - Universidade Federal do Rio Grande do Sul. <sup>3</sup>Laboratório de Geografia Física – Departamento de Geografia - Universidade Federal do Rio Grande do Sul. <sup>4</sup>Instituto de Geociências – Programa de Pós-Graduação em Geografia - Universidade Federal do Rio Grande do Sul. <sup>5</sup>Núcleo de Estudos do Quaternário - Departamento de Geografia – Universidade Federal do Rio de Janeiro.

Delimitado por um recorte espacial específico, o processo denominado como Arenização (Suertegaray, 1987; Suertegaray, 2012; Verdum, 1997; Verdum, 2012) tem sua ocorrência verificada na região sudoeste do estado do Rio Grande do Sul, Brasil, entre as latitudes 29°00' S e 31°00' S e as longitudes 54°30' W e 58°45' W. Visualmente o processo se expressa como manchas de areia avermelhadas ou esbranquiçadas não consolidadas, provenientes da decomposição de rochas sedimentares das Formações Guará e Botucatu durante o final do Pleistoceno e o Holoceno tardio (Oliveira & Suertegaray, 2014). Como produto de oscilações climáticas ocorridas ao longo do Quaternário atuando sobre um ambiente de significativa fragilidade litológica, os areais da Campanha Gaúcha se apresentam como pacotes de sedimentos recentes que se acumulam na forma de dunas e/ou núcleos sobre a superfície, com a ausência de cobertura vegetal (Suertegaray, 1998). O desenvolvimento de atividades agropecuárias realizadas diretamente sobre depósitos Quaternários continentais no extremo sul do Brasil gera conflitos de uso e manejo do solo os quais, por vezes, comprometem significativamente a viabilidade econômica e a sustentabilidade de propriedades rurais (Verdum, 2012). Grande parte destas propriedades apresenta problemas relacionados ao desenvolvimento acelerado de ravinas, voçorocas e areais, causando perdas crescentes de áreas produtivas (Verdum & Basso, 2000; Verdum 2003). O trabalho está sendo desenvolvido em uma fazenda no município de São Francisco de Assis, sudoeste do RS, em uma região localizada no contato entre dois compartimentos de relevo principais, sendo o Planalto Meridional e a Depressão Periférica. Assentada sobre uma matriz de Areias quartzosas, o substrato mineral apresenta um perfil profundo e homogêneo, ausência de horizontes pedogenéticos, coloração avermelhada, baixa fertilidade natural, teores de matéria orgânica inexpressivos, predominância de grãos de quartzo e areia média e fina em sua fração textural, o que predispõe ao desenvolvimento de processos erosivos avançados em cabeceiras de drenagem nas colinas, médias vertentes e talvegues. Com o objetivo de gerar uma interpretação mais integrada e abrangente dos fatores condicionantes ao processo de arenização e erosão hídrica foram elaborados perfis topográficos da área de estudo com o auxílio de GPS de precisão e cartas do exército em escala 1:50.000 e coletadas de 12 amostras de solo para análise das propriedades físico-químicas em laboratório (Figura 1). Os pontos de coleta foram demarcados com o uso de GPS de navegação e registro fotográfico. Informações complementares para diagnóstico da propriedade rural foram obtidas a partir da análise geomorfológica, caracterização da cobertura vegetal, verificação quanto ao trânsito animal e levantamento do histórico relacionado ao uso e manejo do solo. Foi possível verificar, até o momento, que grande parte das feições erosivas lineares seguem o lineamento dos fraturamentos preferenciais das rochas nos sentidos NE-SW e NW-SE, dispostos perpendicularmente ao curso de água que delimita a propriedade a jusante, nível de base local. O terço final da propriedade localizado próximo ao curso de água apresenta concentração dos processos erosivos, sendo intensificado pelo maior desnível topográfico, maior teor de areia, escassa cobertura vegetal, frequente trânsito do gado para dessedentação e histórico anterior de uso da área para cultivo de espécies agrícolas anuais de ciclo curto. Foi possível verificar a redução drástica ou mesmo ausência de vegetação em pontos do relevo onde o nível de potássio diminui, o que pode estar relacionado a um baixo florescimento e conseqüente queda na produção de sementes pelas espécies vegetais nativas. Conclui-se, dessa forma, que a análise integrada de fatores bióticos e abióticos em escalas temporais

geológica e humana permitem um melhor diagnóstico para propriedades rurais localizadas sobre pacotes sedimentares do Quaternário continental, com ocorrência do processo de arenização, a sudoeste do estado do RS.

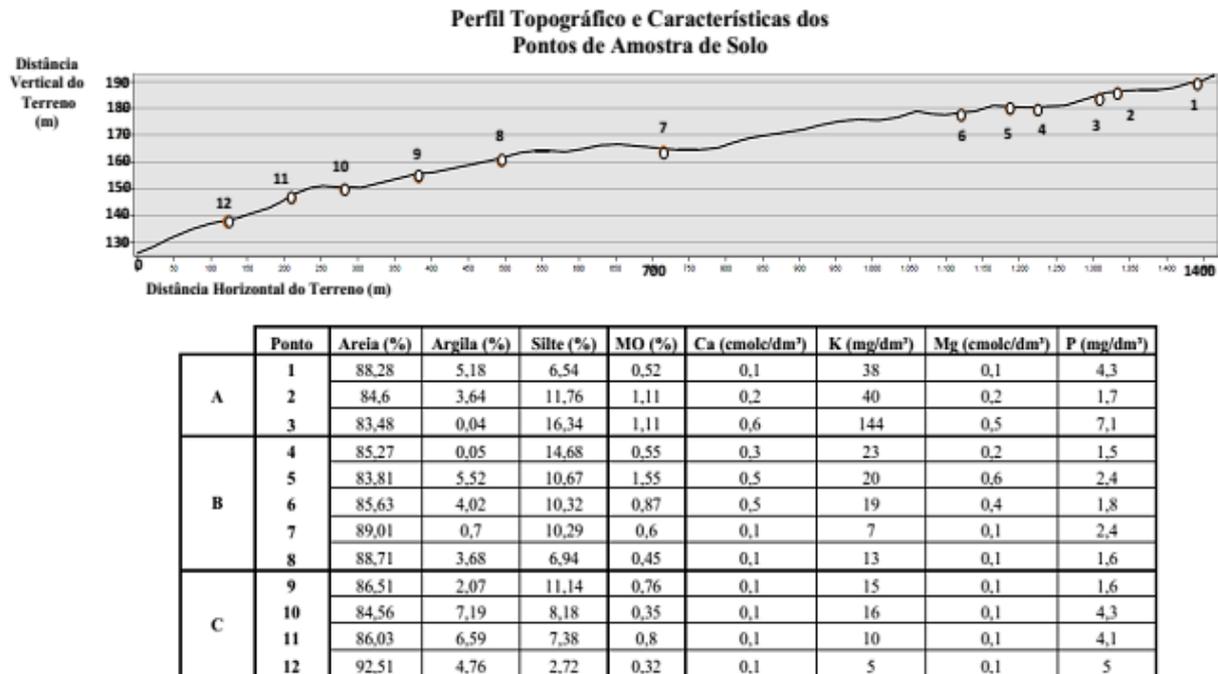


Figura 1. Perfil topográfico de propriedade rural elaborado com uso de GPS de precisão e software GIS DataPRO 3.00 Build 318 com especificação de propriedades físico-químicas básicas obtidas por meio de análises em laboratório.

## Referências

- Oliveira, M. G. & Suertegaray, D.M.A. 2014. Processos Geomorfológicos na Evolução da Paisagem. In: Revista FSA, Teresina, v. 11, n. 2, art. 11, p. 211-233, abr./jun. 2014.
- Suertegaray, D.M.A. 1987. A Trajetória da Natureza: Um estudo Geomorfológico sobre os Areais e Quaraí – RS. 243 f. Tese (Doutorado) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- Suertegaray, D.M.A. 1998. Deserto Grande do Sul: Controvérsia. 2ª ed. Porto Alegre: Ed. da Universidade, UFRGS, 109p.
- Suertegaray, D.M.A. 2012. Caminhos, Interfaces e Transdisciplinaridade: Arenização como Tema. In: Suertegaray, D.M.A., Silva, L.A.P. & Guasselli, L.A. (Orgs.). Arenização: natureza socializada. Porto Alegre: Compasso Lugar-Cultura: Imprensa Livre, p. 25-40.
- Verdum, R. 1997. Approche géographique des “deserts” dans les communes de São Francisco de Assis et Manoel Viana, État du Rio Grande do Sul, Brésil. 210 f. Tese (doutorado) – Université de Toulouse Le Mirail, UFR de Géographie et Aménagement, Toulouse.
- Verdum, R. & Basso, L. A. 2000. Arenização na campanha gaúcha: mudanças na produção e degradações dos solos e das águas superficiais. In: X Congresso Mundial de Sociologia Rural e XXXVIII Congresso Brasileiro de Economia e Sociologia Rural. Rio de Janeiro, 9 p.
- Verdum, R. 2003. Un cas spectaculaire du grand ravin Oliveira. In: Gazelle, F. (Org.). Mélanges des Études Hydrologiques. Toulouse: Geode & Office International de l'Eau, p. 94-106.
- Verdum, R. 2012. Descoberta permanente: das areias aos areais. In: Suertegaray, D.M.A., Silva, L.A.P. & Guasselli, L.A. (Orgs.). Arenização: natureza socializada. Porto Alegre: Compasso Lugar-Cultura: Imprensa Livre, p. 73-83.



## CARACTERIZAÇÃO EM SUBSUPERFÍCIE DO ESTUÁRIO DO RIO PIRANHAS-AÇU, NE DO BRASIL

Myrli Andrade Moreira<sup>1</sup>; Matheus C. Medeiros<sup>2</sup>; João Paulo F. da Silva<sup>3</sup>; Josibel G. de Oliveira Jr.<sup>4</sup>;  
Moab P. Gomes<sup>1,2</sup>; Helenice Vital<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Programa de Pós Graduação em Geodinâmica e Geofísica – PPGG, UFRN, <sup>2</sup>Departamento de Geologia, UFRN, <sup>3</sup>Programa de Pós Graduação em Dinâmica dos Oceanos e da Terra, UFF, <sup>4</sup>Departamento de Geofísica, UFRN.

A geofísica é uma importante ferramenta para a investigação do fundo marinho, seja pela qualidade de seus resultados, seja pela facilidade de aplicação de seus métodos (Ayres Neto, 2000; Quaresma *et al.*, 2000; Souza, 2006; Paolo & Mahiques, 2008). A utilização dessa ferramenta permite a obtenção de dados detalhados tanto da morfologia da superfície do fundo como também da subsuperfície. O mapeamento das feições em subsuperfície pode ser estabelecido em detalhes pela sísmica rasa, utilizando perfilador de subfundo, equipamento hidroacústico de alta resolução e testemunhos. A área de estudo está situada na foz do rio Piranhas-Açu, mais especificamente no estuário Açu, litoral setentrional do estado do Rio Grande do Norte, nordeste do Brasil. Localmente, o estuário está inserido em um ambiente constituído por uma planície de inundação flúvio-marinha, ecossistema de manguezal, bancos arenosos, campos de dunas, pontais e praias arenosas. A indústria petrolífera é a principal atividade socioeconômica desta região, onde em terra têm-se instaladas unidades de bombeio mecânico e no mar, plataformas exploratórias. Em seguida, têm-se produção salineira, de carcinicultura, pesqueira, agricultura e atividade turística. O presente trabalho teve como objetivo geral a caracterização de paleofeições no estuário Açu, através da aquisição e interpretação de dados sísmicos de alta resolução e testemunhagem por vibração (“*vibracore*”). Foram levantadas 7 linhas, com comprimento variando de 0,2 a 5,0 km: quatro transversais e três paralelas ao curso do rio, totalizando, aproximadamente, 16 Km de aquisição. A etapa de campo foi realizada a bordo da embarcação *Spiritof Noronha*. Os dados sísmicos foram adquiridos, em março de 2015, com um perfilador de subfundo 3200-XS composto por uma plataforma integrada de computador/amplificador e um veículo hidrodinâmico de sensores (peixe) do tipo *chirp*, modelo SB- 0512i, de 0,5-12 KHz, fabricado pela *EdgeTech*. Todas as linhas foram adquiridas em uma faixa de frequência entre 0,5-7,2 KHz. As linhas paralelas ao curso do rio foram espaçadas 50 metros uma da outra, enquanto as linhas transversais distam, aproximadamente, 1500m uma da outra. As sondagens foram realizadas em 7 pontos distintos ao longo do estuário, utilizando dois métodos de perfuração: *vibracore* e percussivo, em abril de 2015. Os testemunhos apresentaram comprimento variando entre 0,43 e 4,5 m. A figura 1 apresenta a localização tanto das linhas sísmicas como das sondagens. Os dados sísmicos processados, utilizando o programa *REFLEX 6.1.0* (Sandmeier, 2000), apresentaram excelente qualidade e permitiram a visualização de diversos elementos arquiteturais característicos de depósitos fluviais, destacando-se: i) conjunto de refletores mergulhando para noroeste, separados internamente por superfícies de acreção e interpretados como depósitos de acreção lateral; ii) canal de pequenas dimensões e iii) canal de maior dimensão, com base erosional côncava para cima. Adicionalmente, foram registradas formas de fundo do tipo duna subaquosas e fundo plano, associadas respectivamente a substrato areia e lama. Foi possível observar ainda anomalias possivelmente associada a escape de gás. A sísmica de alta resolução se mostrou um método eficiente para identificação de feições geológicas rasas de subsuperfície, e associado à descrição dos testemunhos, permitiu a correlação entre a geofísica e a geologia da área de estudo.

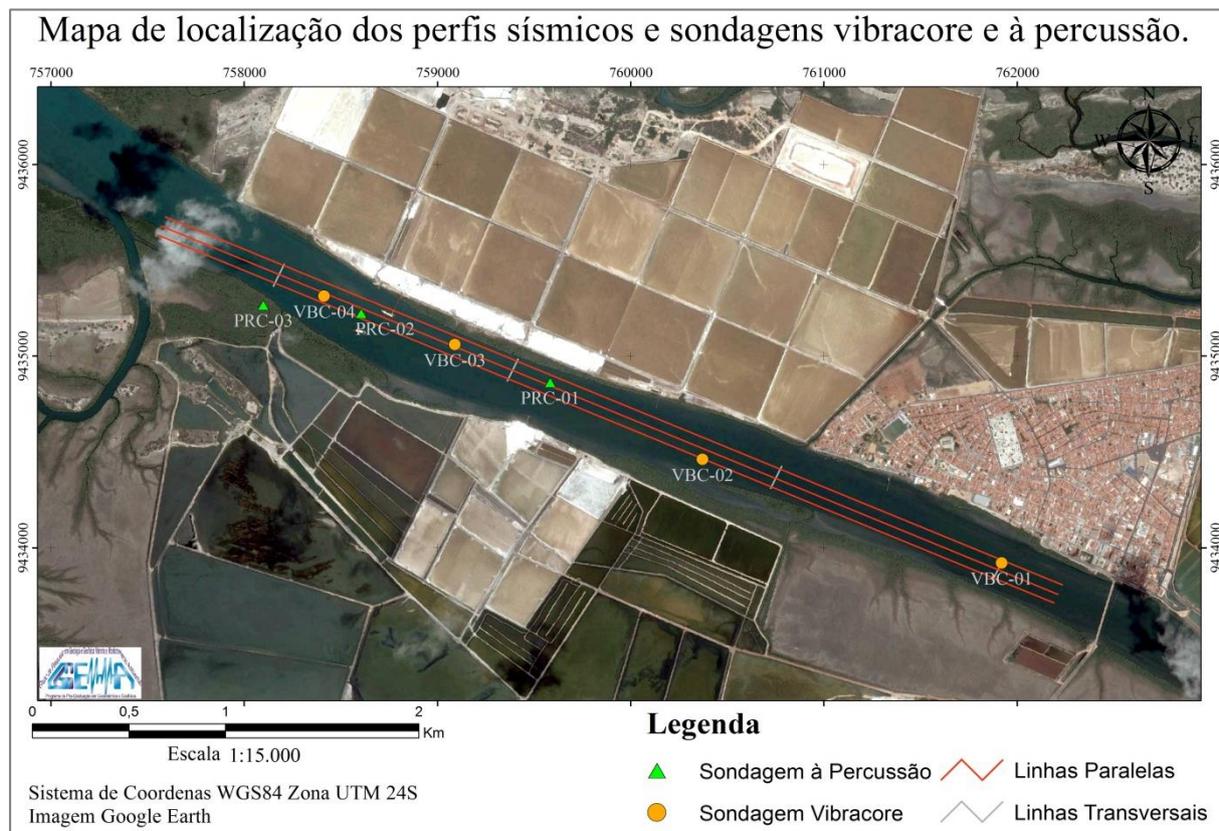


Figura1. Mapa de localização dos perfis sísmicos e sondagens, utilizando o método vibrecore e percussivo, no estuário do Rio Piranhas-Açu, RN.

### Referências

- Ayres Neto, A. 2000. Uso da sísmica de reflexão de alta resolução e da sonografia na exploração mineral submarina. *Revista Brasileira de Geofísica*, 18(3): 241–256.
- Paolo, F. S. & Mahiques, M. M. 2008. Utilização de métodos acústicos em estudos de dinâmica costeira: exemplo na desembocadura lagunar de Cananéia. *Revista Brasileira de Geofísica*, 26(2): 211–225.
- Quaresma, V. S.; Dias, G. T. M. & Baptista Neto, J. A. 2000. Caracterização da ocorrência de padrões de sonar de varredura lateral e sísmica de alta frequência (3,5 e 7,0 kHz) na porção sul da Baía de Guanabara – RJ. *Revista Brasileira de Geofísica*, 18(2): 201–214.
- Sandmeier KJ. 2000. REFLEXW Version 6.1.0, Windows 9x/2000/NT. Program for the processing of seismic, acoustic or eletromagnetic reflection, refraction and transmission data. Germany. 272 p.
- Souza, L. A. P. 2006. Revisão crítica da aplicabilidade dos métodos geofísicos na investigação de áreas submersas rasas. Tese, Programa de Pós-Graduação em Oceanografia Química e Geológica, IO, USP, São Paulo. 311 p.



## OCUPAÇÃO URBANA NO ENTORNO DO PARQUE ESTADUAL DE ITAPEVA E IMPACTOS AMBIENTAIS

Marina Refatti Fagundes<sup>1</sup>, Gabriela Camboim Rockett<sup>2</sup>, Gabriel Horn Pittigliani<sup>1</sup>,  
Eduardo Guimarães Barboza<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Graduação em Engenharia Ambiental, Instituto de Pesquisas Hidráulicas, Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS); <sup>2</sup> Programa de Pós-Graduação em Geociências, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul; <sup>3</sup> Departamento de Paleontologia e Estratigrafia, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Localizado no litoral norte do estado do Rio Grande do Sul, no município de Torres, o Parque Estadual de Itapeva (PEVA) foi criado pelo Decreto nº 42.009/2002 com objetivo principal a preservação de ecossistemas naturais de relevância ecológica e beleza cênica, além de estimular a pesquisa científica e promover atividades como educação ambiental e turismo ecológico (Plano de Manejo do PEVA, 2006). Possui área de aproximadamente 1000 hectares e uma zona de amortecimento, que ultrapassa 10 quilômetros de raio e inclui os municípios de Arroio do Sal, Dom Pedro de Alcântara, Morrinhos do Sul e Três Cachoeiras. É uma Unidade de Conservação de Proteção Integral que possui em sua área de abrangência, entre outros ecossistemas, remanescentes da Mata Atlântica, banhados, vegetação característica de restinga, além de um vasto campo de dunas, que abrigam várias espécies de fauna e flora, muitas delas endêmicas e/ou ameaçadas de extinção (Plano de Manejo do PEVA – 2006). Esse tipo de unidade de conservação impõe diversas restrições quanto ao uso e ocupação. Qualquer obra realizada em sua zona de amortecimento deve passar pela aprovação dos gestores do parque a fim de verificar a viabilidade da construção através da análise dos impactos ambientais referentes a ela. Como na maior parte das unidades de conservação no Brasil, essa unidade também sofre pressões devido à ocupação humana que, neste caso, invade o seu território em alguns pontos. Essa ocupação humana, caracterizada principalmente por uma parcela da população de mais baixa renda do município, encontra no local um refúgio e acaba por se estabelecer nesse espaço, mesmo sem haver a infraestrutura adequada ou até mesmo sem ter a posse legal das terras. Como não houve qualquer planejamento para o assentamento humano, os impactos ambientais decorrentes dessa ocupação são evidentes, haja vista a falta de condições básicas para a população e a localização das moradias em uma área sensível do ponto de vista ambiental. Essa condição de conflito tem grande probabilidade de gerar degradação do meio ambiente e conseqüente diminuição da qualidade de vida dos habitantes do local. Portanto, com o objetivo de analisar os impactos ambientais decorrentes da ocupação humana nessa região, é preciso primeiramente conhecer a comunidade que reside no local e seu modo de vida, destacando sua relação com o meio ambiente e com o PEVA. Tendo em vista este ponto, com a finalidade de observar essas características e tentar identificar as principais deficiências na infraestrutura da região, foi realizada uma saída de campo para os arredores da região norte do parque, onde foi feito o levantamento de informações, através da observação do ambiente. Ademais, para caracterizar os bairros localizados no entorno da unidade, com o objetivo de ter uma visão geral dos problemas, buscaram-se informações quantitativas socioeconômicas relativas ao Censo, realizado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2010). Por fim, buscou-se em literatura científica informações de outros trabalhos semelhantes já realizados, a fim de caracterizar os impactos ambientais e propor soluções. Os principais problemas encontrados nos assentamentos irregulares (no interior do PEVA), relacionado à precariedade das condições de saúde, foram a disposição de resíduos sólidos em locais inapropriados e a falta de saneamento básico. Segundo as informações do Censo de 2010, constatou-se que grande parte das moradias localizadas nos bairros visitados dispõe o esgoto doméstico em fossas rudimentares (aproximadamente 67%), o que corrobora as condições observadas em campo. Com relação à disposição dos resíduos sólidos nos bairros visitados, existe o serviço de coleta seletiva com periodicidade de três vezes por semana, todavia há uma grande quantidade de resíduos sólidos espalhados pelas ruas e terrenos baldios próximos à unidade de conservação. Com base nos dados obtidos, as seguintes considerações podem ser realizadas: (a) a comunidade aparenta não ter



acesso a informações acerca da questão ambiental, pois, mesmo havendo o sistema de coleta regular fornecido pela gestão pública municipal, ainda há descarte de resíduos em diversos pontos próximos ou dentro dos limites do PEVA, o que acaba por gerar impactos ambientais; e (b) pode haver discrepância entre os dados oficiais do Censo de 2010 e a realidade, visto que já se passaram 5 anos desde o levantamento do IBGE. A disposição de resíduos dentro dos limites do PEVA demonstra que a população não está conscientizada com relação à importância do ambiente protegido pelo PEVA. Para que haja a redução dos problemas ambientais levantados, propõe-se o oferecimento de ações de educação ambiental à comunidade, visando a sensibilização da população quanto à importância do PEVA para a região. As ações, para que sejam efetivas, devem unir esforços e integrar as esferas estadual (PEVA) e municipal (Secretarias e Escolas), a fim de que o objetivo seja atingido e seja eficaz à longo prazo. Ações de educação ambiental irão colaborar para a diminuição dos conflitos e impactos ambientais, para a melhoria da qualidade de vida da população e promoção de uma relação mais profícua entre o meio ambiente e os habitantes da região.

#### Referências

- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Portal SIG IBGE. 2010. Disponível em: <<http://mapasinterativos.ibge.gov.br/censo2010/>>.
- PLANO DE MANEJO DO PARQUE ESTADUAL DE ITAPEVA. Projeto Conservação da Mata Atlântica no Rio Grande do Sul. Secretaria Estadual do Meio Ambiente. Governo do Estado do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2006. 261pg.

## AVALIAÇÃO DO CENÁRIO COSTEIRO DAS PRAIAS DE TORRES-RS, BRASIL

Gabriela C. Rockett<sup>1,2</sup>, Samanta C. Cristiano<sup>1,2</sup>, Luana C. Portz<sup>2,3</sup>, Giorgio Anfuso<sup>4</sup>, Nelson L. S. Gruber<sup>2,3,5</sup>, Allan T. Williams<sup>6</sup>

<sup>1</sup> Programa de Pós-Graduação em Geociências, Instituto de Geociências (PPGGEO), Universidade Federal do Rio Grande do Sul. <sup>2</sup> Laboratório de Gerenciamento Costeiro (LABGERCO) Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. <sup>3</sup> Centro de Estudos de Geologia Costeira e Oceânica (CECO), Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. <sup>4</sup> Departamento de Ciencias de la Tierra, Facultad de Ciencias del Mar y Ambientales, Universidad de Cádiz. <sup>5</sup> Programa de Pós-Graduação em Geografia (POSGEA), Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. <sup>6</sup> Faculty of Architecture, Computing and Engineering, University of Wales.

A Zona Costeira brasileira é reconhecida como Patrimônio Nacional pela Constituição Federal de 1988, devido a sua biodiversidade e beleza paisagística. A integridade dos ambientes costeiros e marinhos é ameaçada pela ocupação inadequada do solo, resultado da falta de planejamento. Neste contexto, o reconhecimento das características da região costeira e marinha adjacente é fundamental para o planejamento adequado da Zona Costeira. A presente pesquisa objetivou avaliar o cenário costeiro do município de Torres, Litoral Norte do Estado do Rio Grande do Sul, sul do Brasil (Figura 1). Dentre os atrativos turísticos de Torres estão as suas belas praias com afloramentos rochosos, o Parque da Guarita, o Parque Estadual da Itapeva, e a Ilha dos Lobos. Além das belezas naturais, existe o principal evento turístico promovido pelo município o Festival Internacional de Balonismo, que ocorre anualmente no mês de abril ou maio. As praias de Torres recebem um grande público na temporada de verão (de dezembro a março) e devido a isso, a avaliação da qualidade paisagística do seu cenário costeiro foi realizada em janeiro de 2014.

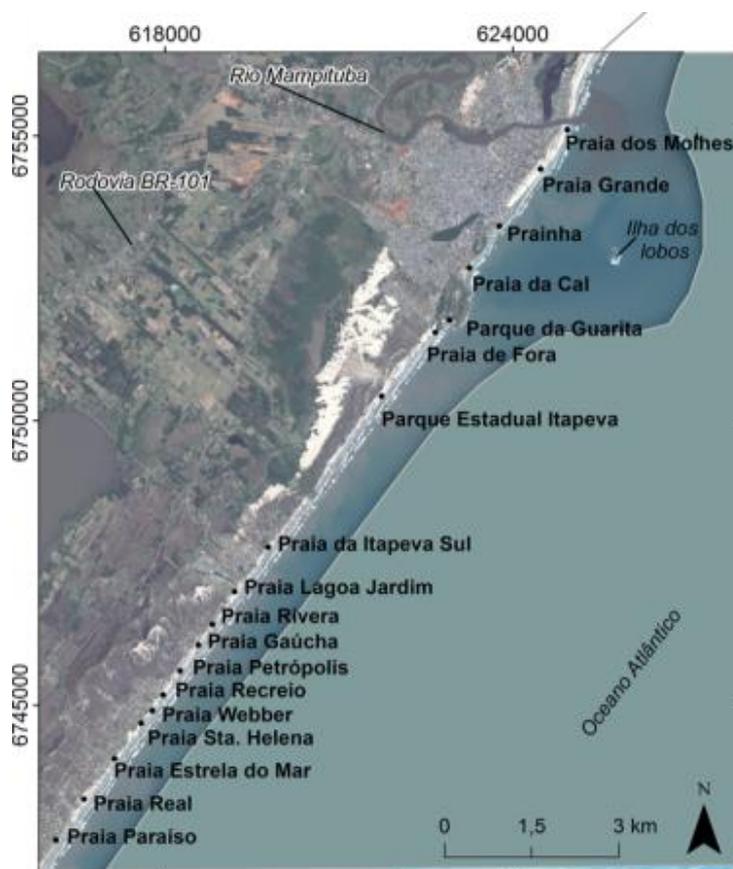


Figura 4: Localização da Área de Estudo: Praias do Município de Torres, Rio Grande do Sul, Brasil.



O método de avaliação utilizado foi o do *checklist* proposto por Ergin *et al.* (2006), que consiste na avaliação de 26 parâmetros, tanto naturais quanto antrópicos. Os resultados são incorporados a 5 diferentes Classes (Classe 1 - de maior atratividade paisagística; à Classe 5 - de menor atratividade paisagística). Para a aplicação do *checklist*, o litoral de Torres foi dividido em 12 setores. Os resultados demonstram que os setores avaliados distribuíram-se entre as Classes de paisagem 3, 4 e 5 (Quadro 1).

Quadro 1: Classificação da Qualidade Paisagística das praias de Torres-RS.

Classe de qualidade paisagística (classificação segundo Ergin <i>et al.</i> , 2006)	Balneários
3	Parque da Guarita.
4	Praia da Cal; Praia dos Molhes.
5	Praia Grande; Prainha; Praia de Fora; Parque Estadual de Itapeva; Praia da Itapeva Sul; Praia Lagoa Jardim; Praia Rivera; Praia Gaúcha; Praia Petrópolis; Praia Recreio; Praia Webber; Praia Santa Helena; Praia Estrela do Mar; Praia Real; Praia Paraíso.

A metodologia utilizada evidenciou uma gestão deficitária da orla, com ocorrência de resíduos na faixa de praia, colocação de equipamentos de apoio ao turista em locais inapropriados e a descarga de esgotos, que conferem as águas condições impróprias ao banho. Por se tratarem de praias urbanas, as características antrópicas tiveram um peso considerável na análise. A praia do Parque da Guarita se destacou das demais, sendo a única classificada na Classe 3. As praias da Cal e dos Molhes se enquadraram na Classe 4 de qualidade paisagística e os demais setores foram enquadrados na Classe 5. O empobrecimento da paisagem é resultante de fatores naturais e antrópicos, destacando-se o acúmulo de resíduos sólidos na faixa de praia – problema que pode ser manejado com certa facilidade com ações de conscientização ambiental. Voltado à gestão da orla, Torres possui um Plano de Intervenção na Orla-Projeto Orla (Município de Torres & Ministério do Meio Ambiente, 2003) e um Plano de Manejo de Dunas (Município de Torres & Núcleo de Educação e Monitoramento Ambiental, 2006), mas os mesmos não implementados de forma satisfatória. Ainda, o município tem em sua costa dois Parques - o Parque Estadual de Itapeva e o Parque da Guarita - que salvaguardam belas paisagens costeiras, porém problemas de gestão nestes espaços conferem pontuações elevadas aos parâmetros antrópicos (desfavoráveis ao cenário costeiro). No cenário das praias do Rio Grande do Sul, o município de Torres é detentor de uma paisagem singular, com elevado potencial turístico. O município tem uma economia consistente e com boa infraestrutura para atender a demanda turística, tornando, desta forma, a avaliação dos cenários costeiros do município uma ferramenta para subsidiar uma melhor gestão de sua paisagem.

#### Referências

- Constituição da República Federativa do Brasil. 1988. Presidência da República, Brasília, DF, Brasil. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/constituicao/constituicao.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm)
- Ergin, A.; Williams, A.T. & Micallef, A. 2006. Coastal scenery: appreciation and evaluation. *Journal of Coastal Research*, 22(4), p.958-964.
- Município de Torres & Ministério do Meio Ambiente. 2003. Plano de Intervenção na Orla de Torres. 89p., Torres, RS, Brasil. Não publicado.
- Município de Torres & Núcleo de Educação e Monitoramento Ambiental. 2006. Plano de Manejo das Dunas Costeiras do Município de Torres-RS. 33p., Torres, RS, Brasil. Não publicado.



## APLICAÇÃO DE BATIMETRIA MULTIFEIXE NA ANÁLISE TEMPORAL DA MORFOLOGIA DA PLATAFORMA CONTINENTAL

Naira Freire Barbosa<sup>1</sup>, Helenice Vital<sup>2,3</sup>, Tiago R. de Barros Pereira<sup>2</sup>, André G. Aquino da Silva<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Geofísica– Universidade Federal do Rio Grande do Norte; <sup>2</sup>Programa de Pós Graduação em Geofísica e Geodinâmica- Universidade Federal do Rio Grande do Norte; <sup>3</sup> Departamento de Geologia - Universidade Federal do Rio Grande do Norte <sup>4</sup>Kiel University- Germany

A área de estudo localiza-se na plataforma continental do Rio Grande do Norte, adjacente a cidade de Natal, Capital do RN, onde reside grande parte da população, abriga o principal porto do Estado, importantes complexos turísticos e sujeita a intenso transporte marítimo e processos costeiros de alta energia (Figura 1). Neste contexto, é de suma importância o conhecimento do comportamento do fundo marinho em um determinado intervalo de tempo de modo que contribuam no desenvolvimento de estratégias remediadoras de possíveis impactos ambientais (e.g. derramamento de óleo, erosão costeira). Adicionalmente, este estudo vem corroborar para o aumento do conhecimento da Plataforma Continental Jurídica Brasileira que são áreas requeridas pelos Estados costeiros junto à ONU e sobre a qual se estendem os direitos de exploração de recursos naturais do leito e do subsolo (MARTINS; CARNEIRO, 2012). A aquisição dos dados batimétricos foi realizada com o software *Hypack 2014* nos meses de dezembro de 2011 e julho de 2014, onde a área estudada foi dividida em dois blocos, cada um possuindo 52 linhas paralelas a linha de costa com espaçamento entre si de 25 m e comprimento de 1,2 km. O equipamento utilizado para a aquisição foi o ecobatímetro multifeixe, modelo 8124 fabricado pela *Reson Inc.* Este equipamento apresenta uma faixa de cobertura de 3,5 vezes a profundidade da água, uma varredura máxima de 120° com 80 feixes na frequência de 200 kHz e ângulo de 1,5° para cada feixe (RESON, 2003). Os dados de posicionamento e navegação da embarcação foram adquiridos utilizando o R100 Series DGPS Receiver, o compensador de onda TSS DMS-05 e a Gyro Crescent V100. Para o processamento inicial dos dados foi utilizado o software *Hypack 2014*, onde foram feitas a filtragem e a limpeza manual para eliminar dados espúrios. Posteriormente utilizou-se o software *Oasis Montaj* para a interpolação dos dados e geração de modelos digitais de terreno (MDT). Para a interpolação foi utilizada o interpolador bidirecional com tamanho de célula igual a 10. Esses MDTs foram exportados para o software *Surfer 10* onde foram melhoradas as visualizações. Por fim, os mapas executados no *Surfer 10* foram exportados para o *ArcGis 10.2* onde foram gerados os mapas finais. A análise e interpretação do conjunto de dados e a comparação entre os dois levantamentos multifeixe permitiu a identificação de diferenças marcantes na morfologia de fundo entre os dois períodos. A maior profundidade registrada foi de 11,1 m em 2014 e 10,8 m em 2011, enquanto a menor profundidade registrada foi de 8,0 m em 2014 e 7,2 m em 2011. No intervalo de 2 anos e meio foi observado um aumento médio da profundidade de 1 m. Este aumento de profundidade entre os dois períodos do levantamento (2011 e 2014) foi bem marcado em duas barras arenosas identificadas paralelas a linha de costa.

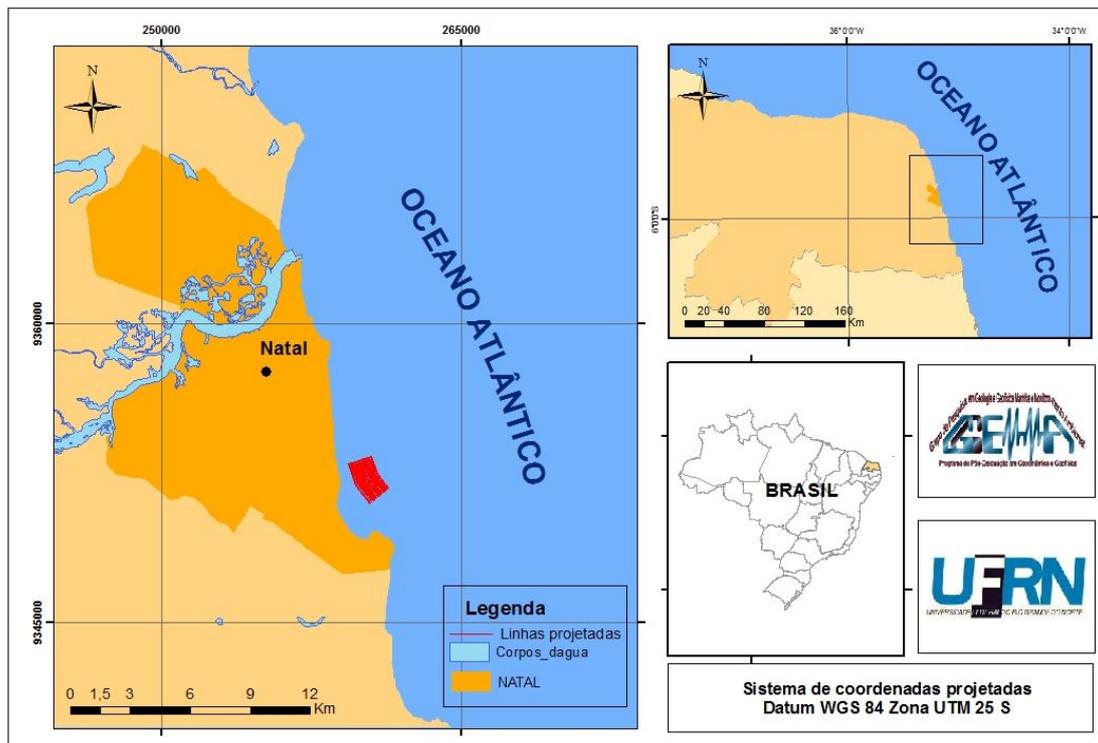


Figura 1. Mapa de localização da área de estudo.

### Referências

- Martins, J. R. S. & Carneiro, C. dal Ré. Plataforma Continental Jurídica, recursos do pré-sal e ensino de Geociências. Terrae, São Paulo, v,61, n. 9, p.61-109, 2012.
- RESON, Inc., SeaBat 8124 Operator's Manual. Version 4.00, Califórnia, 2003.



## CACHOEIRAS DO MUNICÍPIO DE GUARULHOS, SP, NO ANTROPOCENO – GEODIVERSIDADE E DEGRADAÇÃO

Fabíola Menezes dos Santos<sup>1</sup>, Antonio Manoel dos Santos Oliveira<sup>2</sup>, Márcio Roberto Magalhães de Andrade<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Universidade Guarulhos (UnG), <sup>2</sup>Universidade Guarulhos (UnG), <sup>3</sup>CEMADEN – Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais

A expansão urbana e a intensa atividade industrial na cidade de Guarulhos reduziram significativamente sua área natural, ao longo dos anos. O intenso desmatamento tem levado à degradação dos solos, dos recursos biológicos e estéticos da paisagem, empobrecendo a capacidade das áreas de fornecer serviços ecossistêmicos à sociedade, comprometendo em maior ou menor escala a sua característica mais notável, a biodiversidade (UNESCO – Pnunma & Fao, 1980; Jesus, 1992). A cobertura de vegetação remanescente de Mata Atlântica existente em Guarulhos corresponde a 33% do território, distribuída especialmente na região norte, onde se encontram as cachoeiras do município, associadas aos terrenos do embasamento cristalino, pré-cambriano. As rochas predominantes neste compartimento são as metassedimentares, metavulcânicas e granitóides que ocorrem associadas a forte energia de relevo, com hipsometria variável de 850 a 1.400 m (Oliveira *et al.*, 2009). A pesquisa de nove ocorrências de quedas d'águas no município (Figura 1) foi realizado por Santos (2015), com base em revisão bibliográfica pertinente ao tema, coleta de dados em trabalhos de campo, análise geoambiental das ocorrências e análise geoturística. Os resultados obtidos permitiram diagnosticar a gênese geológica das ocorrências e avaliar o valor geoturístico de cada uma. Quanto à gênese verificou-se que a maior parte das cachoeiras é condicionada por feições estruturais, como falhas geológicas que testemunham processos tectônicos, e outras cachoeiras por diferenças litológicas que determinam diferentes resistências à erosão. Quanto ao valor geoturístico, foram considerados os pesos relativos dos atributos, com base em procedimento criado para esse fim, sintetizados em pranchas que poderão subsidiar painéis interpretativos dos sítios, se vierem a ser explorados como geoturismo. Entretanto, o reconhecimento de campo revelou que a expansão urbana acelerada vem causando graves impactos geoambientais, como poluição da água, transporte e deposição de sedimentos, contendo restos de materiais de construção, como as cachoeiras Julieta e Cabuçu-Invernada; até mesmo descaracterização do atrativo, como a cachoeira do Alemão, cujas águas são atualmente utilizadas na implantação do Rodoanel Norte (Rodoanel Mário Covas da Região Metropolitana de São Paulo) para abastecer o canteiro de obras. Além da expansão urbana, este empreendimento vem produzindo sedimentos para os cursos d'água locais e poderá vir a induzir ainda mais a ocupação. Entretanto, as cachoeiras situam-se no Geoparque do Ciclo do Ouro, proposto através do Decreto nº 25974/08 (Pérez-Aguilar *et al.*, 2010). De acordo Andrade *et al.* (2012), sua extensão total é de 16.900 hectares, abrange integralmente os bairros do Cabuçu de Cima, Tanque Grande, Capelinha, Água Azul, Mato das Cobras e Morro Grande e, parcialmente, os bairros do Cabuçu, Invernada, Bananal, Fortaleza, São João, das Lavras, Bonsucesso e Sadokim. O Geoparque pode constituir importante instrumento de mobilização da população local para a sua efetivação e subsídios para as ações do poder público, com o objetivo de preservar estes atrativos geoturísticos, que se encontram na eminência de degradação irreversível, como acontece nas novas paisagens criadas no Antropoceno (Crutzen & Stoermer, 2000).

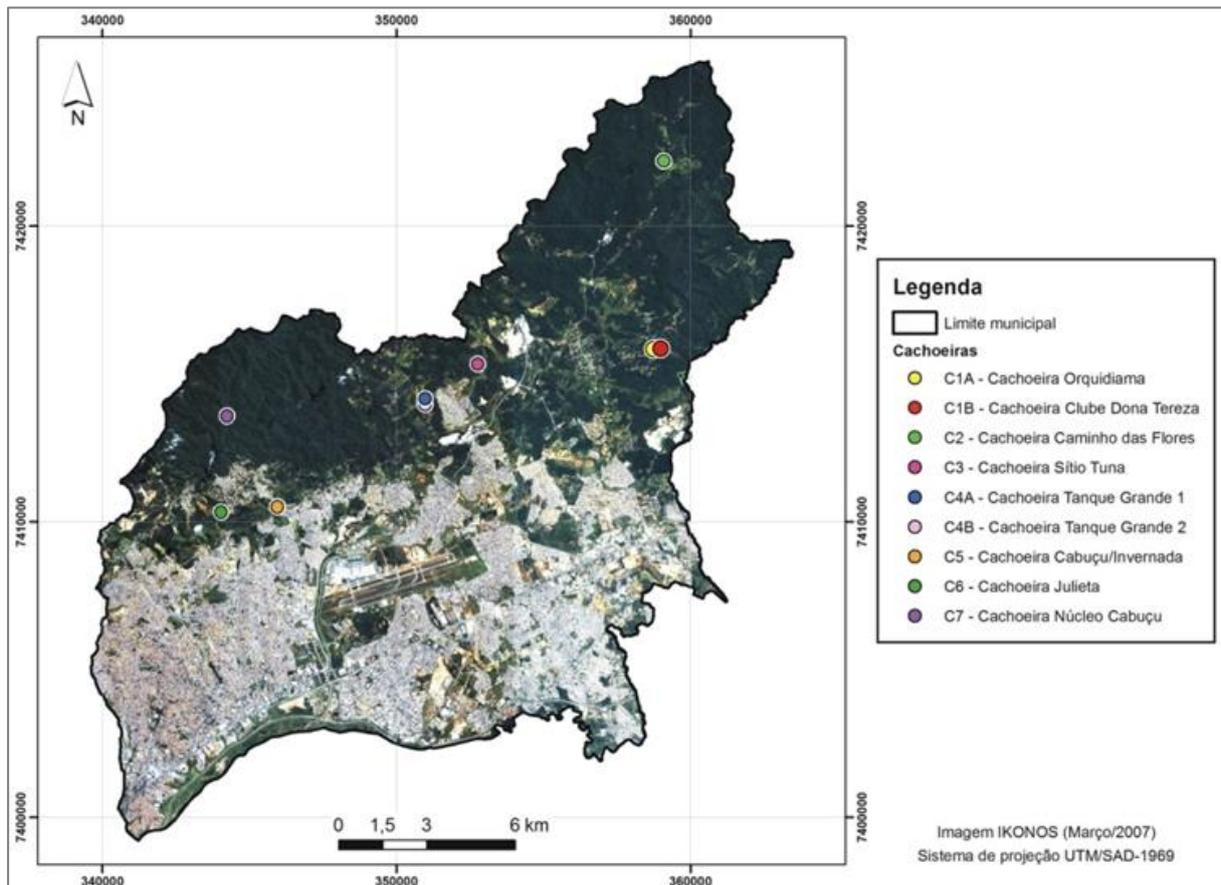


Figura 1 – Imagem de satélite do município de Guarulhos (Modificado de OLIVEIRA *et al.*, 2009). (Fonte: Santos, 2015).

## Referências

- Andrade, M. R. M., Barros, E.J., Juliani, C., Oliveira, E.S., Oliveira, M.A.S. & Pérez-Aguilar, A. 2012. Geoparque Ciclo do Ouro, Guarulhos, SP. In: C. Schobbenhaus & C. R. Silva (eds.) Geoparques do Brasil -Propostas. Brasília, CPRM, p. 541-582.
- Crutzen, P. J. & Stoermer, E. F. 2000. The Anthropocene. *Global Change Newsletter* 41: 17-18.
- Jesus, R. M. 1992. Recuperação de áreas degradadas. In: 2º Congresso Nacional Sobre Essências Nativas, São Paulo.
- Oliveira A.M.S., Andrade M.R.M., Queiroz W. & Sato S.E. 2009. Bases geoambientais para um sistema de Informações ambientais do município de Guarulhos. Laboratório de Geoprocessamento da Universidade de Guarulhos, Guarulhos, 2009. 178p. 4v. Mapas. (Relatório FAPESP – Processo 05/57965-1).
- Pérez-Aguilar, A., Juliani, C., Barros, E. J. & Ribeiro, R. R. 2010. Geoparque Ciclo do Ouro, Guarulhos (SP). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 45, 2010. Belém-PA. Anais do simpósio monumentos geológicos, geoturismo, geoconservação e geoparques. Belém: 2010.
- Santos, F. M. 2015. Caracterização geoambiental das cachoeiras do município de Guarulhos/SP: uma avaliação do seu potencial geoturístico. 128 f. Dissertação (Mestrado em Análise Geoambiental) – Centro de Pós-Graduação, Pesquisa e Extensão, Universidade Guarulhos, Guarulhos, SP, 2015.
- UNESCO/ PNUNMA/ FAO. 1980. Ecossistemas de los bosques tropicales. UNESCO/ CIFA, Paris.



## OS DEPÓSITOS TECNOGÊNICOS DO VELHO E DO NOVO MUNDO: UMA QUESTÃO CULTURAL ENDÊMICA

Antonio Manoel dos Santos Oliveira<sup>1</sup>, Adriana Aparecida de Oliveira<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Laboratório de Geoprocessamento - Mestrado em Análise Geoambiental - Universidade Guarulhos.

Depósitos tecnogênicos são depósitos resultantes da ação humana (Chemekov, 1982; Ter-Stepanian, 1988). O conceito abrange tanto os depósitos construídos (exemplo: aterros); quanto os depósitos induzidos (exemplo: assoreamento). Enquanto os construídos representam as modificações dos terrenos realizadas pela ação direta do Homem; os induzidos constituem o resultado final de processos deflagrados pela ação humana, seguidos de processos naturais, ou seja, conduzido pelos mesmos agentes naturais que levaram à gênese das formações geológicas, as chuvas, os ventos, os cursos d'água e outros agentes. Os construídos constituem objeto principal das classificações desenvolvidas no Velho Mundo como as elaboradas pela British Geological Survey (Rosenbaunet *et al.*, 2003; Price *et al.* 2011) e não incluem os depósitos induzidos. No Novo Mundo, os pesquisadores que documentaram os primeiros estudos nos Estados Unidos, consideraram apenas os depósitos induzidos (Happ, 1972). Esta diferença de abordagem pode ser explicada pelo fato de que os processos da intervenção humana que transformam o meio natural, embora possam ser muito diversos, tem em comum, nas colonizações pioneiras do território, o desmatamento extensivo que provoca intenso desequilíbrio do balanço hídrico e, portanto, seguido de profunda alteração qualitativa e quantitativa dos processos erosivos, responsáveis pela formação dos primeiros depósitos. Assim, o processo de colonização e suas consequências na dinâmica superficial foram testemunhadas no século XIX e XX pelos pioneiros no Novo Mundo, chamando a atenção de pesquisadores e mesmo de leigos pelos fenômenos espetaculares endêmicos como o das *Bad Lands* e *Dust Bowl* nos Estados Unidos (Bennett, 1955); das *boçorocas* no Brasil (Pichler, 1953) e das *barrocas* de Luanda na África (Nascimento, 1952). No Velho Mundo, ações semelhantes não puderam ser testemunhadas pelos pesquisadores. De fato, os primeiros processos civilizatórios da Europa se iniciaram há muitos séculos, passando por vários ciclos, sendo que os depósitos induzidos, que testemunham as primeiras ações do Homem, como agente geológico, estão subjacentes a várias camadas correspondentes aos referidos ciclos de civilizações, caracterizadas como sítios arqueológicos ou como alterações geomorfológicas (Neboit-Guillhot, 1989). No Novo Mundo, as primeiras pesquisas foram realizadas sobre os processos de formação relacionados à colonização pioneira, podendo-se destacar, como exemplos, nos Estados Unidos, Happ *et al.* (1940), no Brasil, Oliveira & Queiroz Neto (1994) e na Austrália, Rusyomiji *et al.*, (2006). Esta história comparada dos depósitos tecnogênicos alimenta reflexões sobre o seu significado cultural, já que eles são produtos do agente geológico não mais natural, mas cultural. Não é por outras razões que as experiências locais – culturais – resultaram em diversas denominações dadas aos depósitos tecnogênicos (Chemekov, 1982); *cultural deposits* e *accelerated valley deposits* (Happ *et al.*, 1940); *new alluvium* (Bennett, 1955); *post settlement alluvium* (Knox (1977); Brannstrom & Oliveira (2000); *legacy sediment* (James, 2013). Pode-se compreender que tais denominações estão impregnadas dos diferentes contextos culturais dos pesquisadores, revelando que os processos são eminentemente históricos e geográficos. Históricos porque dependem do momento do processo civilizatório, seus instrumentos de uso da terra, seu momento no processo das revoluções tecnológicas e seu conteúdo cultural. Geográficos porque mobilizam condicionantes geoambientais que variam de um ponto a outro do planeta e são tão diferenciados que as erosões se apresentam com comportamentos diferentes, endêmicos, nos diversos contextos físicos e bióticos da superfície terrestre, além de receberem denominações que brotam das culturas locais, como é o caso das erosões lineares complexas: *boçorocas* brasileiras (Pichler, 1953); *carcavas* espanholas (Vicente *et al.*, 2009); *gullies* americanas (Benett, 1955); *barrocas* angolanas (Nascimento, 1952). Estas reflexões sobre o endemismo e a origem cultural dos depósitos tecnogênicos também revelam implicações importantes. O debate aberto sobre a pertinência do Antropoceno (Crutzen & Stoermer, 2000) reúne pesquisadores com diferentes formações, vivências e representando diversas culturas no Grupo de Trabalho responsável



pela possível definição desta nova época, na Subcomissão da Estratigrafia do Quaternário (Comissão Internacional de Estratigrafia da *International Union of Geological Sciences* (<http://www.stratigraphy.org/index.php/ics-subcommissions>)). A própria proposta do Antropoceno surgiu de um químico (Paul Crutzen), a do Tecnógeno de um Geólogo de Engenharia (Ter-Stepanian) e o representante brasileiro na referida Comissão é um pesquisador da área do Clima (Carlos Nobre) sugerindo dificuldades em alcançar consenso do ponto de vista geológico que é fundamental para se discutir novas épocas na história geológica da Terra. Por outro lado, esta diversidade cultural certamente enriquece o debate, ou seja, o tema Antropoceno já transcendeu a Geologia. No que se refere às próprias classificações dos depósitos tecnogênicos, pode-se considerar, como foi analisado, que elas estão impregnadas das culturas e vivências científicas locais. Embora sempre seja possível e necessário aperfeiçoar classificações universais, como a proposta por Peloggia *et al.* (2014), os fatores locais devem ser considerados nos sítios das pesquisas para que estas sejam adequadamente desenvolvidas, inclusive classificações que podem vir a ser especificamente criadas para melhor responderem aos condicionantes geográficos e históricos locais, levando em conta o caráter endêmico da cultura local.

#### Referências

- Bennet, H.H. 1955. Elements of soil conservation. McGraw-Hill Book. 358 p.
- Brannstrom, C. & Oliveira, A.M.S. 2000. Human modification of streams valleys in the Western Plateau of São Paulo, Brazil: implications for environmental narratives in management. *Land Degradation & Development*. V.11, p.535-548.
- Crutzen P.J. & Stoermer, E.F. The Anthropocene. *IGBP Newsletter* 41, p 17-18. 2000.
- Happ S.C., Rittenhouse G. & Dobson G.C. 1940. Some principles of accelerated stream and valley sedimentation. *USDep. Agr. Tech. Bull.* 695. In: *Classics in Physical Geography Revisited*. *Progress in Physical Geography* 32(3): 337-345.
- James, L.A. 2013. Legacy sediment: Definitions and processes of episodically produced anthropogenic sediment. *Anthropocene* 2.16–26.
- Knox J.C. 1977. Human impacts on Wisconsin stream channels. *Annals of the Association of American Geographers* 56: 212-
- Nascimento, U. 1952. Estudo da regularização e proteção das barrocas de Luanda. *Laboratório Nacional de Engenharia Civil*. Publicação Nº. 30. 39 p.
- Neboit-Guillhot, R. 1989. Evolution geomorphologique et sociétés. La recherche française récente en Géomorphologie. 2 *International Conference on Geomorphology*. Chapter 10. P.149- 157.
- Oliveira, A. M. S.; Queiroz Neto. 1994. Depósitos tecnogênicos induzidos pela erosão acelerada no Planalto Ocidental Paulista. *Boletim Paulista de Geografia*, n.73, 1994.
- Peloggia, A.U.G.; Oliveira, A.M.S.; Oliveira, A.A. & Silva, E.C.N. João Osvaldo Rodrigues Nunes, J.O.R. 2014. Technogenic geodiversity: a proposal on the classification of artificial ground. *Quaternary and Environmental Geosciences* 05(1):28-40.
- Pichler, E. 1953. Boçorocas. *Boletim da Sociedade Brasileira de Geologia*, 2 (1). p. 3-16.
- Price S.J., Ford J.R., Cooper A.H. & Neal C. 2011. Human as major geological and geomorphological agents In the Anthropocene: the significance of artificial ground in Great Britain. *Phil. Trans. R. Soc. A* 369: 1056-1086.
- Rosenbaum M.S., Mcmillan A.A., Powell J.H., Cooper A.H., Culshaw M.G. & Northmore K.J. 2003. Classification of artificial (man-made) ground. *Engineering Geology* 69(3-4):399-409.
- Rusyomiji, P.; Pietsch, T. & Wilkinson, S. 2006. Pre and post-European settlement patterns of floodplain deposition in the Lake Burraborang catchment. Report to the Sydney Catchment Authority. *CSIRO Land and Water Science Report* 38/06.
- Vicente, F.; Sanz, M.A.; Lucía A. & Martín-Duque, J.F. 2009. Evolución geomorfológica en tiempos históricos recientes de cárcavas del borde del piedemonte norte del Guadarrama (Segovia, España). Estudio a partir de fuentes documentales. *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat. Sec. Geol.*, 103 (1-4), 49-64.



## ABORDAGEM GEOTECNOGÊNICA: MÉTODO E PROCEDIMENTOS

Adriana Aparecida de Oliveira<sup>1</sup>, Antonio Manoel dos Santos Oliveira<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Laboratório de Geoprocessamento - Mestrado em Análise Geoambiental - Universidade Guarulhos.

Segundo Oliveira *et al.* (2005), as primeiras pesquisas em que temas geológicos foram analisados segundo abordagem que tem o Homem como agente geológico foram desenvolvidas no Brasil durante a década de 1990. Essa abordagem considera que, assim como os ambientes geológicos naturais da Terra podem ser associados aos agentes geológicos (vento, gelo, água etc.) responsáveis pelas suas principais características, os novos ambientes, criados pelo homem por transformação dos ambientes passados conferem-lhe a qualidade de agente geológico. Trata-se dos ambientes geotecnogênicos, que compreendem os ambientes transformados pela agricultura, urbanização, mineração e as mais diversas obras como estradas, barragens, reservatórios e portos. A abordagem geotecnogênica foi proposta por Oliveira (1990), para a Geologia de Engenharia considerar os problemas geológico-geotécnicos do ponto de vista desse novo agente geológico, o agente geológico – cultural do planeta. Esta abordagem fundamenta-se na história da ação tecnológica que constitui a expressão do agente geológico - cultural e na análise dos depósitos tecnogênicos que testemunham as transformações decorrentes dessa ação, que, segundo Fornasari Filho *et al.* (1992) é: “... um conjunto de técnicas aplicadas em operações que caracterizam a implantação, o funcionamento ou a desativação de uma atividade modificadora do meio ambiente. São técnicas voltadas à ocupação do meio, à extração, ao cultivo, à produção industrial ou à construção civil”. Estas ações se expressam pela evolução do uso da terra, pela manifestação de processos alterados de geodinâmica superficial e pela formação dos depósitos tecnogênicos. Para diagnosticar tais expressões consequentes da ação tecnológica, são fundamentais as interpretações de fotos aéreas, imagens de satélite e documentação cartográfica de diferentes épocas, o reconhecimento dos depósitos, acompanhados do diagnóstico do meio físico local, (rochas, relevo e solos), vegetação, e, ainda, entrevistas com moradores locais. Todas as observações, diagnósticos e mapeamentos devem ir sendo analisados buscando-se as correlações de causas e efeitos, de maneira a verificar a consistência das diversas etapas da transformação ambiental, entre o interpretado, relatado e observado. Oliveira (2014) fez uma revisão da abordagem e propôs o fluxograma metodológico da Figura 1 que apresenta os procedimentos aplicados nessa abordagem. A etapa preliminar é a atividade de delimitação da área de estudo que irá nortear todo o diagnóstico, sendo indicada que esta área funcione como um sistema onde as relações de causa e efeito podem ser examinadas. Neste sentido, adota-se o geossistema aberto, bacia hidrográfica. Este comportamento pode ser considerado como o de uma célula que executa processos metabólicos de transformação da energia e matéria que recebe e outras energias e matérias que excreta. A transformação do quadro natural da bacia pelo uso da terra implica em alterações desses processos. Em seguida desenvolve-se a etapa de caracterização da ação antrópica que engloba as atividades de “Levantamento de dados, bibliografias e entrevistas” e “Interpretação de fotos aéreas e imagens de satélite” que fundamentam a “História do uso da terra”, expressa no estudo por narrativa e mapas de uso e ocupação da terra de diversas datas. Na fase da “Caracterização dos processos e condicionantes” destacam-se o reconhecimento de depósitos, a caracterização dos condicionantes do meio físico e biótico e a caracterização de processos geotecnogênicos ou geológicos alterados. Mapas, perfis e outras ilustrações constituem os produtos obtidos com os procedimentos realizados nesta etapa. Na etapa conclusiva, além do diagnóstico, objetivo principal do método, há elementos suficientes para se avançar para prognósticos de comportamento do geossistema e, em decorrência, realizar propostas eventuais de medidas a serem consideradas para a área de mitigação de impactos ambientais.

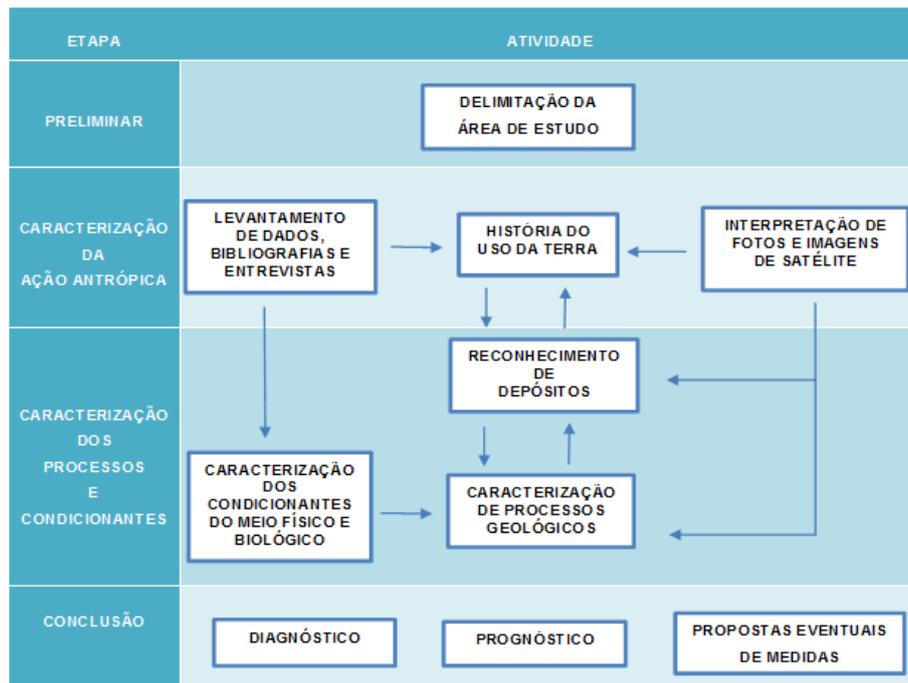


Figura1. Fluxograma metodológico com os procedimentos aplicados à abordagem geotecnológica (Oliveira, 2014)

### Referências

- Fornasari Filho, N. 1992. Alterações no Meio Físico Decorrentes de Obras de Engenharia. São Paulo-SP: Instituto de Pesquisas Tecnológicas.
- Oliveira, A. M. S. 1990. Depósitos tecnogênicos associados à erosão atual. Congresso Brasileiro de Geologia de Engenharia, 6. Salvador. Anais...São Paulo: ABGE, v1. P411-415.
- Oliveira, A. M. S.; Brannstrom, C.; Nolasco, M. C.; Peggia, A. U. G.; Peixoto, M. N. O. & Coltrinari, L., 2005. Tecnógeno: registro da ação geológica do homem. In Souza, C. R. G.; Suguio, K.; Oliveira, A. M. S.; Oliveira, P. E. 2005. Quaternário do Brasil. Ribeirão Preto: Holos.
- Oliveira, A. A. 2014. Estudo tecnogênico da urbanização: o caso do Loteamento do Parque Continental II, município de Guarulhos, SP. Dissertação de Mestrado. Análise Geoambiental. Universidade Guarulhos.133p.

## OS IMPACTOS AMBIENTAIS E A DINÂMICA DE PROCESSOS GEOTECNÔGENICOS EM ÁREA URBANA DEGRADADA: O CASO DO LOTEAMENTO PARQUE CONTINENTAL II – GUARULHOS/SP

Adriana Aparecida de Oliveira<sup>1</sup>, Antonio Manoel dos Santos Oliveira<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Laboratório de Geoprocessamento – Mestrado em Análises Geoambientais – Universidade Guarulhos.

Os conceitos de impacto assim como os de degradação ambiental têm sido empregados principalmente aos efeitos ambientais negativos ou adversos decorrentes principalmente de intervenções ou atividades humanas e raramente a fenômenos ou processos naturais. Bitar (1997) associa o conceito de degradação à perda da função urbana das formas de uso do solo. Concluindo que o conceito de degradação parece estar sempre associado à noção de alteração ambiental gerada por atividades humanas e considerada adversa. A degradação do solo gerada pela implantação de um projeto urbanístico corresponde aos seus impactos ambientais negativos no meio físico que são discriminados por Fornasari Filho *et al.* (1992), como alterações significativas dos processos geológicos, induzidas pelos processos tecnológicos relativos a essa implantação. No município de Guarulhos como em toda a Região Metropolitana de São Paulo (RMSP) a expansão urbana, como um processo extremamente dinâmico, vem pressionando a ocupação de áreas frágeis sob o ponto de vista geoambiental. Dentre essas áreas destacam-se as de relevo de morros, sobretudo quando submetidas a intensos movimentos de terra para implantação de loteamentos. A área objeto do presente trabalho corresponde a uma gleba embargada pela prefeitura, adjacente ao loteamento do Parque Continental II, em Guarulhos/SP, tendo sido abandonada como solo exposto após a terraplenagem realizada. É um caso indicado para estudo pois representa um exemplo de expansão urbana na RMSP, com degradação intensa do meio ambiente por desmatamento, terraplanagem, e conseqüente desenvolvimento de processos erosivos e de assoreamento. Este quadro reflete a transformação urbana, considerada a mais intensa provocada pelo Homem como agente geológico, resultando na criação de áreas artificiais, terrenos e depósitos tecnogênicos e processos correlatos de erosão, denominada antrópica ou geotecnogênica (Oliveira, 1990; Peloggia, 1998). A imagem da Figura 1 mostra a área após o terrapleno realizado, onde foi possível criar um mapa de setores da área degradada, como unidades geotecnogênicas: área de talude, setor de corte, de aterro, e uma pequena porção que não sofreu a intervenção.

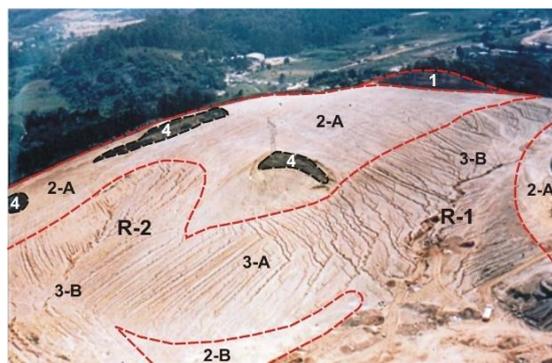


Figura 1. Mapa das unidades geotecnogênicas da área degradada. Setor 1- talude de corte; setor 2 - área de corte; setor 3 - área de aterro e setor 4 - área sem intervenção. R-1 – ravina 1 e R-2 – ravina 2. Foto de M. R. M. Andrade, 1993.

Na Figura 2, estão descritas as unidades geotecnogênicas da nova paisagem e o mapa dessas unidades. Os aterros não foram compactados, permanecendo muito suscetíveis aos processos erosivos que se manifestaram logo em seguida à intervenção, revelando a baixa resistência dos depósitos tecnogênicos construídos, os aterros, pela não compactação e por sua granulometria siltosa desfavorável. No setor de corte verifica-se a ocorrência de erosão laminar e em pequenos sulcos. Os depósitos tecnogênicos da

área degradada ocorrem nas áreas de aterro e na área de corte a jusante, constituindo, um depósito induzido de 2ª geração, remobilizado, segundo Peloggia (1999).

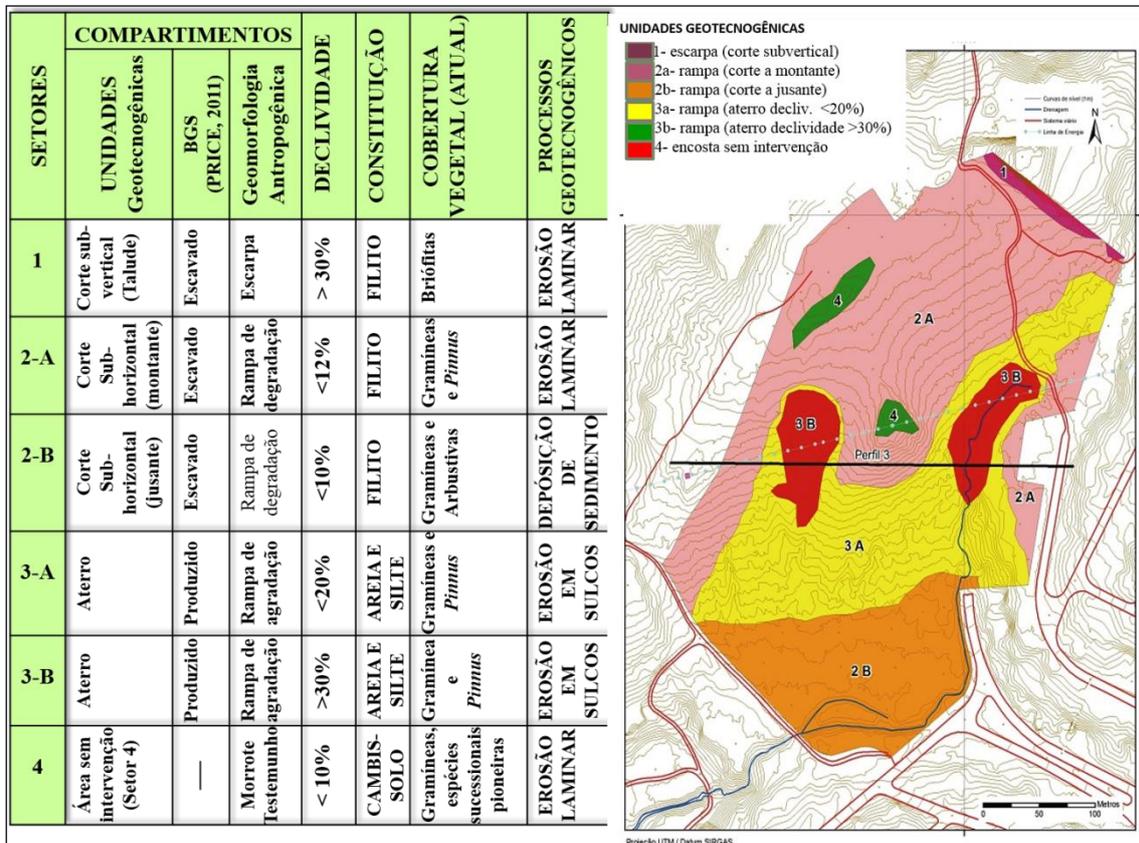


Figura 2. Descrição das unidades geotecnológicas da nova paisagem e mapa das unidades geotecnológicas.

A terraplenagem executada apresentou-se geotecnicamente imprópria por mobilizar um grande volume de material e dispor em aterros não compactados; deixar exposta a erosão grandes superfícies de corte e aterro de material altamente erodível e colmatar um fundo de vale a jusante com perda da paisagem natural. Além disso, destacam-se como impactos ambientais a perda de cobertura vegetal que estava em processo de regeneração. O processo tecnológico gerou uma nova paisagem, na qual foi possível mapear as unidades geotecnológicas que foram comparadas com feições geomorfológicas, ou seja, foi realizada uma geomorfologia antropogênica que passou a ser descrita em sua constituição, cobertura vegetal atual e processos geotecnológicos presentes.

#### Referências

- Bitar, O. Y. 1997. Avaliação da recuperação de áreas degradadas por mineração na RMSF. Tese Doutorado, Departamento de Engenharia de Minas, *Escola Politécnica Universidade de São Paulo*. São Paulo.
- Fornasari Filho, N. 1992 (coord.) Alterações no Meio Físico Decorrentes de Obras de Engenharia. São Paulo: *Instituto de Pesquisas Tecnológicas*.
- Oliveira, A. M. S. 1990. Depósitos tecnogênicos associados a erosão atual. In: Congresso Brasileiro de Geologia de Engenharia, 6. Salvador. *Anais do 6º CBGE e IX COBRAMSEF*. Salvador: ABGE: ABMS.
- Peloggia, A. U. G. 1998. O homem e o ambiente geológico: geologia, sociedade e ocupação urbana no Município de São Paulo. São Paulo: *Xamã*.
- Peloggia, A. U. G. 1999. O Tecnógeno existe? In: Congresso Brasileiro de Geologia de Engenharia, São Paulo (SP), *Anais... São Pedro: ABGE*, (CD-ROM).

## BEACHROCK DE UBATUBA (LITORAL NORTE DE SÃO PAULO): EVIDÊNCIAS DE OSCILAÇÕES NEGATIVAS E POSITIVAS DO NÍVEL DO MAR NO HOLOCENO MÉDIO A SUPERIOR\*

Celia Regina de Gouveia Souza<sup>1,2</sup>; José Maria Azevedo Sobrinho<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Instituto Geológico do Estado de São Paulo. <sup>2</sup>Programa de Pós-Graduação do Depto. de Geografia da FFLCH - Universidade de São Paulo. (\*Suporte financeiro: Fapesp 2010/18292-0)

Beachrocks são formações sedimentares costeiras que consistem de depósitos praias (areias, grânulos, seixos de origem clástica e biogênica) cimentados por carbonatos de cálcio (aragonita e calcita), cuja precipitação é limitada à zona entremarés e pode se dar em poucos meses até várias décadas. Por isso, essas formações têm sido consideradas como proxies em estudos sobre variações do nível relativo do mar (NM), em especial durante o Holoceno médio a superior. No Brasil os beachrocks aflorantes na linha de costa têm sido descritos para os estados do NE até o RJ. Em SP, a única ocorrência está em Ubatuba (Litoral Norte), na Praia do Tenório (Figura 1), onde aflorou em 2009/2010, ficando exposto no baixo estirâncio somente durante as baixamares de sizígia (micromaré), em especial nos meses de outono-inverno (temporada de ressacas). Em abril/2014 a área aflorante era de 272,42 m<sup>2</sup>, e a espessura máxima aparente de até 0,70 m, estando seu topo a 0,35 m abaixo do nível médio do mar atual (NmM). O topo da pós-praia atual está a 2,07 m acima do NmM atual.

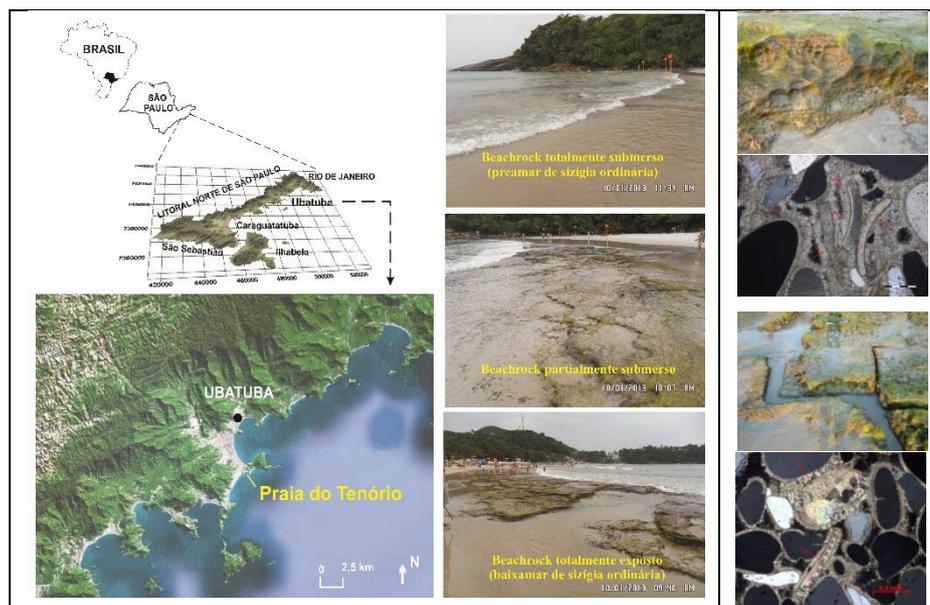


Figure 1. Beachrock de Ubatuba: localização e vista geral do afloramento em diferentes fases de maré de sizígia (centro). Coluna da direita: detalhes do corpo e das fraturas, e respectivas lâminas petrográficas, que exibem cimento micrítico e franja prismática isópaca ao redor de bioclastos no corpo, e franja isópaca ao redor de grãos de quartzo e poros vazios nas fraturas. Notar a presença de paleolocas de ouriços-do-mar na superfície do corpo e nas laterais das fraturas abertas do beachrock (todas as fotos), e o deslocamento horizontal de fraturas abertas ortogonais.

A olho nu, o arenito mostra-se fortemente cimentado, maciço e composto por areias médias a finas, exceto pela presença de uma lente de cascalho biodetrítico próxima ao topo (paleodepósito de ressaca). Em alguns locais observam-se laminações plano-paralelas (Figura 1) mergulhando ora para o mar (maior extensão), com ângulos entre 0,95° e 4,75°, ora para o continente (setor mais próximo à praia atual), com valores entre -0,9° e -1,8°. Essas características indicam que se trata de um depósito formado no limite entre o estirâncio e a pós-praia, de uma praia de estado morfodinâmico intermediário com tendências dissipativas de baixa energia. As declividades medidas no topo do afloramento variam de 0,0° a 0,5°,



evidenciando uma superfície (plataforma) de abrasão marinha cortando os mergulhos das camadas. Outro aspecto importante é a presença de dois conjuntos de fraturas (Figura 1) ora preenchidas e cimentadas (primeira geração), ora abertas (segunda geração), com direções principais E-W e SE-NW (155° a 174°) formando ângulos entre 90-98° entre si, algumas delas apresentando deslocamentos horizontais (Figura 1) que podem indicar origem tectônica. Em lâmina, o corpo é formado por um arenito de empacotamento frouxo e arcabouço bimodal, com camadas distintas de areia média a muito grossa, e areia muito fina a média (Figura 1), portanto pobremente selecionado. A fração areia média a muito grossa é pobremente selecionada, e constituída basicamente por grãos de quartzo monocristalinos, subarredondados a bem arredondados, com alta esfericidade; bioclastos são raros nesse nível. Já a fração areia muito fina a média é moderadamente a bem selecionada, composta por grãos terrígenos muito angulosos a subarredondados, com baixa esfericidade, predominando quartzo monocristalino, microclínio, plagioclásio, muscovita, hornblenda, biotita, opacos e zircão; é rica em bioclastos. O cimento do corpo, aragonítico e calcítico, e suas formas predominantes, micrito e franja prismática isópaca, revelam cimentação em zona freática marinha. No interior das fraturas preenchidas/cimentadas o arenito é maciço, de granulação grossa a muito grossa, muito bem selecionado e poroso (Figura 1). É constituído por grãos muito bem arredondados, de esfericidade alta, em sua maioria de quartzo monocristalino (> 99%) e raros bioclastos. O cimento, composto por calcita altamente magnésiana em forma de franja prismática isópaca, também indica cimentação em zona freática marinha, em águas com temperaturas altas (até 37°C). Datações AMS revelaram idades de 4820-4440 anos cal BP para o cimento do corpo, e de 3950-3630 anos cal BP para o cimento da fratura. Os valores de  $\delta^{13}\text{C}$ , de -0,8‰ para o corpo e de +0,2‰ para a fratura, estão dentro da faixa estabelecida para carbonatos de origem marinha, mas sugerem maior influência continental na cimentação do corpo. Já os valores de  $\delta^{18}\text{O}$  foram iguais para ambos, de +0,2‰, e também sugerem precipitação em condição marinha. Esses resultados confirmam se tratar de um beachrock verdadeiro. A presença de duas gerações de paleolocas de ouriço-do-mar (Figura 1), com diâmetros de 9-12 cm e 6-8 cm (igual às homólogas atuais), distribuídas na superfície do corpo (ambas as gerações) e no topo das paredes das fraturas abertas (apenas as locas menores), indica que o NM esteve mais alto após a segunda fase de fraturamento. Por correlação, datações de vermetídeos associados a duas bandas de paleolocas presentes em diferentes altimetrias em costões rochosos da área de estudo (Vilano, 2013), sugerem que: as paleolocas de maior diâmetro foram escavadas entre 3810-2710 anos cal BP, quando o NmM estaria estabilizado a 3,55 m acima do atual; as paleolocas menores foram escavadas entre 1910-780 anos cal BP, quando o NmM estaria a 2,01 m acima do atual. Em síntese, os resultados obtidos indicam que: (a) o depósito praiial que deu origem ao beachrock foi formado numa fase de NM cerca de 0,35 m abaixo do atual, após o máximo transgressivo Santos, ocorrido em 5600 anos cal BP; (b) entre 4820-4440 anos cal AP ocorreu a cimentação do corpo, com NM em posição próxima à da formação do depósito, e em águas pouco mais quentes e com maior concentração de  $\text{CaCO}_3$  que as atuais; (c) por volta de 3950-3630 anos cal AP se instalaram as fraturas da primeira geração, que foram rapidamente preenchidas por sedimentos formados na pós-praia e ali cimentadas, sugerindo que o NM estava em ligeira elevação, e as águas eram bem mais quentes e com maior concentração de  $\text{MgCaCO}_3$  que as atuais; (d) o NM subiu rapidamente até se estabilizar em +3,55 m, entre 3810-2710 anos cal AP, quando foram escavadas as locas de ouriços maiores; (e) depois o NM tornou a descer, havendo então duas possibilidades – admitindo que a segunda geração de fraturas não seja tectônica, então seria necessário que o NM baixasse até um nível próximo ou pouco abaixo do atual para a sua formação, para então tornar a subir até se estabilizar em +2,01 m, entre 1910-780 anos cal AP, quando as locas menores de ouriços foram escavadas; admitindo que essas fraturas sejam tectônicas, então o NM poderia ter simplesmente baixado até esse nível.

#### Referências

Vilano, W.F. 2013. Aspectos Biogeográficos e Paleogeográficos de Costões Rochosos de Ubatuba, São Paulo. 160p. Dissertação de Mestrado, FFLCH-Universidade de São Paulo.

## MONITORAMENTO DE PROCESSOS SEDIMENTARES NA ENSEADA DA BALEIA (ILHA DO CARDOSO, CANANÉIA/SP) ENTRE 2007-2015

Celia Regina de Gouveia Souza<sup>1</sup>, Mário José Nunes de Souza<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Instituto Geológico do Estado de São Paulo e Programa de Pós-Graduação do Depto. Geografia da FFLCH - Universidade de São Paulo. <sup>2</sup>Fundação Florestal do Estado de São Paulo (Base Cananéia).

A Enseada da Baleia constitui um acentuado embaçamento erosivo formado na margem lagunar (Mar de Arapira) da porção centro-sul do esporão arenoso de Arapira, localizado no extremo sul da Ilha do Cardoso (município de Cananéia), junto à divisa com o Estado do Paraná (Figura 1). Esse esporão, de cerca de 16 km de extensão e orientação SSW-ENE, está ancorado no embasamento cristalino na extremidade norte da ilha e, segundo Angulo *et al.* (2007), teve seu crescimento para SW a partir de 700-1100 cal anos AP (idade duvidosa, estimada com base em datação de concha de um depósito de ressaca). O esporão apresenta contorno sinuoso no lado lagunar, formando três embaçamentos (dentre eles a Enseada da Baleia) que, segundo esses autores, foram originados pelo efeito erosivo das correntes de maré no interior da laguna. Mas em adição a isso, observações de campo sugerem que ondulações geradas por frequentes ventos locais, de direção NNE, também contribuem para acelerar a erosão das margens, formando células divergentes de correntes de “deriva litorânea” no centro desses embaçamentos. Ondulações geradas pelo trânsito de embarcações próximo às margens também aumentam a erosão. Um mapa da região datado de 1865, em escala 1:20.000, indica que naquela época toda a margem lagunar apresentava contornos estritamente retilíneos. Porém, nas fotos aéreas verticais mais antigas disponíveis para a região, de 1953, esses embaçamentos erosivos já estavam em evolução.

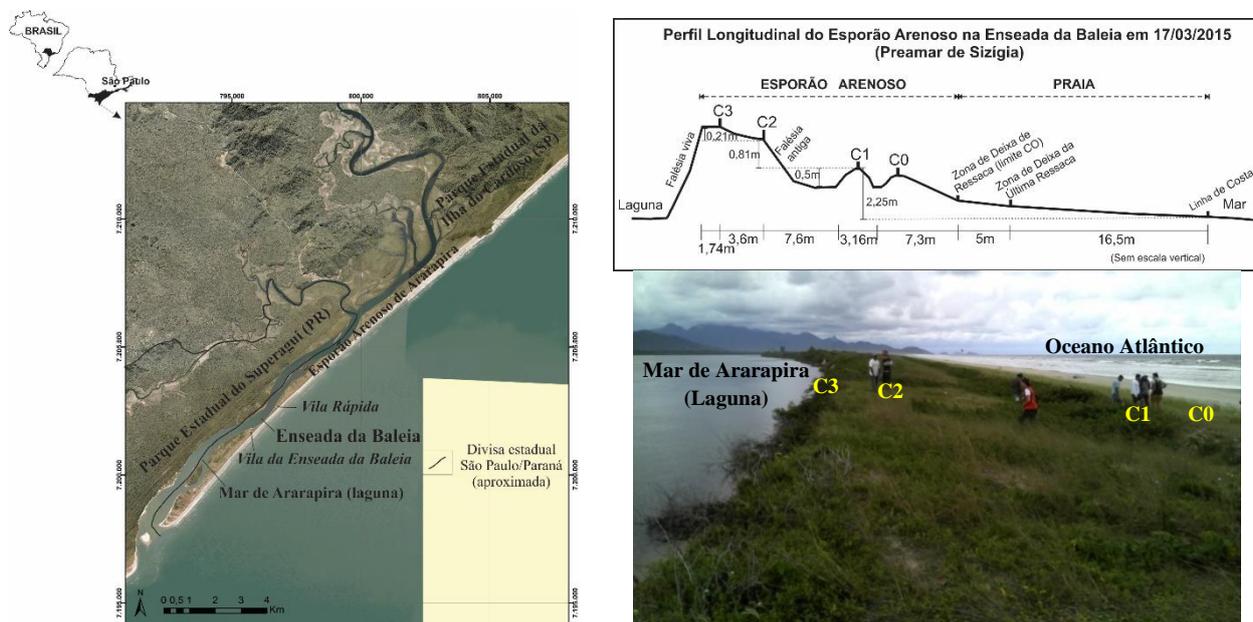


Figura 1. Esporão arenoso de Arapira (extremo sul de São Paulo). À direita: Perfil longitudinal esquemático do esporão arenoso na Enseada da Baleia e vista geral da área: C3 e C2 são os remanescentes de cordões-duna mais antigos, e C1 e C2 foram formados na última década (progradação da linha de costa oceânica).

Os primeiros trabalhos de monitoramento da erosão na área da Enseada da Baleia foram realizados por Mihaly & Angulo (2002), entre setembro/1993 e maio/1996, que concluíram que nesse período a largura do esporão diminuiu em 8 m, decorrente apenas do recuo da falésia, e cuja progressão resultaria na ruptura do esporão no prazo de 15 anos (ou seja, em 2009). Entretanto, esse recuo corresponderia a uma taxa de 0,25 m/mês ou 3,0 m/ano, cuja projeção de ruptura seria em 12 anos (desde que as condições não se alterassem). Numa atualização desses estudos baseada em fotografias aéreas e medições de

campo, Angulo *et al.* (2007) concluíram que: a erosão na margem estuarina foi contínua, com taxas entre 1,8 m/ano (2001-2004) e 4,2 m/ano (2004-2006); na margem oceânica do esporão ocorreram períodos de erosão (2001-2004) e de acreção (2004-2007); o rompimento do esporão deverá ocorrer em finais de 2012  $\pm$  2,6 anos. O presente trabalho apresenta a variabilidade dos processos de erosão acelerada na margem lagunar e de progradação da margem oceânica, estabelecida com base em monitoramento topográfico e georreferenciado, realizado entre julho/2007 e maio/2015 (julho/07, dezembro/10, julho/11, janeiro/12, dezembro/12, janeiro/14, setembro/14 e maio/15) (Tabela 1). A taxa de erosão da margem lagunar aumentou paulatinamente de julho/2007 até janeiro/2014 (de 0,17 a 1,75m/ano), mas depois despencou e apresentou tendência de ligeira queda até maio/2015 (0,08 m/ano), fase esta em que a progradação da margem oceânica foi a maior do período (4,05 m/ano). A margem oceânica apresentou tendência cíclica já esperada, com fases intercaladas de progradação (2,05 a 4,05 m/ano) e estabilidade/erosão com balanço sedimentar positivo (0,0 a 0,46 m/ano). Esses resultados sugerem que, em geral, ambos os processos não compartilham das mesmas causas e, portanto, podem evoluir de maneira praticamente independente. Como a margem oceânica tem sofrido progradação (acoplamento de cordões arenosos à planície costeira) a uma taxa média superior à de recuo da margem lagunar, então o risco de rompimento do esporão é nulo, desde que mantidas as mesmas tendências.

Tabela 1. Principais fases de variação temporal dos processos sedimentares (erosão na margem lagunar, progradação na margem oceânica, variação da largura do esporão) no esporão arenoso, entre julho/2007 e maio/2015. Destaque em cinza para as fases de redução da largura do esporão arenoso em simultaneidade com a estabilidade da linha de costa oceânica.

PERÍODO	Nº MESES	MARGEM LAGUNAR (m)	LINHA DE COSTA (m)	LARGURA ESPORÃO (m)	TX EROSAO		TX COSTA		TX ESPORÃO	
					m/mês	m/ano	m/mês	m/ano	m/mês	m/ano
JUL/07-DEZ/10	41	4,00	7,00	3,00	0,10	1,17	0,17	2,05	0,07	0,88
DEZ/10-JAN/12	13	1,60	0,50	-1,10	0,12	1,48	0,04	0,46	-0,08	-1,02
JAN/12-JAN/14	24	3,50	4,60	1,10	0,15	1,75	0,19	2,30	0,05	0,55
JAN/14-SET/14	8	0,70	0,00	-0,70	0,09	1,05	0,00	0,00	-0,09	-1,05
SET/14-MAI/15	8	0,60	2,70	2,10	0,08	0,90	0,34	4,05	0,26	3,15
Média ponderada		1,49	2,11	0,63	0,11	1,37	0,14	1,65	0,02	0,28

Do ponto de vista de projeções para o futuro, se essas tendências forem mantidas, os cordões C3 e C2 serão totalmente erodidos nos próximos 4 anos (até meados de 2019), quando a linha de costa terá progredido em 6,88 m, o que corresponderia a mais 1 cordão arenoso acoplado. Porém, quando o cordão C2 for atingido é provável que a taxa de erosão se acelere muito, inicialmente pela desestabilização geomorfológica da feição em si, e depois, por encontrar a depressão C2/C1 e os jovens cordões C1 e C0 (baixa altimetria e alta erodibilidade) (vide Figura 1). Neste sentido, fazendo uma simulação para uma taxa de 4,2 m/ano (a maior sugerida para a área), então todo esse trecho desapareceria até meados de 2023, quando a margem oceânica terá acrescido 14,23 m (~2 novos cordões). Por outro lado, se a progradação da linha de costa oceânica cessar, o risco de rompimento se elevará na proporção do aumento da taxa de erosão, e duas tendências podem ocorrer: (a) estabilização da linha de costa (devido a balanço sedimentar muito positivo) - o esporão se romperia, no mínimo, até o final de 2023 e, no máximo, até o final de 2029; (b) recuo da linha de costa (balanço sedimentar negativo) - o risco das ressacas atingirem a laguna aumentaria muito a partir de 2019, e isto, por si só, poderia provocar o rompimento do esporão arenoso em 2020-2021. Com o rompimento do esporão a Vila da Enseda da Baleia e a Vila Rápida poderiam desaparecer em questão de horas ou poucos dias.

## Referências

- Angulo, R.J.; Souza, M.C. & Muller, M.E. 2007. Evolução do esporão e consequências da abertura de uma nova desembocadura do Mar do Ararapira (Paraná, Brasil). In: XI Congresso da Associação Brasileira de Estudos do Quaternário – ABEQUA, Belém, PA. Anais..., CD-Rom.
- Mihály, P. & Angulo, R.J. 2002. Dinâmica da desembocadura do corpo lagunar do Ararapira. Revista Brasileira de Geociências, 32 (2): 217-222.



## RÁPIDA MIGRAÇÃO DA LINHA COSTEIRA E PREENCHIMENTO SEDIMENTAR DO ESTUÁRIO DO RIO AÇU (RN)

Tomasz Boski<sup>2</sup>, Maria Emanuella F.Barbosa<sup>1</sup>, Francisco H.R. Bezerra<sup>1</sup>, Francisco Pinheiro Lima-Filho<sup>1</sup>, Rubson Pinheiro Maia<sup>1</sup>, Anderson Sousa<sup>1</sup>, Ana I. Gomes<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Geologia e Programa de Pós-Graduação em Geodinâmica e Geofísica, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, Brasil); <sup>2</sup> CIMA – Centro de Investigação Marinha e Ambiental, Universidade do Algarve, Campus de Gambelas, 8000 FARO, Portugal;

De um modo geral, a evolução de um sistema costeiro resulta da interação entre a disponibilidade de sedimento, os mecanismos de transporte associados e o espaço de acomodação disponível (Carter & Woodroffe, 1994). Neste contexto, a posição do nível médio do mar associada a morfologia antecedente a inundação/transgressão por águas marinhas desempenham um papel fundamental na evolução das feições morfológicas da interface oceano-continente. São relativamente poucos os trabalhos dedicados a história dos estuários brasileiros durante a subida pós-glacial do nível médio do mar. Neste trabalho relatamos os primeiros resultados do estudo desenvolvido no sistema estuarino do Rio Piranhas-Assu que, constitui a parte terminal da maior bacia hidrográfica do Rio Grande do Norte. Os trabalhos aqui relatados envolveram campanhas de sondagens com trado manual, escavação das trincheiras, perfilagem com GPR (*Ground Penetrating Radar*), datações, descrição da microfauna de foraminíferos bentônicos, mineralogia DRX de argilas e de frações pesadas. O sistema ocupa uma área de aproximadamente 400 km<sup>2</sup> que compreende três canais estuarinos: Cavalas, Conchas e Assu; cinco lagoas residuais, mangues, planícies lodosas, barras arenosas, afloramentos do substrato Plistocénico e Miocénico e extensas áreas antropizadas: salinas, carcinoculturas e terrenos de pastorícia. A área está estruturalmente delimitada de lado oriental pelos afloramentos de Mioceno a Pleistoceno lateritizados e na parte Ocidental pela escarpa da Serra do Mel alinhada com o acidente tectónico da Falha Afonso Bezerra. A escarpa é formada pelas rochas da Formação Barreiras, recoberta parcialmente por dunas holocénicas e pelos leques coluvionares de Pleistoceno, formados de acordo com as datações por Luminescência Ópticamente Estimulada (LOE-SAR) entre 20 e 60 ka BP (MIS 4 – 2). O último pulso de subida eustática do nível médio do mar que ocorreu entre, 8300 e 7500 a cal. BP (Smith *et al.*, 2011) deu origem a uma transgressão marinha que transformou os segmentos terminais dos rios - atuais estuários em baías rasas, cujos limites continentais recuaram, tal como é o caso do Assu, em mais de 10 km da atual linha da costa. No momento em que o nível do mar estabiliza por volta de 7000 a cal BP (Bezerra *et al.*, 2003) a linha costeira, de lado Oeste de estuário, estende-se por ca. 30 km na direção NNW-SSE ao longo da escarpa da Falha Afonso Bezerra (Fig. 1) que formava uma falésia litorânea. Conchas de moluscos com valvas juntas foram recuperadas da trincheira escavada junto a falésia a 1,3 km de distância da atual linha da costa bem como as conchas que foram extraídas da base e do topo do beach rock a 7,7 km da linha de costa foram datadas por método de <sup>14</sup>C AMS. As três idades obtidas apontam para existência de litoral aberto há 4000 – 4300 a cal BP e nível do mar idêntico (dentro das margens de erro) ao atual. Na sequência de transgressão referida desenvolveram-se lagoas costeiras, rasas com extensas florestas de mangue, tal como é o caso da Lagoa de Umbuzeiro, em que detetou-se a presença do mangue no período que precede a transgressão, há ca 8000 a cal BP, e posterior a transgressão ca 5200 a cal. BP. Interpreta-se assim um “desaparecimento” local da vegetação halófito na sequência muito rápida subida do NMM, não compensada pela sedimentação que pudesse assegurar o habitat intermareal, dentro da tolerância ecológica do mangue (Boski *et al.*, 2015). O novo espaço de acomodação criado na sequência da transgressão é preenchido progressivamente pelos sedimentos arenosos, muito ricos em micas e cortejo de minerais pesados oriundos das rochas de embasamento Precambriano, junto a canais distributários do delta prográdante. As áreas lagunares preenchem-se com sedimentos mais finos e tal como indica o estudo de foraminíferos passam de regime de troca livre de água com mar para regime semi-fechado, progressivamente mais dulceaquícola. A formação das extensas planícies deltáicas emersas por acreção do material terrígeno e sedimento transportado pela deriva costeira fossiliza a antiga linha de costa ativa

ao longo da escarpa Afonso Bezerra que, ganhando progressivamente a sua direção atual no sentido E-W. Em primeira aproximação estima-se as taxas de progradação do sistema costeiro > 150 cm/ano.

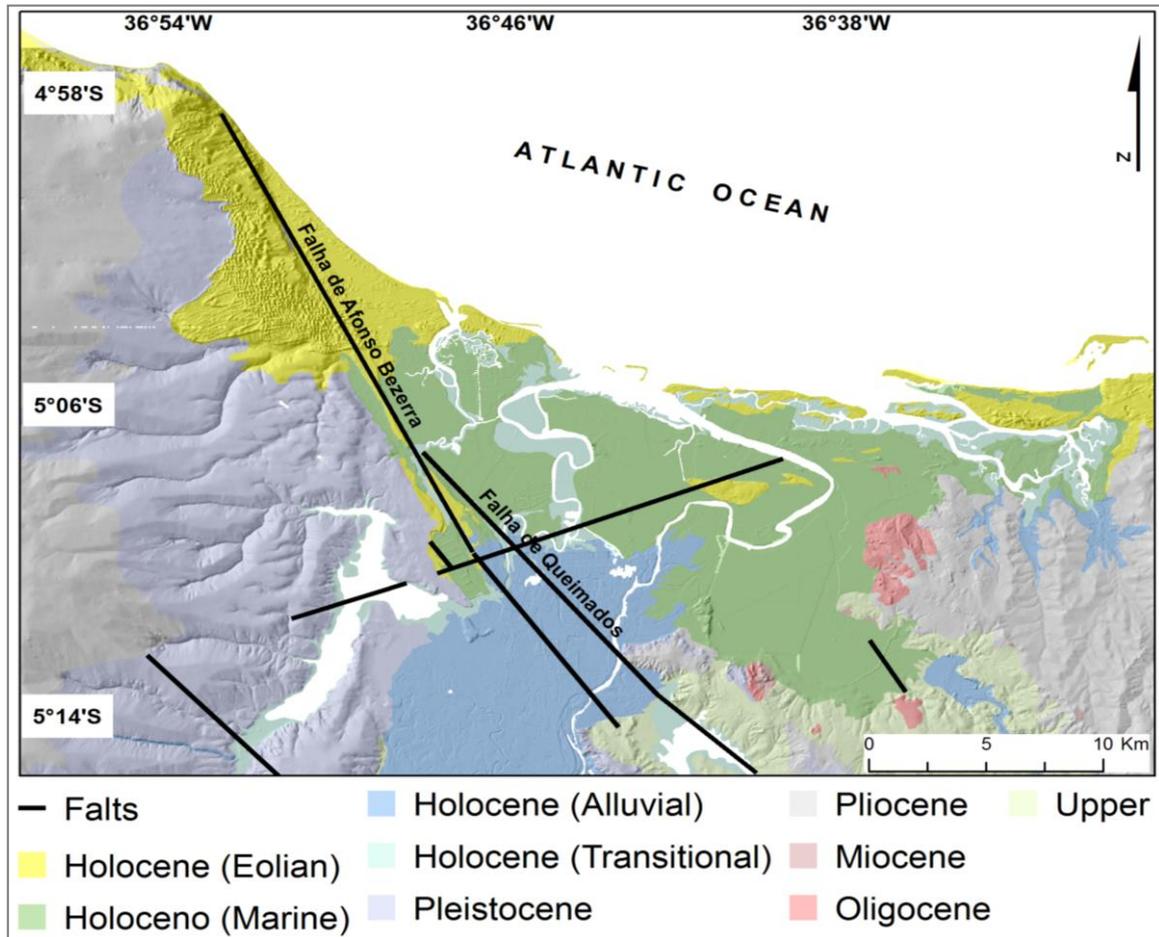


Figura 1. Enquadramento geológico do sistema estuarino do Rio Piranhas-Assu/RN.

#### Referências

- Bezerra F. H.R, Barreto, A.M.F. & Suguio K., 2003. Holocene sea-level history on the Rio Grande do Norte State coast, Brazil. *Marine Geology* 196, 73-89.
- Boski, T.; Bezerra, F. H. R.; Pereira, L. F.; Souza, A. M.; Maia, R. P. & Lima Filho, F. P. Sea-level rise since 8.2 ka recorded in the sediments of the Potengi-Jundiai Estuary, NE Brazil. *Marine Geology*. v. 365. p. 1-13. 2015.
- Carter, R. W. G. & Woodroffe C. D. 1994. *Coastal evolution: Late Quaternary shoreline morphodynamics*. Cambridge; New York, Cambridge University Press.
- Smith, D.E., S. Harrison, Firth, C.R. & Jordan, J.T. 2011. The early Holocene sea level rise, *Quaternary Science Reviews*, 30, 1846-1860.



## HETEROGENEIDADE ESPACIAL DO SUBSTRATO MARINHO ADJACENTE A NATAL-RN ATRAVÉS DA SÍSMICA DE ALTA RESOLUÇÃO

Tiago Rafael de Barros Pereira<sup>1</sup>, Helenice Vital<sup>1</sup>, André G. Aquino da Silva<sup>3</sup>, Naira F. Barbosa<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Programa de Pós Graduação em Geofísica e Geodinâmica, Universidade Federal do Rio Grande do Norte; <sup>2</sup>Departamento de Geofísica, Universidade Federal do Rio Grande do Norte; <sup>3</sup>Institute of Geosciences, Kiel University, Germany.

O conhecimento do relevo, tipos de fundo e ocorrência ou não de feições geomorfológicas em uma determinada área são de fundamental importância para setores como engenharia oceânica, órgãos de defesa ambiental e indústria do petróleo. Estudos deste tipo são ainda inexistentes para o litoral oriental do Rio Grande do Norte, apesar de abrigar a capital Natal, principal porto e importante complexo turístico do estado, sujeito a intenso tráfego marítimo, e que encontra-se sob intensa erosão costeira. Este trabalho apresenta os primeiros resultados relacionados a um mapeamento sistemático da plataforma continental adjacente a Natal-RN e tem por objetivo o mapeamento do substrato marinho adjacente à praia de Ponta Negra (figura 1), através de métodos hidroacústicos. A área de estudo está situada no contexto geológico constituído por rochas cretáceas cobertas pela formação barreiras e por sedimentos quaternários. Segundo Vital (2005), as principais características morfológicas desta região do litoral Norte-rio-grandense são a baía em forma de zeta, com erosão associada a padrões de refração e difração de ondas, explicada como oriunda de processos de erosão diferencial das rochas da formação barreiras, em presença de uma direção persistente de aproximação de ondas. Segundo Ribeiro (2014), nesta região as correntes apresentam predominantemente a direção Norte, revelando baixa variabilidade direcional e forte correlação com a componente do vento paralelo à costa. O levantamento dos dados foi realizado em agosto de 2014 utilizando o interferômetro Edgetech 4600, que adquire simultaneamente dados batimétricos multifeixe e sonográficos, na frequência de 540 kHz. Para posicionamento da embarcação utilizou-se o sistema de posicionamento DGPS Crescent R100, fabricado pela empresa Hemisphere gps, enquanto no controle da atitude (roll, pitch e heave) foram utilizados os sensores de movimento Crescent V100 (giro), fabricados pela empresa Hemisphere gps e o DMS-25 fabricado pela empresa SG brown. Também foi utilizado um perfilador de velocidade do som Digital Pro de fabricação da Teledyne Odom Hydrographic. No total foram levantadas 50 linhas paralelas a linha de costa, com variação de comprimento de 4,9 a 5,5 km. O espaçamento entre as linhas variou de acordo com a profundidade, sendo na região mais rasa de 60m e na região mais profunda de 80m. No total, a área imageada foi de aproximadamente 18km<sup>2</sup>. Ainda sobre a coleta de dados, foram utilizados os softwares hypack 2014 e o Discover 4600 1.08. O software Hypack 2014 foi utilizado na fase inicial do processamento da batimetria, integração dos dados batimetria, maré e perfis de velocidade do som como também na limpeza dos dados espúrios (spikes). Para geração dos modelos digitais de terreno (MDT) foi utilizado o software Oasis Montaj, sendo utilizado o método de interpolação da mínima curvatura com células de 10 m. A justificativa para utilização do tamanho da célula e do método de interpolação se dá devido à necessidade de suavização do dado para correção do balanço da embarcação durante a aquisição. O roll registrado chegou a 16°. O software sonarwiz foi utilizado no processamento dos dados de sonografia. De acordo com os dados do MDT, a profundidade na área ensonificada apresentou variação entre 3 a 11,5 m. a integração e interpretação dos resultados permitiram determinar a profundidade de fechamento na cota batimétrica de 10,4 m e identificar duas barras arenosas paralelas à linha de costa, a primeira de 0,6 m de altura e 900 m de largura com comprimento longitudinal, paralela a linha de costa de 2700 m. A segunda com altura de 1,5 m, largura de 1500 m e comprimento de 4000 m. Adicionalmente foram delimitados seis backscatters distintos e identificados algumas formas de fundo como ripples, megaripples e sandwaves.

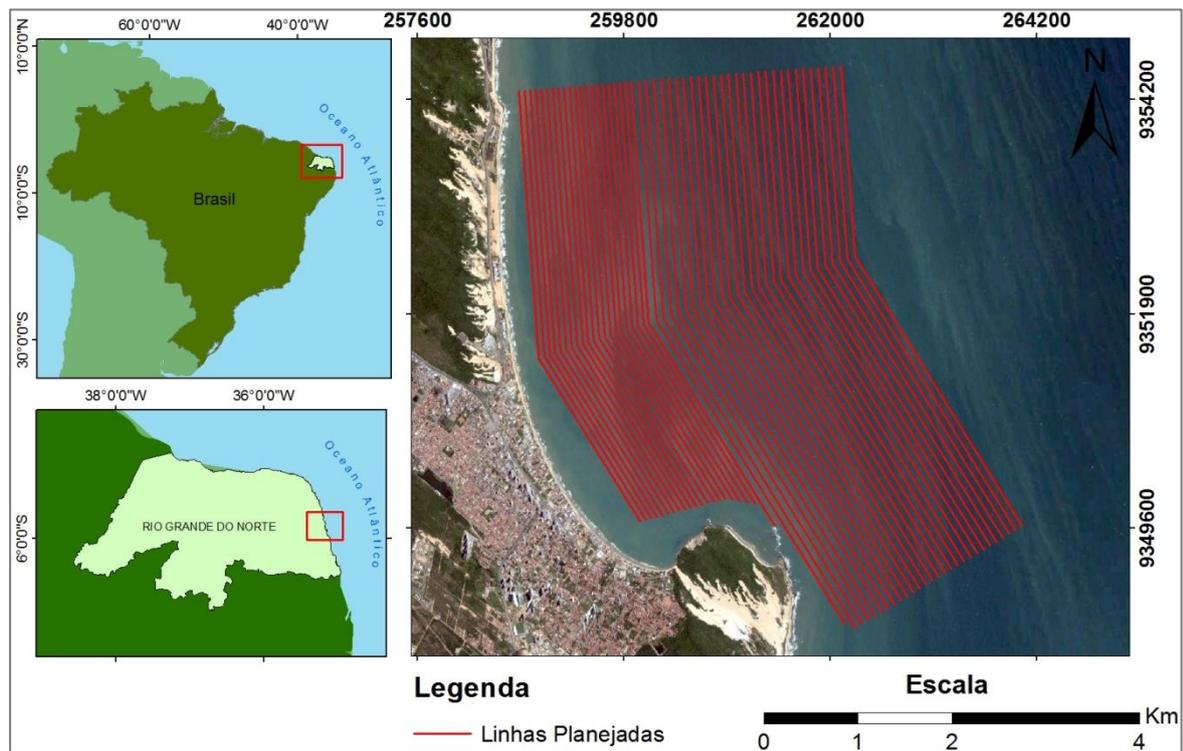


Figura 1. Mapa de localização.

#### Referência

- Ayres Neto, A. 2000. Uso da sísmica de reflexão de alta resolução e da sonografia na exploração mineral submarina. *Revista Brasileira de Geofísica*. vol.18 no.3, p.242 - 255.
- Calliari, L.J.; Holland, T.K.; Pereira, P.S.; Guedes, R.M.C. 7& Espirito Santo, R.M. 2007. The influence of mud on the inner shelf, shoreface, beach and surf zone morphodynamics - Casino, Southern Brazil. *Coastal Sediments '07*.
- Ribeiro, F. 2014. Caracterização das correntes da plataforma continental interna a praia de ponta negra. Relatório de graduação, Curso de bacharel em oceanografia, Universidade Federal de Santa Catarina.
- Vital, H. (Coord.). 2005. Erosão e progradação do litoral do Rio Grande do Norte. In: Muehe, D. (Org). *Erosão e Progradação do litoral brasileiro*. Brasília: Ministério do Meio Ambiente.v.,p. 159-176.
- Wright, L.D. & Short, A.D. 1984. Morphodynamic variability of surf zones and beaches: a synthesis. *Marine Geology*, 56: 93-118.



## **PERMEABILIDADE DE PRAIAS AMAZÔNICAS A EVENTUAIS DERRAMES DE DERIVADOS DE HIDROCARBONETOS: O CASO DAS PRAIAS DO CARIPI E GRANDE, PARÁ, BRASIL**

Amanda Moraes Oliveira<sup>1</sup>, Amilcar Carvalho Mendes<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Programa de Pós-Graduação em Biologia Ambiental – Instituto de Estudos Costeiros – Universidade Federal do Pará;

<sup>2</sup>Programa de Estudos Costeiros - Museu Paraense Emílio Goeldi

O impacto ambiental causado por vazamento de petróleo e derivados tem sido uma ameaça permanente a integridade dos ecossistemas costeiros. O monitoramento e a elaboração de planos de contingência a eventuais derrames de hidrocarbonetos em oceano e zonas costeiras são desenvolvidos mediante o conhecimento das características ambientais do local, como morfodinâmica e composição da matriz sedimentar. A zona costeira amazônica apresenta um potencial risco a impactos causados por vazamentos de derivados de hidrocarbonetos, dada à dependência do modal fluvio-marítimo de transporte e, a hidrodinâmica estuarina dominante na região, onde pontificam bancos de areia em disposições variáveis que aumentam o risco de acidentes. Neste contexto, o presente estudo comparou a permeabilidade de dois sistemas praias no comportamento de infiltração de derivados de hidrocarbonetos na matriz sedimentar. Foram realizados ensaios de permeabilidade nas zonas supratidal e intertidal das praias do Caripi (fluvial) no município de Barcarena/PA e Praia Grande (estuarina) no município de Outeiro/PA, ambas localizadas às proximidades dos principais portos administrados pela Companhia Docas do Pará. Nos ensaios de permeabilidade foi utilizada a metodologia de Caputo (1967) adaptado por Pereira (2005). Esses ensaios foram realizados no mês de novembro, período de maior movimentação de embarcações, segundo dados da Companhia Docas do Pará (CDP). Foram utilizados três tipos de fluidos: água da praia, gasolina e óleo diesel. Além disso, foram feitas amostragens de sedimentos para análise morfooscópica, granulométrica e obtenção do teor de umidade, a fim de verificar se esses parâmetros influenciaram no processo de percolação dos fluidos no sedimento. Os resultados das análises evidenciaram que a permeabilidade das praias estudadas não apresenta um padrão uniforme, sendo a granulometria, textura dos grãos e umidade contida no sedimento os fatores preponderantes nos resultados de coeficiente de permeabilidade. Em ambas as praias a granulometria foi maior na zona intertidal, apresentando maior coeficiente de permeabilidade (K) e, conseqüentemente, menor tempo de infiltração. A Praia do Caripi apresentou predominância de grãos sub-angulosos e menor permeabilidade, quando comparada à Praia Grande, composta predominantemente por grãos arredondados, característica morfooscópica que facilita a infiltração dos fluidos no sedimento. Entretanto, os sedimentos da zona intertidal da Praia Grande apresentaram teor de umidade mais elevado (16,58%), influenciando no comportamento anômalo dos combustíveis, que não infiltraram em maiores profundidades, ficando retidos às primeiras camadas do sedimento, formando um bulbo horizontal na superfície. Através da razão entre os coeficientes de permeabilidade da água em relação ao óleo e à gasolina, foi possível a obtenção de uma relação quantitativa que reflete a velocidade de percolação entre os três tipos de fluidos utilizados no ensaio. A relação água/gasolina em ambas as praias mostra um acréscimo em direção à zona intertidal. Na Praia Grande a relação água/óleo diesel também apresenta acréscimo para a zona intertidal, mas na Praia do Caripi essa relação apresenta padrão inverso, ou seja, sofre decréscimo em direção à zona intertidal (Tabela 1). Os perfis de permeabilidade apresentaram grandes diferenças entre as regiões de supratidal e intertidal, sendo a gasolina o fluido que apresentou os maiores valores de coeficiente de permeabilidade (K) para os ensaios da zona supratidal. Contrapondo-se, o perfil de permeabilidade para a zona intertidal apresentou valores de K mais altos para água e uma queda linear para gasolina e diesel (Figura 1). Entre os três tipos de fluidos utilizados nos experimentos, o óleo diesel apresentou menor coeficiente de permeabilidade, em ambas as praias. A partir dos resultados obtidos pode-se verificar que a Praia Grande, com característica dissipativa, oferece um maior risco devido ao maior alcance da maré, apresentando permeabilidade mais elevada o que demanda ação de resposta mais rápida em eventuais contaminações.

Tabela 1. Valores de coeficiente de permeabilidade obtidos para gasolina, óleo diesel e água nas praias estudadas.

Praia	Setor	K Óleo	K Gasolina	K Água	K Água / K Gasolina	K Água / K Óleo
Praia Grande	Supratidal	0,0016	0,0057	0,0045	0,78	2,81
	Intertidal	0,0012	0,0045	0,0066	1,46	5,50
Praia do Caripi	Supratidal	0,0010	0,0043	0,0038	0,88	3,80
	Intertidal	0,0026	0,0029	0,0045	1,55	1,73

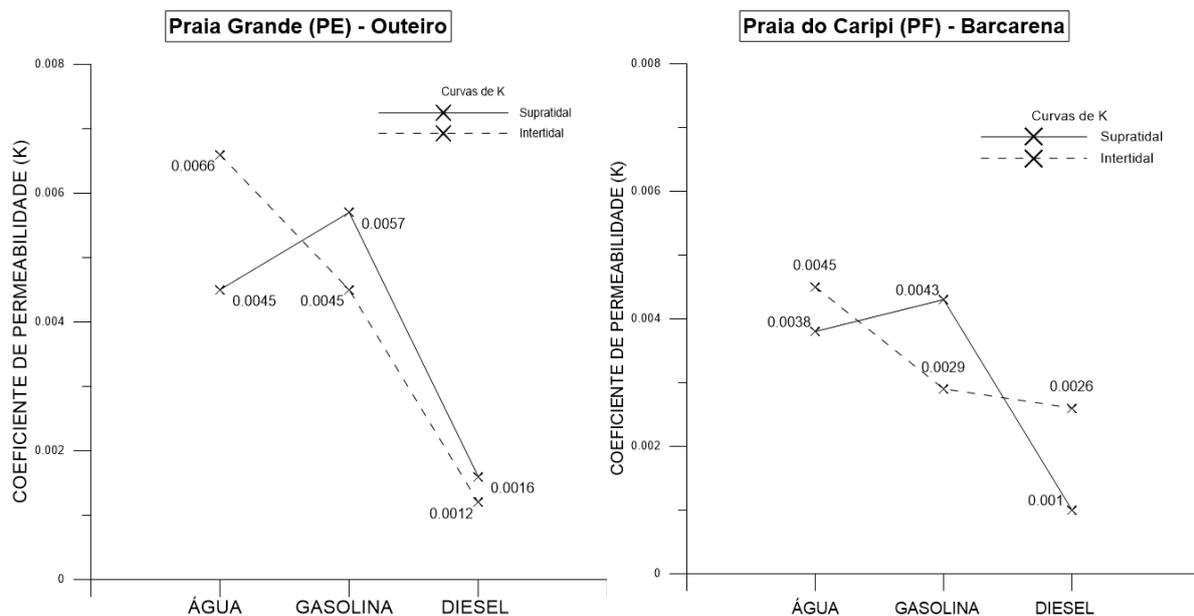


Figura 1. Coeficientes de permeabilidade (K) identificados para as praias estudadas

### Referências

- Caputo, H. P. 1988. Mecânica de solos e suas aplicações. Rio de Janeiro, Editora Livros Técnicos e Científicos Editora S.A. 234p.
- Pereira, P. S. 2005. Variabilidade da orla oceânica do Rio Grande do Sul e suas implicações na elaboração do plano de contingência: Aspectos morfodinâmicos, sedimentológicos e geomorfológicos. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Oceanografia Física, Química e Geológica. Fundação Universidade Federal do Rio Grande do Sul.



## ALTERAÇÕES ANTRÓPICAS EM INTERFACES DE FLORESTAS URBANAS: PROPOSTA DE UM MÉTODO DE AVALIAÇÃO

Ericson Silva Ferreira<sup>1</sup>, Antonio Manoel dos Santos Oliveira<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Laboratório de Geoprocessamento – Mestrado em Análise Geoambiental – Universidade Guarulhos. <sup>2</sup>Laboratório de Geoprocessamento – Mestrado em Análise Geoambiental – Universidade Guarulhos.

O crescimento populacional na Região Metropolitana de São Paulo (RMSP) tem trazido muitas preocupações em relação à utilização dos recursos naturais de forma sustentável, uma vez que vem degradando as áreas naturais, impactando a biodiversidade e provocando a perda dos serviços ecossistêmicos que regulam processos geohidrológicos e climáticos, que são provedores de água e que oferecem paisagens para o equilíbrio cultural, psicológico e outros valores não materiais (Rodrigues *et al.*, 2006). As regiões transformadas pelas alterações ambientais de origem antrópica são afetadas pela substituição da cobertura vegetal por concreto, asfalto e alvenaria, sofrendo profundas alterações em seu balanço hídrico e em seu microclima, com a formação do fenômeno das ilhas de calor (Lombardo, 1985). Essas alterações deflagram e intensificam diversos processos como, escorregamentos, erosões, assoreamentos, inundações que, por sua vez, determinam a redução do bem-estar humano, em termo de saúde e de ônus econômico pelos impactos ambientais resultantes (Oliveira *et al.*, 2014), além de impactar de forma direta os ciclos biológicos que envolvem o equilíbrio de toda a biota local. Dentre as áreas naturais afetadas pelas alterações antrópicas destacam-se as florestas urbanas, pois estas possuem como principal característica uma interface dinâmica, existente entre os dois ambientes (natural e antrópico). Estes dois sistemas ambientais diferentes interagem constituindo um ambiente intermediário instável com características peculiares que devem ser analisadas de forma integral para que se tenha um melhor entendimento das interações que ali ocorrem, pois estas florestas são responsáveis por contribuir para a qualidade de vida e bem-estar humano nas áreas urbanas. Devido à complexidade de análise das interferências causadas pelas alterações antrópicas na interface de florestas urbanas, foi proposto um novo método de avaliação de impactos para suprir esta demanda existente nas áreas de interface entre florestas urbanas que constituem unidades de conservação, e o ecossistema antrópico. O método proposto resultante da pesquisa de Ferreira (2015) foi denominado Análise de Setores de Interface (ASI), e pode ser descrito através de 7 etapas que consistem em: Etapa 1: levantamento bibliográfico de dados disponíveis, como por exemplo levantamento de estudos temáticos sobre o meio físico, biótico e antrópico da região, especialmente os contidos no plano de manejo da unidade, caso a mesma possua. Etapa 2: levantamento de cartas topográficas da área, com escala de 1:10.000 ou superior, na falta desses materiais poderão ser utilizadas imagens de satélite. Etapa 3: avaliação do limite de unidade de conservação através de imagens de satélite atuais, inclusive do Google Earth, com o objetivo de avaliar a distância a forma e o tamanho das manchas urbanas a partir do limite da unidade. Etapa 4: delimitação da área de interface, com base nas etapas anteriores, no limite da interface floresta-cidade, em geral a distância de 100m para o lado interno e 100m para o lado externo a partir do limite da floresta urbana ou unidade de conservação poderá ser aplicado inicialmente; podendo ser alterado de acordo com as características da área e a extensão das interferências. Etapa 5: subdivisão da interface floresta-cidade em setores (1, 2, 3...). Com base na avaliação do limite da unidade e das diversas características diagnosticadas, a interface pode ser dividida em setores homogêneos em função do uso do solo contíguo observado na área. Etapa 6: realização do reconhecimento de campo para levantamento dos impactos. Com o auxílio de GPS o limite da floresta urbana ou unidade de conservação deverá ser percorrido com o objetivo de georreferenciar todos os impactos encontrados. O mesmo procedimento deverá ser aplicado às trilhas clandestinas com foco em identificar o objetivo de quem as utiliza. Etapa 7: subdivisão dos setores de interface (1a, 1b, 2a ...) a ser realizada de acordo com os dados observados em campo, no sentido de caracterizar cada setor com seus respectivos usos do solo e impactos correspondentes (Figura 1), facilitando, dessa forma a interpretação da dinâmica ambiental daquele local. Com a conclusão desta última etapa cada setor representa uma dinâmica própria como resultado

da relação floresta-cidade ali estabelecida. O resultado obtido subsidia a gestão da floresta, uma vez que identificados os impactos, suas dimensões e a dinâmica ambiental que os condiciona nos setores, é possível a elaboração de medidas corretivas e preventivas de toda a interface.

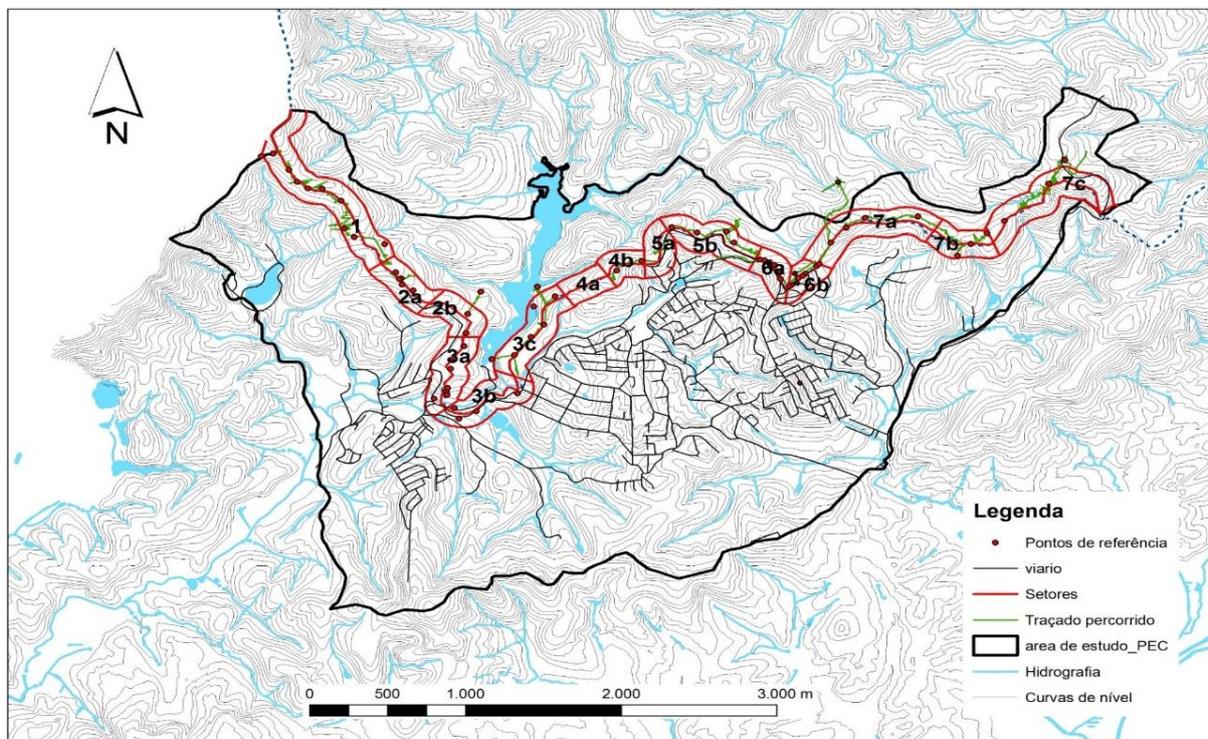


Figura 1. Interface delimitada, setorizada e com mapeamento e georreferenciamento dos impactos, trajeto percorrido e trilhas clandestinas, através do método ASI no Núcleo Cabuçu do Parque Estadual da Cantareira, Guarulhos, SP. (Ferreira, 2015).

#### Referências

- Ferreira, E. S. 2015. Análise geoambiental da interface de florestas urbanas: o caso do Parque Estadual da Cantareira, em Guarulhos, SP. São Paulo, 156p. Dissertação de Mestrado, Centro de Pós-Graduação e Pesquisa em Análise Geoambiental, Universidade Guarulhos.
- Lombardo, M. A. 1985. Ilha de calor nas metrópoles. Ed. Hucitec, São Paulo.
- Oliveira, A. M. S; Rossi, M.; Canil, K.; Andrade, M. R. M.; Kanashiro, M. M. & Brollo, M. J. 2014. Diagnóstico dos serviços ecossistêmicos de regulação, controle de processos geohidrológicos de erosão, escorregamento, assoreamento e inundações. In: Rodrigues, E. & Victor, R. A. B. M. Serviços ecossistêmicos e bem-estar humano na reserva da biosfera do cinturão verde da cidade de São Paulo, sumário executivo, 1. ed. São Paulo: Instituto Florestal. Isbn: 978-8564808-04-1. 2014.15p.
- Rodrigues, E. A.; Victor, R. A. B. M.; Pires, B. C. C. 2006. A reserva da biosfera do cinturão verde da cidade de São Paulo como marco para a gestão integrada da cidade, seus serviços ambientais e o bem-estar humano. São Paulo em perspectiva, Fundação Seade, v. 20, n. 2, p. 71-89.



## EL NIÑO SOUTHERN OSCILLATION AND AEOLIAN DRIFT POTENTIAL IN THE NORTHERN COAST OF RIO GRANDE DO SUL

Patricia R. Puhl<sup>1</sup>, Sérgio R. Dillenburg<sup>1</sup>, Graziela Miot Da Silva<sup>2</sup>, Patrick Hesp<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Centro de Estudos de Geologia Costeira e Oceânica (CECO) - Instituto de Geociências – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. <sup>2</sup>School of the Environment - Faculty of Sciences and Engineering - Flinders University, South Australia

The El Niño Southern Oscillation (ENSO) is a large-scale phenomenon that affects the climate of different regions on the earth's surface, and is characterized by generating sea surface temperature anomalies (SST) in the Pacific Ocean. The normal condition of SST in the central Pacific basin is the concentration of warm water in the western portion and cold water in the eastern portion. El Niño events (positive anomaly of SST) correspond to increasing temperature of surface waters in the eastern part of the Pacific Ocean due to the periodic weakening of equatorial trade winds. When cold waters migrate to the western portion, reducing the temperature of the basin, La Niña occurs (negative anomaly SST). These phenomena start up early in the second half of a year and expire at the end of the first half of the following year (Berlato *et al.*, 2005). In the case of Rio Grande do Sul, El Niño causes an increase in rainfall and La Niña a decrease in rainfall (Puchalski, 2000). By changing the precipitation, ENSO events can cause impacts on agricultural activities (Berlato *et al.*, 2005), social conditions facing flood or drought events, and even alter physical processes of coastal areas. The precipitation generates increased moisture content and cohesion of the grains in sandy deposits, reducing sediment transport by wind and favouring the growth of vegetation (Miot da Silva & Hesp, 2013; Miot da Silva *et al.*, 2013). This preliminary study aims to relate the sediment transport on the Northern Coast of Rio Grande do Sul with the occurrence of ENSO phenomena. The wind speed is a major driving factor of dunefield formation and migration rates (Hesp & Walker, 2013), and the higher the wind speed, the greater the potential transport (Short & Hesp, 1982). Therefore, this study used speed and wind direction data from the Imbé meteorological station, obtained via the Superintendency of Ports and Waterways Government of Rio Grande do Sul state. The series covers 56 years of data (1948-2003) with three daily measurements (09:00, 15:00 and 21:00). From this dataset, the aeolian drift potential (sand DP) was calculated using the Fryberger & Dean (1979) method, for each time interval based on duration of ENSO events (starts around July of a year and ends in June of the next year). Martinho *et al.* (2010) calculated DP values for the same data but considering a normal year interval (January to December). The time interval of El Niño and La Niña phenomena were appointed by the Southern Oscillation Index (SOI): positive SOI index indicates years of La Niña and negative indicates El Niño. Values of monthly variation of the SOI Index are available from the Bureau of Meteorology - Australian Government website. It can be observed a decadal response between La Niña phenomena and highest DP values: after the time period 1975-1976, La Niña occurrences decrease (the most part of SOI index are negatives, except in some isolated cases as between 1988 and 1990) (Miot da Silva *et al.*, 2013); and this same behaviour of decreasing values can be observed from the mid 70's for Drift Potential (Figure 1). The DP values pattern was the same obtained by Martinho *et al.* (2010) despite using different time intervals for each year, indicating that these type of data is better analysed in a large timescale and not for individual year. Indeed, in some cases when an annual behaviour is considered, the annual DP values as well can be related to the ENSO phenomena: from the top ten highest DP values for the Imbé region, five are associated with La Niña events (1949-1950; 1954-1955; 1964-1965; 1967-1968; 1971-1972). As the DP calculation depends of wind direction, intensity and grain size, this result may indicate that La Niña events are associated with stronger winds compared to strong El Niño events. Despite the DP calculation do not consider rainfall, studies at Rio Grande do Sul show that during El Niño (La Niña) years the precipitation levels are higher (lower) compared with normal periods (Grimm *et al.*, 1998; Britto *et al.*, 2008). As during La Niña events the precipitation is lower, probably the sediment transport by wind is favoured since there is less moisture and consequently lower cohesion of sediments, agreeing with the higher DP values associated with La Niña events that was found in this study.

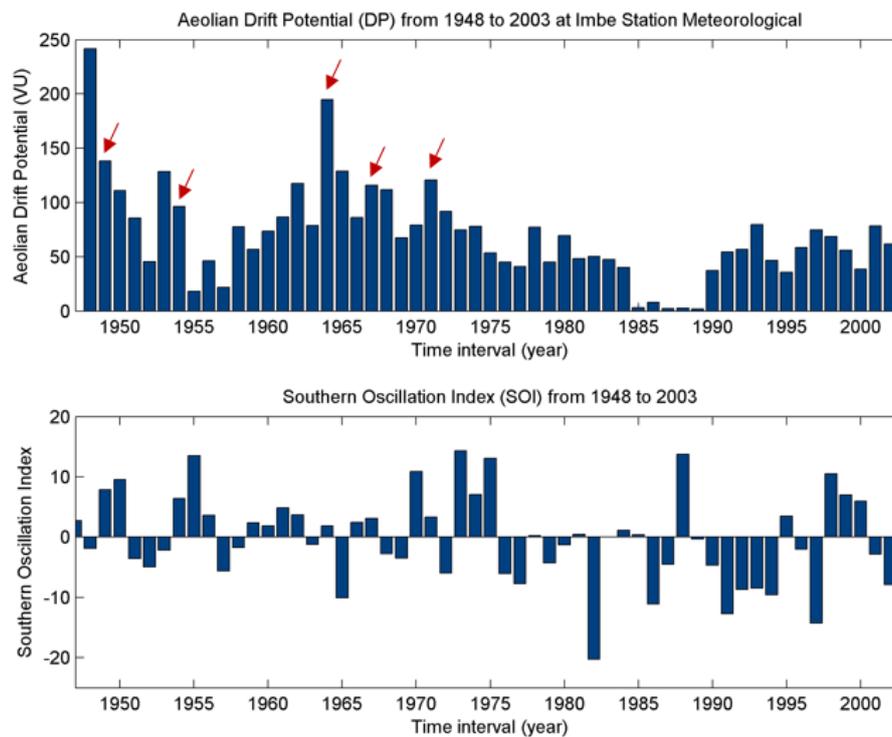


Figure 1. Above: Aeolian Drift Potential (DP) for each time interval based on duration of ENSO events (the interval starts on July of an year and ends on June of the next year) between 1948 and 2003 at Imbé Station Meteorological; VU means vector units and the red arrows indicate the five strongest La Niña events from the ten highest DP values. Below: Southern Oscillation Index (SOI) for the same time interval of DP.

## References

- Britto, F.P., Barletta, R. & Mendonça, M. 2008. Variabilidade espacial e temporal da precipitação pluvial no Rio Grande do Sul: Influência do fenômeno El Niño Oscilação Sul. *Revista Brasileira de Climatologia*, p. 37-48.
- Fryberger, S.G. & Dean, G. 1979. Dune Form Sand Wind Regime. Professional Paper. United States Geological Survey, p. 137-140.
- Grimm, A.M., Ferraz, S.E.T. & Gomes, J. Precipitation Anomalies in Southern Brazil Associated with El Niño and La Niña Events. *Journal of Climate*, 11, p. 2863-2880.
- Hesp, P.A. & Walker, I.J., 2013. Aeolian environments: coastal dunes. In: Shroder, J. (Editor in Chief), Lancaster, N., Sherman, D.J., Baas, A.C.W. (Eds.), *Treatise on Geomorphology*, vol. 11, Aeolian Geomorphology. Academic Press, San Diego, CA, p. 109-133.
- Martinho, C.T., Hesp, P.A. & Dillenburg, S.R., 2010. Morphological and temporal variations of transgressive dunefields of the northern and mid-littoral Rio Grande do Sul coast, Southern Brazil. *Geomorphology*, 117, p. 14-32.
- Miot da Silva, G. & Hesp, P.A., 2013. Increasing Rainfall, Decreasing Winds, and Historical changes in Santa Catarina dunefields, Southern Brazil. *Earth Surface Processes and Landforms* 38 (9), p. 1036-1045.
- Miot da Silva, G., Martinho, C.T., Hesp, P.A., Keim, B.D. & Ferligo, Y. 2013. Changes in dunefield geomorphology and vegetation cover as a response to local and regional climate variations. *J. Coastal Research S.I.* 65, p. 1307-1312.
- Puchalski, L.A. 2000. Efeitos associados ao El Niño e La Niña na temperatura média, precipitação pluvial e no déficit hídrico no Estado do Rio Grande do Sul. 83p. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
- Short, A.D. & Hesp, P.A. 1982. Wave, beach and dune interactions in southeastern Australia. *Marine Geology*, 48, p. 259-284.



## VERMETÍDEOS FÓSSEIS COMO BIOINDICADORES DE VARIAÇÕES DO NÍVEL RELATIVO DO MAR, ENSEADA DO ANJOS - ARRAIAL DO CABO RIO DE JANEIRO/BRASIL

Camila Areias de Oliveira<sup>1\*</sup>, João Wagner de Alencar Castro<sup>1</sup>, Julia Varela Malta<sup>1</sup>, Frederico Tapajós de Souza Tâmega<sup>2</sup>, Paula Spotorno-Oliveira<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Laboratório de Geologia Costeira, Sedimentologia e Meio Ambiente (LAGECOST) - Departamento de Geologia e Paleontologia - Museu Nacional/UFRJ, Quinta da Boa Vista, São Cristóvão, 20940-040 Rio de Janeiro, RJ, Brasil; <sup>2</sup>Divisão de Biotecnologia Marinha, Instituto de Estudos do Mar Almirante Paulo Moreira, Rua Kioto, nº 253, Praia dos Anjos, CEP 28930-000, Arraial do Cabo, Rio de Janeiro, Brazil. \* milareias@gmail.com.

Os vermetídeos são um grupo de gastrópodes sésseis considerados como excelentes indicadores biológicos das variações do nível relativo do mar (VNRM) (Laborel & Laborel-Deguen 1996). Determinadas espécies são conhecidas por serem coloniais e habitam um nível biológico específico, que corresponde ao limite superior do infralitoral (Laborel, 1986). Até a década de 60, os vermetídeos eram um grupo desconhecido e até mesmo confundido com outros organismos como poliquetas tubícola, fragmentos de escafópodes e ossos de vertebrados fossilizados (Hove, 1994). van Andel & Laborel (1964) publicaram as primeiras datações ao radiocarbono utilizando vermetídeos fósseis como indicadores biológicos das VNRM em Recife, PE. Diversos pesquisadores propuseram curvas de VNRM para diferentes locais da costa do Brasil ao longo dos últimos 7.000 anos A.P. (Martin *et al.*, 1979; Suguio *et al.*, 1985; Angulo & Lessa, 1997). Mais recentemente, foi proposta uma curva de VNRM para os últimos 11.500 anos A.P. no litoral do Estado do Rio de Janeiro, utilizando principalmente vermetídeos, algas calcárias (Rhodophyta) e *beachrocks* como indicadores (Castro *et al.*, 2012; 2014). Os referidos trabalhos permitiram confirmar o papel dos vermetídeos como indicadores biológicos precisos na reconstituição de paleoníveis marinhos. O presente estudo teve como objetivo estudar as VNRM utilizando vermetídeos fósseis em diversos níveis altimétricos como indicadores biológicos em costões rochosos na Enseada dos Anjos, Arraial do Cabo, RJ, visando o aprimoramento da curva de VNRM do sudeste brasileiro desenvolvida por Castro *et al.* (2014). A região estudada caracteriza-se por uma enseada semifechada submetida a regime de micromaré, de aproximadamente 1 m (Savi, 2007). A incidência de ondas é predominantemente de nordeste e, eventualmente, registra-se a ocorrência de ondas de *swell* proveniente do quadrante sul - sudeste (Silva & Castro, 2007). Foram coletadas amostras de vermetídeos fósseis em fendas e fraturas de costões rochosos abrigados da ação de ondas e protegidos da ação de agentes intempéricos. A identificação taxonômica de *Vermetidae* presente nas bioconstruções foi realizada através de consulta a bibliografia especializada, e por comparação com material depositado em coleções científicas. Foram selecionadas 7 amostras posicionadas em níveis altimétricos distintos para datação ao radiocarbono no Laboratório *Beta Analytic Inc.* em Miami, Florida, EUA. O posicionamento altimétrico das amostras está sendo avaliado através de DGPS geodésico *Pro Mark II* conforme Castro *et al.* (2011). O vermetídeo *Petalococonchus* aff. *varians* (d'Orbigny, 1841) foi identificado formando bioconstruções de espécimes fósseis no domínio morfológico do supralitoral dos costões rochosos da região. Esses organismos foram identificados principalmente em costões rochosos inclinados e em *boulders*, na porção inferior e mais abrigada, corroborando a descrição de Angulo *et al.* (1999). Na área de estudo, os vermetídeos são organismos abundantes e cresceram recurvando-se perpendicular ou paralelamente ao substrato rochoso. Os tubos são frequentemente cimentados uns aos outros, formando estruturas rígidas. Cracas, bivalves, ouriços e algas calcárias (*Rhodophyta*) foram identificados associados às incrustações de vermetídeos. Ocorrências fósseis de *P. varians* foram registradas na Baía da Ilha Grande, Angra dos Reis, RJ (Breves-Ramos *et al.*, 2010; Dias *et al.*, 2011). *Petalococonchus* representa a maior parte da composição dos recifes do Pleistoceno e Holoceno em todo litoral tropical (Laborel, 1986). Os resultados obtidos por datação ao radiocarbono sugerem idades entre 3.890 a 1.340 anos cal A.P., e condizem aos paleoníveis marinhos de aproximadamente +2,0 a +0,9 m definidos por Castro *et al.* (2014). As idades obtidas correspondem à fase de regressão marinha iniciada há aproximadamente 4.700 anos cal A.P. após o máximo de +2,5 m acima do nível do mar atual (Castro



*et al.*, 2014). Conforme Laborel (1977) e Angulo *et al.* (1999) *Petalococonchus* sofreu um declínio, até sumir completamente ao sul da região de Cabo Frio, Atlântico tropical. No entanto, essa constatação não corrobora com observações do presente estudo para a região de Arraial do Cabo onde homólogos vivos foram identificados (*Petalococonchus* spp.) estabelecendo estruturas semelhantes às incrustações fósseis encontradas no supralitoral. Concluiu-se que na região existem diversas indicações de níveis do mar mais elevados do que o atual, e que os vermetídeos foram extremamente abundantes nessa região associado a uma fauna diversa.

#### Referências

- Angulo, R.J & Lessa, G.C. 1997. The Brazilian sea-level curves: a critical review with emphasis on the curves from the Paranaguá and Cananéia regions. *Marine Geology*, 140: 141-166.
- Angulo, R.J., Giannini, P.C.F., Suguio, K. & Passenda, L.C.R. 1999. Relative sea-level changes in the last 5500 years in southern Brazil (Laguna-Imbituba region, Santa Catarina State) based on vermetid<sup>14</sup>C ages. *Marine Geology*, 159: 323-339.
- Breves-Ramos, A., Junqueira, A.O.R., Lavrado, H.P., Silva, S.H.G. & Ferreira-Silva, M.A.G. 2010. Population structure of the invasive bivalve *Isognomon bicolor* on rocky shores of Rio de Janeiro State (Brazil). *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 90(3): 453-459.
- Castro, J.W.A., Fernandes, D. & Dias, F.F. 2011. Monitoramento do Processo de Erosão Costeira na Praia das Tartarugas, Rio das Ostras - Estado do Rio de Janeiro / Brasil: Aplicação de Metodologia Quantitativa. *Revista da Gestão Costeira Integrada*, 11(3): 355-368.
- Castro, J.W.A; Suguio, K.; Guedes, A.M.C.E.; Tâmega, F.T.S. & Riosmena-Rodriguez, R. 2012. Rochas de praia (*beachrocks*) da Ilha do Cabo Frio, Arraial do Cabo: registro geológico ímpar da transição pleistoceno - holoceno no Estado do Rio de Janeiro. *Anuário do Instituto de Geociências*, 35(1): 236-241.
- Castro, J.W.A., Suguio K., Seoane, J.C.S., Cunha, A.M & Dias, F.F. 2014. Sea-level fluctuations and coastal evolution in the state of Rio de Janeiro, southeastern Brazil. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 86(2): 671-683.
- Dias, F.F., Breves-Ramos, A., Pimenta, A. D., Junqueira, A. O. R., Seoane, J.C.S., Castro, J.W.A. & Ramos, R.R.C. 2011. Ocorrência de agregados de vermetídeos vivos e fósseis em costões rochosos no Atlântico Sul. In: CONGRESSO DA ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ESTUDOS DO QUATERNÁRIO – ABEQUA, 13, 2011. *Anais...v.1*, p. 202-207.
- Hove, H. A. Ten. 1994. The dualistic relation between molluscs and serpulid tube-worms. In: Coomans-Eustatia, R. Moolenbeek, W. Los and P. Prins, (Eds.). *De horen en zijn echo*. Stichting Libri Antilliani, Zoölogisch Museum Amsterdam, p. 65-70.
- Laborel J. 1977. Are reef-building vermetids disappearing in the south atlantic? In: THIRD INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON CORAL REEFS. *Proc...* v.1, p. 234-237.
- Laborel J. 1986. Vermetid gastropods as sea-level indicators. In: van de Plassche, O. (Ed.), *Sea-Level Research: A Manual for the Collection and Evaluation of Data*. Geo Books, Norwich, p. 281-310.
- Laborel, J. & Laborel-Deguen, F. 1996. Biological indicators of Holocene sea-level and climatic variations on rocky coasts of tropical and subtropical regions. *Quaternary International*, 31: 53-60.
- Martin, L., Flexor, J.M., Boas, G.S.V., Bittencourt. A.C.S.P. & Guimaraes, M.M.M. 1979. Courbe de variation du niveau relatif de la mer au cours des 7000 dernières années sur un secteur homogène du littoral brésilien (nord de Salvador-Bahia). In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON COASTAL EVOLUTION IN THE QUATERNARY, 1978. *Proc...* Sao Paulo, p. 264-274.
- Savi, D.C. 2007. Erosão e acreção costeira na Enseada dos Anjos, Arraial do Cabo, RJ. *Revista Brasileira de Geofísica*, 25(1): 91-99.
- Silva, A.C. & Castro, J. W. A. 2007. Evolução Batimétrica, sedimentológica e ambiental da enseada dos Anjos /Arraial do Cabo/ RJ. *Anais Hidrográficos. DHN – Marinha do Brasil. MTOMO LXIV, DHN – Marinha do Brasil*, 54-65.
- Suguio, K., Martin, L., Bittencourt, A.C.S.P., Dominguez, J.M.L., Flexor, J.M. & Azevedo, A.E.G., 1985. Flutuações do nível relativo do mar durante o Quaternário Superior ao longo do litoral brasileiro e suas implicações na sedimentação costeira. *Revista Brasileira de Geociências*, 15(4): 273-286.
- van Andel, T.H. & Laborel, J., 1964. Recent high relative sea level stand near Recife, Brazil. *Science*, 145: 580-591.



## OS BEACHROCKS SÃO OU NÃO SÃO INDICADORES PRECISOS DE VARIÇÕES DO NÍVEL RELATIVO DO MAR?

Júlia Varella Malta<sup>1</sup>, João Wagner de Alencar Castro<sup>2</sup>, Camila Areias Oliveira<sup>3</sup>, Claudio Couto Reis<sup>4</sup>

<sup>1,2,3</sup>Laboratório de Geologia Costeira, Sedimentologia & Meio Ambiente, Programa de Pós-Graduação em Geologia – UFRJ, <sup>4</sup>Universidade Petrobras – Petrobras

As flutuações do nível do mar durante o Quaternário foram muito importantes na evolução das planícies costeiras (Martin, *et al.*, 1997). Essas evidências vêm sendo estudadas por diversos autores, como Roncarati & Neves (1976), Martin *et al.* (1984), Dias & Silva (1984); Suguio & Martin (1987), Villwock (1994), Angulo & Lessa (1997), Turcq *et al.* (1999) e Suguio (1999 e 2003) e Castro *et al.* (2014). De acordo com Castro *et al.* (2014) diversos indicadores de natureza biológica (conchas de moluscos) arqueológica (sambaquis) e geológica (terraços marinhos) são importantes na reconstrução de antigas posições do nível relativo do mar no plano horizontal. Tal constatação diz respeito às áreas de inundação decorrente do processo de transgressão marinha. No entanto, somente os indicadores biológicos constituídos por vermetídeos e cracas e os geológicos representados por beachrocks são precisos na projeção vertical no que diz respeito a altitude da amostra coletada em relação ao zero atual do nível do mar. Kelletat (2006) após estudar diferentes afloramentos de beachrocks na Grécia concluiu que estes não são bons indicadores de variação do nível relativo do mar (VNRM). Objetiva-se através desse trabalho verificar se os *beachrocks* são ou não bons indicadores de VNRM. Para tanto desenvolveu-se estudos petrográficos em diversos afloramentos no localizados na costa voltada para o quadrante sul do Estado do Rio de Janeiro, entre a praia da Barra da Tijuca, (cidade do Rio de Janeiro) até a Ilha do Cabo Frio (município de Arraial do Cabo). Como procedimento metodológico realizou-se também revisão bibliográfica, de trabalho de campo para localização e descrição de afloramentos e coleta de amostras em afloramentos emersos e submersos através de mergulho. Selecionou-se 15 (quinze) amostras para a confecção de lâminas delgadas. Foi realizada um tratamento por impregnação com resina epoxy azul, visando uma melhor caracterização da porosidade da rocha. Na ilha do Cabo Frio As rochas submersas são compostas *grainstones* principalmente formada por rodófitas e fragmentos de bivalves (aproximadamente 90%) e cristaloclastos formados quartzo e feldspato e fragmentos de rochas sedimentares e ígneas alcalinas (até 10%). Apresenta cimentação carbonática marinha composta por franja de aragonita. As idades ao radiocarbono estão entre 3.130 a 11.240 cal AP. (tabela 1). Na Barra da Tijuca, os *beachrocks* são compostos por rochas siliciclásticas, constituídas por aproximadamente 60% de material detrítico e 40% de material biodetrítico, formada por conchas bivalves com fragmentos de gastrópodes, equinodermas e briozoários, caracterizando assim, um arenito sublítico com dois diferentes momentos de cimentação carbonática. O primeiro formado por uma franja aragonítica ao redor dos grãos, e o segundo formado por cimento micrítico microcristalino marinho homogêneo de calcita magnesiana, preenchendo poros intergranulates. Os *beachrocks* de Jaconé são compostos por rochas siliciclásticas 80% de material detrítico e 20% de material biodetrítico, caracterizando um arenito subarcosiano com orientação preferencial, fragmentos de conchas de gastrópodes, equinodermas e briozoários. Também são encontrados dois tipos de cimento carbonático distintos o primeiro denotando uma franja aragonítica ao redor dos grãos, tanto os detríticos, quanto os biodetríticos. O segundo é formado por cimento micrítico microcristalino marinho homogêneo de calcita magnesiana, preenchendo poros intergranulates. Mansur *et al.* (2011) realizou uma datação ao radiocarbono em fragmentos de concha apresentando idade entre 8198-7.827 cal AP e no cimento de 6.008 -5.786 cal AP. Na praia de Itaipuaçu, Maricá, os afloramentos são compostos por rochas carbonáticas do tipo *rudstone*. Os bioclastos encontrados são principalmente conchas de moluscos e fragmentos de rodófitas crustosas articuladas, bivalves, fragmentos de gastrópodes, equinodermas e briozoários incrustados em fragmentos de rodófitas. Também são encontrados dois tipos de cimento carbonático distintos, o primeiro formado por uma franja aragonítica ao redor dos grãos, tanto os detríticos quanto biodetríticos e o segundo formado por cimento micrítico microcristalino, caracterizando ambiente marinho raso, homogêneo com calcita magnesiana, preenchendo poros intergranulates. Silva *et al.* (2014) datou essas

rochas utilizando fragmentos de concha e obteve idades de  $8110 \pm 30$  anos A.P. De acordo com os dados obtidos verificou que os *beachrocks* do estado do Rio de Janeiro são de ambiente marinho raso, caracterizando ambiente de sedimentação praial. Os afloramentos submersos ainda não foram suficientemente estudados para se obter uma conclusão mais precisa sobre o assunto. Outro fato que chama atenção, são as idades obtidas ao radiocarbono. Tais idades, sugerem que afloramentos de *beachrocks* são os mais antigos de todo litoral brasileiro. Durante o processo de desenvolvimento morfológico e sedimentológico dos *beachrocks* do litoral do Rio de Janeiro, a corrente quente do Brasil se encontrava em posição mais a sul em relação a posição atual. Portanto, de acordo com os dados obtidos até o presente momento sugere-se que *beachrocks* representam em geral, antigas linhas de praia que poderão ser consideradas como indicadoras de VNRM. O fato de atualmente não haver mais formação de novos *beachrocks* ou formação de novas fases de cimentação, deve-se a temperatura atual da água ser mais fria, pois esse fator poderá contribuir com possíveis erros de interpretação.

Tabela 1. Tabela das idades encontradas no *beachrocks* do Estado do Rio de Janeiro.

Local	Altitude (m)	Idade concha cal anos AP	Idade cimento cal anos AP
Barra da Tijuca	-4,5	-	-
Jaconé	-0,5	8198 – 7827 cal AP	6008-5786 cal AP
Itaipuaçu	-6,0	$8110 \pm 30$ AP	-
Arraial do Cabo	+1,5	3130 – 2860 cal AP	-
Arraial do Cabo	0	7910 – 7690 cal AP	-
Arraial do Cabo	-3	11940 – 11240 cal AP	-
Arraial do Cabo	-4,5	11940 – 11240 cal AP	-

## Referências

- Angulo, R.J., & LESSA, G. C., 1997. The Brazilian sea level curves: a critical review with emphasis on the curves from Paranaguá and Cananéia regions. *Mar Geol* 140: 141-166.
- Castro, J. W. A., Suguio, K., Seoane, J.C.S., Cunha, A. M. & Dias, F. F., 2014. Sea-level fluctuations and coastal evolution in the state of Rio de Janeiro, southeastern Brazil. In: *Anais da Academia Brasileira de Ciências* 86(2).
- Kelletat, D. 2006. Beachrock as Sea-Level Indicator? Remarks from a Geomorphological Point of View. *Journal of Coastal Research*, 22(6):1558-1564.
- Mansur, K.L.; Ramos, R.R.C.; Godoy, J.M.O. & Nascimento, V.M.R. 2011. Beachrock de Jaconé, Maricá e Saquarema – RJ: importância para a história da ciência e para o conhecimento geológico. *Revista Brasileira de Geociências*, 41(2): 290-303.
- Martin, L. Suguio, K.; Flexor, J. M. & Azevedo, A. E. G. 1997. Geologia do quaternário costeiro do litoral norte do Rio de Janeiro e do Espírito Santo. Belo Horizonte: CPRM. 112p.: il, mapas.
- Martin, L., Flexor, J. M., & Suguio, K., 1984. Enregistrement des périodes de fortes et faibles énergies à l'embouchure d'un fleuve. Le cas du Paraíba do Sul (Brésil). Implications paléoclimatiques. *CR Acad Sci II A* 299: 661-664.
- Roncarati, H. & Neves, L.E. 1976. Estudo preliminar dos sedimentos recentes superficiais da Baixada de Jacarepaguá - Município do Rio de Janeiro (Projeto Jacarepaguá). Rio de Janeiro: CENPES/ Petrobrás, 89 p.
- Silva, A. L.C., M, Silva, A.M., Souza, R. S. & Pinto, M. L.V., 2014. The role of beachrocks on the evolution of the. In: Green, A.N. and Cooper, J.A.G. (eds.), *Proceedings 13th International Coastal Symposium* (Durban, South Africa), *Journal of Coastal Research*, Special Issue No. 70, pp.
- Suguio, K., 1999. Geologia do Quaternário e mudanças ambientais. *Passado + Presente - Futuro*. Paulo's Editora, São Paulo, 236 p.
- Suguio, K., 2003. *Geologia Sedimentar*, 1a. ed., Editora Edgard Blücher, São Paulo, 324 p.
- Suguio, K., & Martin, L., 1987. Classificação de costas e evolução geológica das planícies litorâneas quaternárias do sudeste e sul do Brasil. In: ACIESP (Orgs), *Simpósio de Ecossistemas da Costa Sul e Sudeste Brasileira*, *Anais* 1: 1-28.
- Turcq, B., 1999, Origin and evolution of the quaternary coastal plain between Guaratiba and Cabo Frio, State of Rio de Janeiro, Brazil. In: Knoppers, B et al (org.). *Environmental Geochemistry of Coastal Lagoon Systems*, Rio de Janeiro, Brazil, Universidade Federal Fluminense, *Série Geoquímica Ambiental*, 6: 25-46.



## DEPÓSITOS LAGUNARES NA REGIÃO DO PORTO DE SANTA VITÓRIA DO PALMAR (RS): GÊNESE E RELAÇÃO COM ÁREAS DE RISCO À INUNDAÇÃO

Bruno Scorsatto Menegon<sup>1</sup>, Maria Luiza Correa da Camara Rosa<sup>2</sup>, Eduardo Guimarães Barboza<sup>3</sup>,  
Ricardo Augusto de Oliveira Anoni<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Curso de Graduação em Geologia, <sup>2</sup>Departamento de Geodésia; <sup>3</sup>Departamento de Paleontologia e Estratigrafia - Instituto de Geociências – Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Inundações constituem um problema que vem se agravando com o crescimento populacional e a demanda pela ocupação de novas áreas. Com o desenvolvimento econômico do sul do estado, é fundamental que a questão da ocupação das áreas de risco torne-se pauta de estudos. Localizado na mesorregião Sudeste Rio-Grandense, na microrregião Litoral/Lagunar e geologicamente inserido na Planície Costeira do Rio Grande do Sul, o município de Santa Vitória do Palmar é formado por um conjunto de depósitos sedimentares correspondentes a três sistemas laguna-barreira (II-III-IV) de idades pleistocênicas e holocênicas, que evoluíram em resposta a ciclos glacioeustáticos da ordem de 100 ka (Tomazelli & Villwock, 2005; Rosa, 2012). Sendo a morfologia um dos fatores condicionantes de áreas de inundação, é de vital importância o entendimento da gênese e da distribuição espacial das feições presentes no terreno. Desta forma, a comparação de sequências deposicionais mais antigas (II e III), pleistocênicas, com a sequência mais jovem (IV), holocênica, fornece informações cruciais para o entendimento da formação destas unidades e sua caracterização morfológica. Neste estudo, foram aplicados métodos de levantamento clássicos e modernos, os quais foram combinados e comparados a fim de determinar diferenças no nível do terreno. Estas diferenças serão empregadas na previsão de inundações de acordo com as mudanças de nível de água, possibilitando delimitar áreas de risco, bem como caracterizar paleofeições, cuja gênese está associada à morfologia. A pesquisa foi executada em três setores (Fig. 1), selecionados após uma análise de sensoriamento remoto em um SIG (Sistema de Informações Geográficas). A seleção teve como base a utilização de um modelo tridimensional do terreno e o uso do método NDWI (*Normalized Difference Water Index*), de acordo com o proposto por McFeeters (1996). A aquisição de dados em campo foi realizada utilizando métodos de posicionamento por GNSS, executado com um equipamento Geodésico (Trimble Pro-XRT) para determinar um ponto base e a posição de alvos distribuídos em cada área. Com uma estação total (Geodetic) foram realizadas determinações planialtimétricas para comparar os resultados de modelagem de terreno, realizado através de uma reconstituição fotogramétrica com um VANT (Veículo Aéreo Não Tripulado - Dji Phantom 2 Vision+), e com um Laser Scanner (FARO Focus 3D X330). Furos com trado do tipo cunha demonstraram nas porções mais elevadas da feição a presença de uma sedimentação com maior teor de areia, enquanto nas porções inferiores observou-se o predomínio de argilas. Através da análise integrada dos dados planialtimétricos e sedimentológicos concluiu-se que a região mais elevada corresponde a um pontal lagunar, com sentido de crescimento para norte, gerado em condições de nível lagunar mais elevado, provavelmente durante o Pleistoceno. A maior altitude encontrada na área é de 7,80 m, muito elevada para constituir depósitos do Sistema IV, holocênico. Portanto, esta feição pode estar relacionada com a evolução do Sistema Laguna-Barreira III, hipótese que deverá ser testada futuramente através de datações absolutas. De forma análoga, pode ser observado um pontal posicionado junto a atual margem da Lagoa Mirim, também com sentido de crescimento para norte. Este pontal encontra-se ativo, e está relacionado com a evolução do Sistema Laguna-Barreira IV.

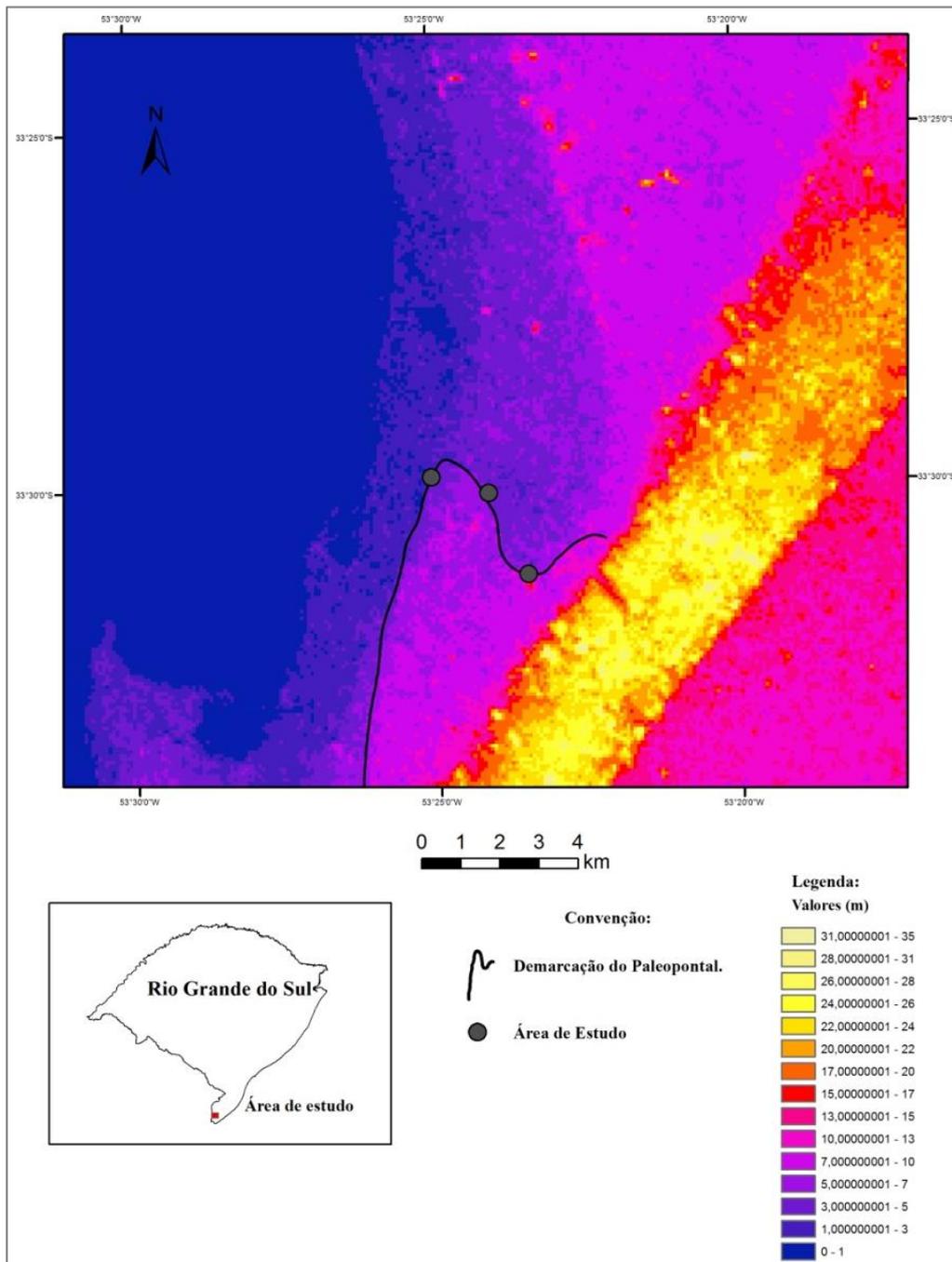


Figura 5. Modelo Digital do Terreno (MDT) onde os tons frios refletem as cotas baixas e os tons quentes as cotas elevadas. A linha preta caracteriza o paleopontal, feição de interesse deste estudo.

#### Referências:

- McFeeters, S.K. 1996. The use of the Normalized Difference Water Index (NDWI) in the delineation of open water features. *International journal of remote sensing*, 17(7), 1425-1432.
- Rosa, M.L.C.C. 2012. Geomorfologia, estratigrafia de sequências e potencial de preservação dos sistemas laguna-barreira do quaternário costeiro do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 251p. Tese de Doutorado, Programa de Pós-graduação em Geociências, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
- Tomazzeli, L.J. & Villwock, J.A. 2005. Mapeamento geológico de planícies costeiras: o exemplo da costa do Rio Grande do Sul. *Gravel*, 3, Porto Alegre, p. 109-115.



## INFLUÊNCIAS DA DINÂMICA FLUVIAL E MARINHA NA EVOLUÇÃO DO DELTA DO RIO PARAÍBA DO SUL (RJ)

Marcelo Faria<sup>1</sup>, Luís Silveira<sup>1,2</sup>, Josiane Plantz<sup>1</sup>, Thiago Carelli<sup>1,2</sup>, Bruno Rafael Santos<sup>1</sup>, Leonardo Borghi<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Laboratório de Geologia Sedimentar (Lagesed) - Instituto de Geociências – Universidade Federal do Rio de Janeiro.

<sup>2</sup>Programa de Pós-graduação em Geologia da Universidade Federal do Rio de Janeiro.

O delta do rio Paraíba do Sul, localizado no litoral norte do Estado do Rio de Janeiro, tem sido alvo de estudos que buscam entender sua evolução ao longo do tempo. Alguns autores divergem em relação à sua classificação como um típico delta dominado por ondas, uma vez que esses sistemas se desenvolvem unicamente quando as frentes de onda incidem paralelamente a linha de costa. Na região estudada observa-se um padrão oblíquo de incidência das frentes de onda, responsável por induzir uma corrente de deriva litorânea com sentido S-N, que atuaria como um importante agente de deposição de sedimentos, por vezes, mais influente do que o próprio rio (Martin *et al.*, 1987). Para Dominguez *et al.* (1983) as correntes de deriva litorânea têm um importante papel na sedimentação e evolução da parte sul do delta, enquanto a sedimentação na parte norte seria mais influenciada pelo rio, onde os sedimentos são incorporados à costa pela ação de ondas a partir da formação de ilhas barreiras. Este trabalho tem por objetivo: I) a realização de análises granulométricas e morfoscópicas (arredondamento e esfericidade) e II) estabelecer uma correlação dos parâmetros texturais obtidos, com as sequências delimitadas por Tomaz (2005); com a finalidade de reavaliar o papel efetivo de processos litorâneos na sedimentação e evolução do delta do rio Paraíba do Sul. O material de estudo consistiu de 215 amostras coletadas perpendicularmente a linha de costa atual (Figura 1), das quais 158, foram processadas até o momento. As amostras coletadas à aproximadamente 1m de profundidade foram quarteadas e, cerca de 50g de sedimentos, processados em laboratório para: I) dessalinização, II) remoção de matéria orgânica, III) análise granulométrica (tamisação) e IV) análise morfoscópica. Para análise granulométrica, utilizou-se o sistema Rot-up, com um conjunto de peneiras cujas aberturas variam de 2,00mm (grânulo) a 0,063mm (areia muito fina inferior). Os sedimentos microclásticos, frações silte e argila (menores que 0,063mm), foram agrupados em uma única classe. O arredondamento e esfericidade (baseado em Tucker, 1988) foram determinados com auxílio de um estereomicroscópio (modelo Zeiss Stemi 2000-C) somente na fração areia grossa, pois tendem a se arredondar mais facilmente em função do transporte. Os resultados iniciais revelam que o delta é composto predominantemente por sedimentos tamanho areia média superior. Areia grossa inferior e média inferior ocorrem subordinadamente (ver quadro 1). Em relação ao arredondamento e esfericidade, as sequências da parte sul são caracterizadas predominantemente por grãos arredondados e subdiscoidais, corroborando os dados obtidos por Martin *et al.* (1984). Já as sequências da parte norte, apresentam grãos predominantemente angulosos que variam de subprismoidais a esféricos. Na parte norte, não foram observadas variações significativas no arredondamento dos grãos associados as seis sequências definidas por Tomaz (2005), que poderiam indicar uma maior ou menor contribuição de sedimentos transportados via fluvial ou deriva litorânea. Os grãos são predominantemente angulosos, o que remete uma maior contribuição fluvial. Já na parte sul, é possível observar uma mudança significativa no arredondamento dos grãos da sequência SH-4 (subangulosos), quando comparado com as sequências SH-3 e SH-5 (ver figura 1 e quadro 1). Este fato indica que embora a deriva litorânea seja responsável pela maior contribuição de sedimentos na parte sul do delta, ela não foi exclusiva. Houveram períodos em que o sistema fluvial teve participação mais efetiva na evolução da área.

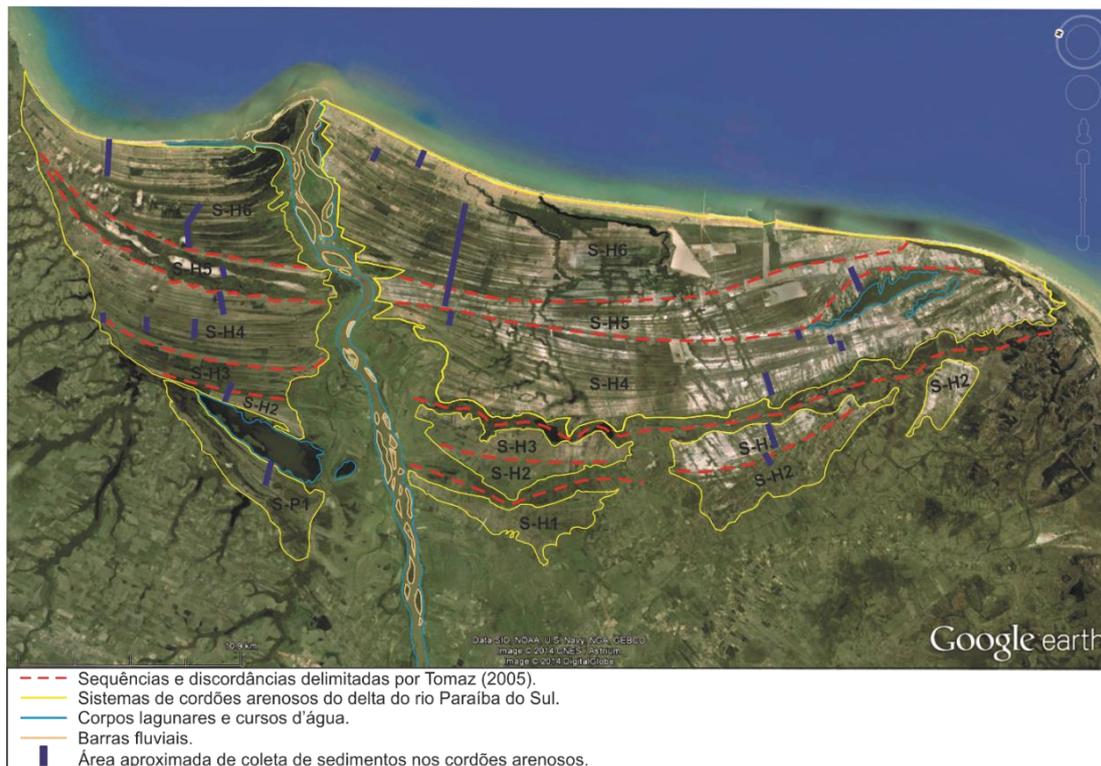


Figura 6. Mapa mostrando os pontos de coleta das amostras no delta do rio Paraíba do Sul. Note as sequências (linhas tracejadas vermelhas) delimitadas por Tomaz (2005) (Fonte: Google Earth, 2015).

Quadro 1. Correlação de parâmetros texturais e sequências do delta do rio Paraíba do Sul.

DELTA DO PARAÍBA DO SUL - PARTE NORTE			
SEQUÊNCIA (Tomaz, 2005)	Granulometria (moda)	Arredondamento (moda da fração AG)	Esfericidade (moda da fração AG)
SP-1	Areia média superior	Anguloso (1,5)	Subprismoidal (-2,5)
SH-2	Areia média superior	Anguloso (1,5)	Subprismoidal (-2,5)
SH-3	Areia média superior	Anguloso (1,5)	Esférico (4,5)
SH-4	Areia média superior	Anguloso (1,5)	Esférico (4,5)
SH-5	Areia média inferior	Subanguloso (2,5)	Esférico (4,5)
SH-6	Areia média superior	Subanguloso (2,5)	Esférico (4,5)
DELTA DO PARAÍBA DO SUL - PARTE SUL			
SEQUÊNCIA (Tomaz, 2005)	Granulometria (moda)	Arredondamento (moda da fração AG)	Esfericidade (moda da fração AG)
SH-3	Areia grossa inferior / Areia média superior	Subarredondado (3,5)	Subprismoidal (-2,5)
SH-4	Areia média superior	Subanguloso (2,5)	Subdiscoidal (2,5)
SH-5	Areia média superior	Arredondado (4,5)	Subdiscoidal (2,5)

### Referências

- Dominguez, J.M.L., Bittencourt, A.C.S.P. & Martin, L. 1983. O papel da deriva litorânea de sedimentos arenosos na construção das planícies costeiras associadas às desembocaduras dos rios São Francisco (SE-AL), Jequitinhonha (BA), Doce (ES) e Paraíba do Sul (RJ). *Revista Brasileira de Geociências* 13(2): 98-105.
- Tomaz, E.A. 2005. Mapeamento de paleocanais ao longo da planície costeira do rio Paraíba do Sul e plataforma continental da Baía de Campos e sua possível relação com a evolução do canyon Almirante Câmara. Rio de Janeiro: UFRJ/IGEO.
- Tucker, M.E. 1988. *Techniques in Sedimentology*. Blackwell Scientific Publications.
- Martin, L. & Flexor, J.M. 1987. Porque a planície deltaica do rio Paraíba do Sul não pode ser denominada de "clássico delta dominado por ondas". *Anais do primeiro Simpósio de Geologia do RJ-ES*.
- Martin, L., Suguio K., Flexor, J.M., Tessler, M.G. & Eichler, B.B. 1984. Significado geológico das variações do grau de arredondamento dos areais holocênicos da planície costeira do rio Paraíba do Sul (RJ). *Anais do trigésimo terceiro Congresso Brasileiro de Geologia*, p. 119-132.



## STRATIGRAPHY OF THE LATE PLEISTOCENE BARRIER III IN THE SOUTHERN COASTAL PLAIN OF THE STATE OF RIO GRANDE DO SUL, BRAZIL

Renato Pereira Lopes<sup>1</sup>, Sergio Rebello Dillenburg<sup>1</sup>, Felipe Caron<sup>2</sup>, Francisco Sekiguchi de Carvalho Buchmann<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Centro de Estudos de Geologia Costeira e Oceânica (CECO) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS).  
<sup>2</sup>Universidade Federal do Pampa (UNIPAMPA) – Campus Caçapava do Sul. <sup>3</sup>Laboratório de Estratigrafia e Paleontologia – Universidade Estadual Paulista (UNESP).

The southern coastal plain of the state of Rio Grande do Sul (CPRS) consist of large barrier-lagoon depositional systems that include three coastal barriers (namely II, III and IV) and associated coastal lakes, lagoons and wetlands (Villwock & Tomazelli, 1995). Each system was formed during an interglacial sea-level highstand between the middle Pleistocene and the Holocene. The available ages suggest that System III was formed by the ~120-240 ka BP highstand, correlated to the marine isotope stage (MIS) 5 (Buchmann & Tomazelli, 2003). The Barrier III is the best-preserved Pleistocene barrier, stretching almost continuously for some 620 km along the coast (Figure 1A). Although the stratigraphy of this barrier in the northernmost CPRS is well known (Tomazelli & Dillenburg, 2007), in the southern CPRS this unit was not studied in detail so far. Here is described the stratigraphy of the Barrier III from an outcrop found in the southernmost portion of the coast, at the Brazil-Uruguay border. The study area is located on the left bank of Chuí Creek, close to the shoreline, where it crosses through the barrier to discharge into the Atlantic Ocean. In this area the sedimentary layers that compose the barrier are exposed due to modern erosive processes. The lowermost portion of the sequence (Facies A) consist of well-sorted, fine quartz sand with heavy mineral concentrations and ichnofossils *Ophiomorpha nodosa*, besides cross and parallel stratifications (Figure 1B). The upper boundary of this facies reaches at least 3,5 meters above the present mean sea-level, and one OSL dating from its upper portion provided an age of  $104.750 \pm 10.200$  years. The marine facies grades to a ~1,8 meter-thick bluish gray (color GLEY2 8/1 in the Munsell scale) massive fine sand layer mottled by iron oxide and bioturbated by roots (Facies B); this is divided in two sub-units (B1 and B2) by the presence of a centimetric layer of brownish clayey sand (Figure 1C). About 200 meters to the west this unit consist of a fluvial deposit that unconformably overlies the marine layer (Figure 1C). The contact with Facies C above is marked by an erosive discordance just below a ~10 centimeter thick layer of iron oxide coating around the sand grains. This is the thickest facies of the sequence, measuring about 3,5 meters, and represents aeolian deposits. An OSL age at its lowermost portion provided an age of  $82.300 \pm 12.440$  years, and other sample taken ~90 centimeters above was dated as of  $71.870 \pm 11.450$  years. This facies consists of fine, well-sorted unconsolidated sand with dark heavy mineral concentrations (mostly magnetite) along the bedding planes formed by wavy and cross stratification. Reddish brown (7.5R 6/1) centimetric layers interbedded with the light-colored (2.5Y 7/3) sand and containing root remains are scarce and thicker close to the base of the facies, but become thinner, more numerous and closely-spaced towards the middle portion (Figure 1D). The upper half of this facies is characterized by presence of a substantial amount of silt, and is covered by the ~1 meter-thick Facies D. This facies is mottled and exhibits a strong reddish color (7.5YR 5/8) produced by iron oxide precipitation (Figure 1E). Centimetric, subspherical iron manganese nodules are abundant within and above its well-developed Bt horizon. The contact between this unit and the one above (Facies E) is marked by an erosive discordance. The latter is composed essentially of the same yellowish-colored sand of marine origin, with heavy minerals, wavy stratification and intercalated centimetric brownish layers (Figure 1F). Grasses, *Acacia* and *Pinus* trees cover most of the barrier today, but aerial photographs taken during the 1940s show that, until this vegetation have developed, aeolian processes were dominant in the area. The features observed in Facies A indicate deposition in the shallow marine zone (upper shoreface-foreshore). The features observed above the marine facies indicate that climatic variations were the main factor controlling the post-highstand evolution of this barrier. The predominant bluish gray color of Facies B and the presence of iron oxide mottling suggests

deposition under very wet (reducing) but episodically dry (oxidizing) conditions, possibly in interdune depressions. The thick layer of unconsolidated sand (Facies C) indicates a long period of aeolian activity, punctuated by episodic periods of stabilization and more vegetation growth, indicated by the brownish layers. The closely spaced layers of brownish sand observed in the middle portion of this facies seem to indicate high frequency climate-driven cyclicity of depositional conditions. The increase in silt observed in the upper half of this facies is related to the deposition of loess in the area during the last glacial stage (MIS 2). The strong reddish color in the overlying Facies D suggests the presence of hematite, which, together with the clayey Bt horizon, indicate humid conditions, probably related to the early Holocene Hypsithermal / Holocene Climatic Optimum, while the aeolian Facies E represents the onset of another period of increased aeolian activity in the Holocene. The stratigraphic sequence, with aeolian facies overlaid to shallow marine facies, indicate that this barrier had a regressive behavior following the MIS 5 highstand. This result is coherent with subsurface data obtained with ground-penetrating radar (GPR) in the area showing the regressive phase (falling tract system) of this barrier (Rosa, 2012). [CNPq Postdoctoral Research Grant 150153/2014-7]

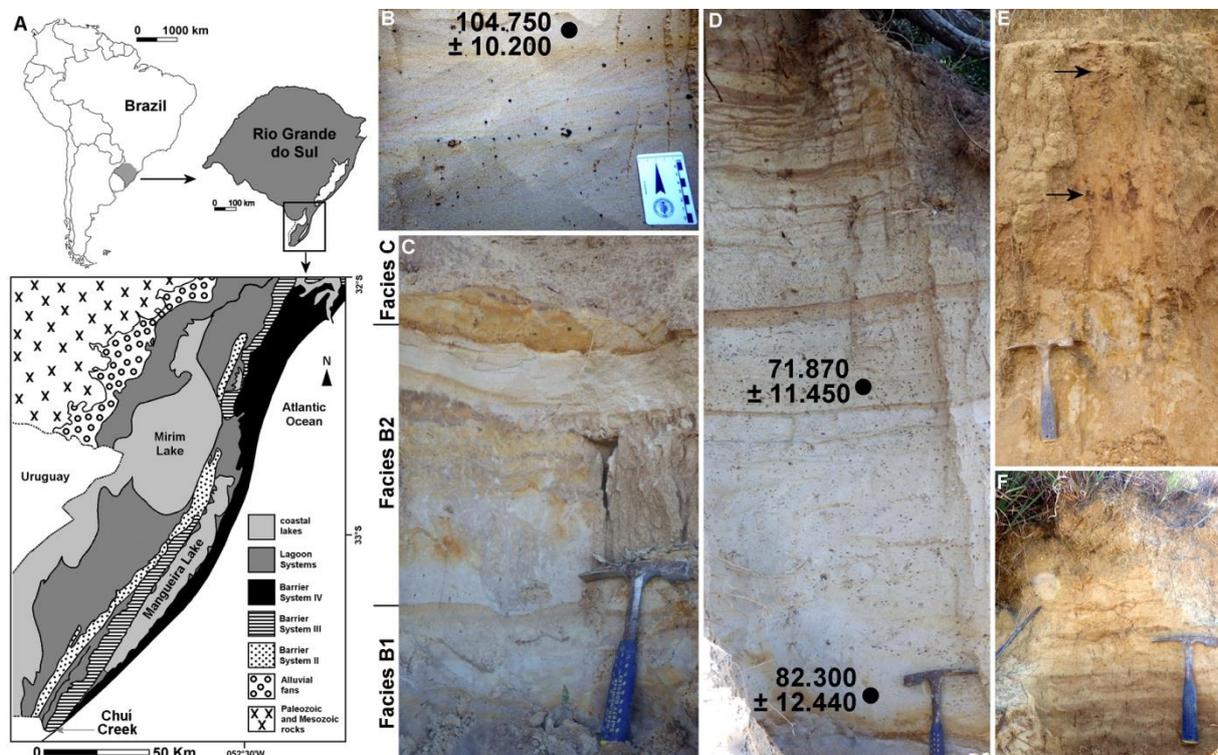


Figure 1 – A) Location of Chuí Creek in the study area, in the southernmost CPRS (modified from Villwock & Tomazelli, 1995 and Rosa, 2012). B) Cross and parallel stratifications in Facies A, with indication of the OSL age (in years BP). C) Detail of Facies B1, B2 and C. D) General aspect of the aeolian facies C with indication of the obtained OSL ages (in years BP). E) Facies D with iron manganese nodules indicated by the arrows. F) Facies E showing intercalated yellowish and brownish sand layers.

## References

- Buchmann, F.S.C.; Tomazelli, L.J. 2003. Relict nearshore shoals of Rio Grande do Sul, southern Brazil: origin and effects on nearby modern beaches. *Journal of Coastal Research*, 35: 318-322.
- Rosa, M.L.C.C. 2012. Geomorfologia, estratigrafia de seqüências e potencial de preservação dos sistemas Laguna Barreira do Quaternário Costeiro do Rio Grande do Sul. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Ph.D. Thesis, 232 p.
- Tomazelli, L.J.; Dillenburg, S.R. 2007. Sedimentary facies and stratigraphy of a last interglacial coastal barrier in south Brazil. *Marine Geology*, 244: 33-45.
- Villwock, J.A.; Tomazelli, L.J. 1995. *Geologia Costeira do Rio Grande do Sul*. Notas Técnicas, 8, 45p.



## LOESS DEPOSITS IN THE SOUTHERN COASTAL PLAIN OF THE STATE OF RIO GRANDE DO SUL, BRAZIL

Renato Pereira Lopes<sup>1</sup>, Sergio Rebello Dillenburg<sup>2</sup>, Cesar Leandro Schultz<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>*Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) – Instituto de Geociências. Avenida Bento Gonçalves, 9500, Agronomia. CEP 91540000, Porto Alegre, RS, Brazil. Phone +55 53 91663821.*

Loess is defined as a type of wind-blown, fine-grained sedimentary deposit with widespread occurrences around the planet. In southern South America, the largest loess deposits are found in the Pampas of Argentina, but it also occurs in Bolivia, Paraguay and Uruguay. Although some authors (Delaney, 1962; Soliani, 1973; Bombin, 1976; Gomes *et al.*, 1987; Zárata, 2006) have mentioned the presence of loess deposits in southern Brazil, these have not been subject to detailed studies so far. Here we present a description and analysis of loessic deposits found in the southern coastal plain of the state of Rio Grande do Sul (CPRS), Brazil. These deposits are found to the east of Mirim Lake (Figure 1A), between ~32° S and the neighboring northeastern coast of Uruguay, and consist of very fine sand and silt-sized particles (sandy loess) that form a ~0.5-2 meter-thick massive mantle covering the middle-late Pleistocene depositional systems found in the area. Most of the loess that covered the Pleistocene coastal barriers was reworked by aeolian and erosive processes, vegetation growth and postdepositional pedogenesis, but it is relatively well preserved in the lowland areas between the coastal barriers. These sediments are pale-colored (10YR hue) and form stable vertical walls (Figure 1B). The X-ray diffractometry shows that the clay mineral fraction consists mostly of illite, smectite and interstratified illite / smectite, with kaolinite present in some samples. The coarser fraction is mostly quartz and plagioclase, with 10-20% of heavy minerals and traces of volcanic glass. Calcium carbonate (the “Caliche Cordão” of Delaney, 1965), in the form of nodules, concretions and rhizcretions are irregularly distributed along the lower half of the deposit (Figure 1C). Iron oxide nodules and coatings around plant root remains are present mostly in the upper part of the loess. The magnetic susceptibility (MS) of the loess is low in comparison to modern, well-drained soils in the area, which suggests weak or absent pedogenesis at the time of its deposition. Vertebrate fossils are very scarce and poorly preserved; the only identified remains found so far are incisors of rodents and a fragment of a camelid (*Hemiauchenia paradoxa*) maxilla. The contact of this loess with the underlying paleosols and fluvial deposits (Santa Vitória Formation) is gradual, while the upper contact with the modern soil and wetlands is sharp, marked by erosion and bioturbation by plant roots. Two OSL ages ( $27,100 \pm 4,3$  and  $26 \pm 3,8$  ka BP) were obtained at the base of the loess exposed along the banks of Chuí Creek (Figure 1D) using the MAR protocol (10 aliquots), and are consistent with the youngest age of  $34 \pm 7$  ka BP of a mammalian fossil from the underlying Santa Vitória Formation (Lopes *et al.*, 2010; 2013). The correlation of the soil / wetlands above the loess with ages obtained from other studies (Lima *et al.*, 2013; Caron, 2014), indicates that its deposition has already ceased around 10 ka BP. These data indicate that the loess was deposited between the last interstadial, namely the marine isotope stage (MIS) 3, and the last glacial stage (MIS 2), which includes the Last Glacial Maximum (LGM). The clay mineral content suggests that the most likely source area of this loess is the Pampean Region of Argentina, and its deposition would have been promoted by the increased aeolian processes in southern South America during the last glacial, which were accompanied by the northwards shift of cold, semiarid environments. The loess deposit of the southern CPRS is chronocorrelated to the Dolores Formation of Uruguay and the Luján (Guerrero Member), Tezanos Pinto, Teodelina and Urundel formations of Argentina. [CNPq Postdoctoral Research Grant 150153/2014-7]

### References

- Bombin, M. 1976. Modelo paleoecológico evolutivo para o Neokuaternário da Campanha - oeste do Rio Grande do Sul (Brasil). A Formação Touro Passo, seu conteúdo fóssilífero e a pedogênese pós-deposicional. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Programa de Pós-graduação em Geociências, MSc Dissertation, 133p.

- Caron, F. 2014. Estratigrafia e evolução da barreira holocênica na região costeira de Santa Vitória do Palmar, Planície Costeira do Rio Grande do Sul. Programa de Pós-Graduação em Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Ph.D. Thesis, 167p.
- Delaney, P.J.V. 1962. Quaternary Geologic History of the Coastal Plain of Rio Grande do Sul, Brazil. South American Coastal Studies Technical Reports, 18, Part A, 63p.
- Delaney, P.J.V. 1965. Fisiografia e Geologia de Superfície da Planície Costeira do Rio Grande do Sul. Escola de Geologia, UFRGS, Publicação Especial no. 6, 105 p.
- Gomes, A.; Tricart, J.L.F. & Trautmann, J. 1987. Estudo Ecodinâmico da Estação Ecológica do Taim e seus Arredores. Porto Alegre, Editora da UFRGS, 84p.
- Lima, L.G.; Dillenburg, S.R.; Medeanic, S.; Barboza, E.G.; Rosa, M.L.C.C.; Tomazelli, L.J.; Dehnhardt, B.A. & Caron, F. 2013. Sea-level rise and sediment budget controlling the evolution of a transgressive barrier in southern Brazil. *Journal of South American Earth Sciences*, 42: 27-38. dx.doi.org/10.1016/j.jsames.2012.07.002
- Lopes RP, Oliveira LC, Figueiredo AMG, Kinoshita A, Baffa O & Buchmann, F.S.C. 2010. ESR dating of Pleistocene mammal teeth and its implications for the biostratigraphy and geological evolution of the coastal plain, Rio Grande do Sul, southern Brazil. *Quaternary International*, 212(2): 213–222. doi:10.1016/j.quaint.2009.09.018
- Lopes, R.P.; Kinoshita, A.; Baffa, O.; Figueiredo, A.M.G.; Dillenburg, S.R.; Schultz, C.L. & Pereira, J.C. 2013. ESR dating of Pleistocene mammals and marine shells from the coastal plain of Rio Grande do Sul state, southern Brazil. *Quaternary International*, 352: 124-134. dx.doi.org/10.1016/j.quaint.2013.07.020.
- Soliani, E. Jr. 1973. Geologia da Região de Santa Vitória do Palmar, RS, e a Posição Estratigráfica dos Fósseis de Mamíferos Pleistocênicos. Programa de Pós-Graduação em Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), MSc Dissertation, 88 pp.
- Villwock, J.A. & Tomazelli, L.J. 1995. Geologia Costeira do Rio Grande do Sul. *Notas Técnicas*, 8, 45p.
- Zárate, M. 2006. Loess Records / South America. In: S.A. Elias (ed.), *Encyclopedia of Quaternary Science*. Amsterdam, Elsevier Science, p. 1466-1479.

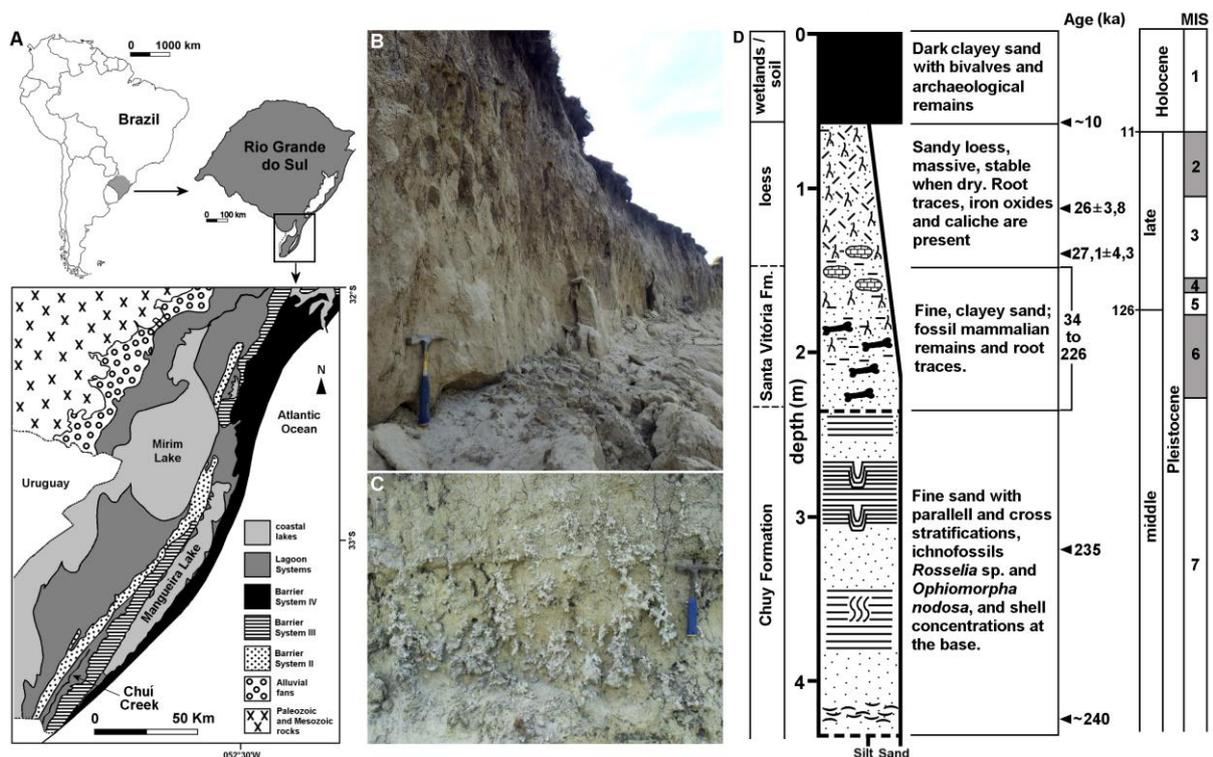


Figure 1 – A) Location of the study area, in the southern CPRS (modified from Villwock & Tomazelli, 1995). B) Vertical walls formed by loess on the right bank of Chuí Creek. C) Carbonate nodules and rhizocretions at the base of the loess on the left bank of the creek. D) Stratigraphic section of the banks of Chuí Creek showing the litho- and chronostratigraphic relationships of the loess deposit; the ages are from Lopes *et al.*, 2010; 2013; Lima *et al.*, 2013 and Caron, 2014.



## MODELO DE EVOLUÇÃO QUATERNÁRIA DA PLANÍCIE COSTEIRA MERIDIONAL DO COMPLEXO DELTAICO DO RIO PARAÍBA DO SUL (RJ)

Thaís Baptista da Rocha<sup>1</sup>, Guilherme Borges Fernandez<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Geografia Física- Instituto de Geografia – Universidade do Estado do Rio de Janeiro. <sup>2</sup>Departamento de Geografia- Instituto de Geociências – Universidade Federal Fluminense.

Dentre as planícies costeiras do litoral brasileiro, destaca-se o Complexo Deltaico do Rio Paraíba do Sul (CDRPS), situado no estado do Rio de Janeiro. A evolução desta planície está associada a processos fluviais e marinhos, onde se destaca a atuação do rio Paraíba do Sul e os efeitos da oscilação do nível do mar no Período Quaternário. Este complexo pode ser visualizado como um conjunto de ambientes sedimentares relacionados às duas principais fases de orientação do rio. A mais antiga, ao sul do cabo de São Tomé (meridional), está associada à construção de uma planície costeira, formada por cristas de praias de idade pleistocênica e uma barreira transgressiva holocênica; e a segunda fase, ou fase atual, está associada ao atual delta do rio Paraíba do Sul, de idade holocênica localizada à norte do Cabo de São Tomé (Dias, 1981; Silva, 1987; Dias & Kjevrev, 2009; Rocha, 2013). Nesse sentido, o objetivo do presente trabalho é investigar a evolução quaternária da planície costeira meridional do CDRPS, considerando aspectos geomorfológicos, arquitetura sedimentar e datação absoluta. Foi realizado mapeamento geomorfológico de detalhe, na escala 1:25.000; para aquisição das linhas de GPR, foi utilizada antenas de 200 e 400 MHz em linhas transversais e longitudinais à costa, em modo Common-offset, totalizando cerca de 7km de aquisição. Simultaneamente, a topografia foi obtida com DGPS de dupla frequência, em modo cinemático com auxílio de veículo tracionado. Foram realizadas sondagens à percussão em sete pontos da planície, onde foram coletadas amostras para datação por LOE e por AMS. Os resultados permitiram o desenvolvimento de um modelo geomorfológico de evolução quaternária no contexto do CDRPS e, neste caso, foi considerado aspectos dos modelos pretéritos, sobretudo de Silva (1987) e Martin *et al.* (1997). O modelo foi sintetizado em cinco momentos, algumas em diferentes escalas espaciais, conforme mostra a Figura 1: 1 – Desenvolvimento das unidades 1 e 2 de cristas de praia (Antes de 87.000 anos); 2 – Desenvolvimento das unidades 3 a 6 de cristas de praia (87.000 a 80.000 anos): Conforme as idades obtidas por LOE e os registros GPR, estas unidades marcam uma sequência regressiva de barreiras costeiras entre 87.000 e 80.000. Porém, os registros geofísicos e o mapeamento em superfície de truncamentos, indicam que houve fases erosivas. 3 – Progradação da planície costeira até o máximo regressivo do último período glacial (80.000 a 18.000 anos); 4 – O máximo eustático e o afogamento de parte da planície costeira (18.000 a 6.000 anos): 4a- Com o aumento do nível do mar subsequente, grande parte da planície costeira foi retrabalhada e afogada. 4b- Na borda meridional do Complexo, a barreira transgressiva estaria mais projetada, isolando corpos lagunares maiores do que os atuais, formando um sistema barreira-laguna. É possível que neste momento, o afogamento parcial da planície tenha inundado parte das depressões entre as cristas. 5- Retrogradação contínua do litoral e formação dos esporões lagunares (6.000 anos ao atual): 5a- Após último máximo eustático no Holoceno, o nível do mar diminuiu entre 2,5 a 4,0 m até o nível atual em parte da costa brasileira (Angulo *et al.*, 2006). Neste período, também é considerado o provável momento em que o rio Paraíba do Sul deslocou seu curso para norte, formando as cristas de praia holocênicas, compondo o delta atual (Silva, 1987; Martin *et al.*, 1997). Os paleocanais e canais rasos localizados entre Campos dos Goytacases e o Cabo de São Tomé foram interpretados como rastros da migração do curso do Paraíba do Sul (Martin *et al.*, 1997). 5b- Apesar da tendência de progradação da borda norte do complexo, a borda sul continua com o comportamento de retrogradação, representada pela barreira transgressiva. Atualmente com taxas de até de 1,0 m/ano (Quadros *et al.*, 2012). 5c- À medida que a barreira segue retrogradando, os corpos lagunares vão assumindo contornos mais estreitos. A geometria destes corpos torna-se propícia ao desenvolvimento dos esporões que passam a segmentar as lagoas, segundo Zenkovitch (1959). Conclui-se que os resultados corroboraram aspectos de alguns modelos pretéritos para a respectiva área. No entanto, a utilização de novas técnicas de investigação

como o GPR e a geocronologia a partir de luminescência, permitiu o avanço na investigação de lacunas e no detalhamento da evolução das paisagens durante o Quaternário.

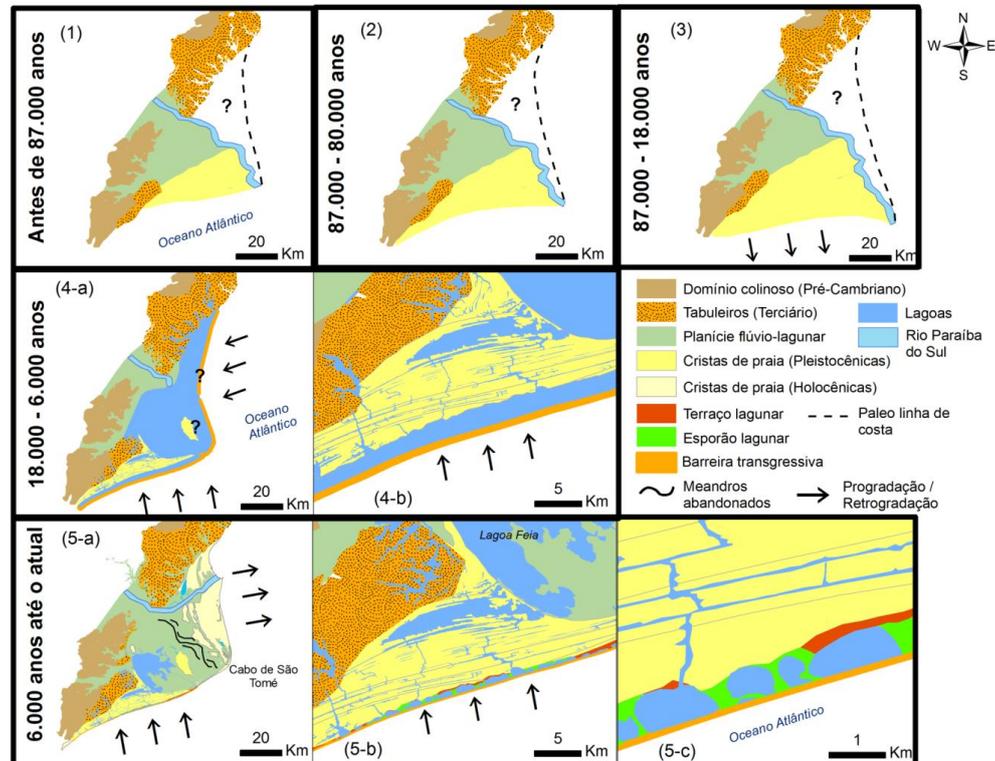


Figura 1. Modelo geomorfológico de evolução quaternária da planície costeira do setor meridional do CDRPS.

#### Referências

- Angulo, R.J.; Lessa, G.C. & Souza, M.C. 2006. A critical review of mid- to late-Holocene sea-level fluctuations on the eastern Brazilian coastline. *Quaternary Science Reviews*, n.25, p.486–506.
- Dias, G.T.M. 1981. O complexo deltaico do Rio Paraíba do Sul (Rio de Janeiro). In: Suguio, K.; De Meis, M.R.M.; Tessler, M.G. (Org.) *Atlas IV Simpósio do Quaternário no Brasil, Publicação Especial –2 (CTCQ/SBG)*, Rio de Janeiro, p.58–88.
- Dias, G.T.M. & Kjerfve, B. 2009. Barrier and Beach Ridge Systems of Rio de Janeiro Coast. In: Dillenburg, S. & Hesp, P. (Org.). *Geology and Geomorphology of Holocene Coastal Barriers*. Heidelberg: Springer Verlag, p. 225-248.
- Martin, L.; Suguio, K.; Dominguez, J.M.L. & Flexor, J.M. 1997. *Geologia do Quaternário costeiro do litoral norte do Rio de Janeiro e do Espírito Santo*. CPRM Serviço Geológico do Brasil. 112p.
- Quadros, M.A.R.; Rocha, T.B.; Figueiredo, M.S. & Fernandez, G.B. 2012. Avaliação multitemporal do comportamento da linha de costa no litoral entre Carapebus e Quissamã, RJ – Aplicações com geotecnologias e radar de penetração de solo (GPR). In: 9º SINAGEO - Simpósio Nacional de Geomorfologia (Anais). Rio de Janeiro.
- Silva, C.G. 1987. Estudo da evolução geológica e geomorfológica da região da Lagoa Feia, RJ. 116 f. Dissertação (Mestrado em Geologia). Instituto Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.
- Rocha, T.B. 2013. A planície costeira meridional do complexo deltaico do rio Paraíba do Sul (RJ): arquitetura deposicional e evolução da paisagem durante o Quaternário Tardio. 178 f. Tese (Doutorado em Geografia). Instituto Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.
- Rocha, T.B.; Fernandez, G.B. & Peixoto, M.N.O. 2013. Applications of ground-penetrating radar to investigate the Quaternary evolution of the south part of the Paraíba do Sul river delta (Rio de Janeiro, Brazil). *Journal of Coastal Research*, Special Issue No. 65, p.570-575.2013.
- Rocha, T.B.; Fernandez, G.B.; Peixoto, M.N.O. & Rodriguez, A. 2013. Arquitetura deposicional e datação absoluta das cristas de praia pleistocênicas no complexo deltaico do Paraíba do Sul (RJ). *Brazilian Journal of Geology*, 43 (4), 711-724.



## REGISTROS GEOMORFOLÓGICOS DO ESTÁGIO ISOTÓPICO MARINHO (MIS) 5a: EVIDÊNCIAS NO COMPLEXO DELTAICO DO RIO PARAÍBA DO SUL (RJ)

Thaís Baptista da Rocha<sup>1</sup>, Guilherme Borges Fernandez<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Geografia Física- Instituto de Geografia – Universidade do Estado do Rio de Janeiro. <sup>2</sup>Departamento de Geografia- Instituto de Geociências – Universidade Federal Fluminense.

As oscilações do nível do mar ocorridas no Quaternário podem ser investigadas por um conjunto de possibilidades de indicadores, recentemente agrupados por Angulo e Souza (2014) como geomorfológico, estratigráfico, biológicos e arqueológicos. Especificamente no caso dos geomorfológicos, estes podem ser erosivos ou deposicionais que, aliados a métodos de datação, fornecem informação espaço-temporal de paleoníveis marinhos. Dentre os indicadores geomorfológicos deposicionais, as cristas de praia marcam antigas posições de paleopraias, cuja gênese é principalmente associada ao espraiamento das ondas (*swash*) e formação de bermas (Otvos, 2000). No Complexo Deltaico do rio Paraíba do Sul (CDRPS), ao sul do Cabo de São Tomé, uma extensa planície de cristas de praia é considerada registro de uma antiga fase de sedimentação deltaica do rio Paraíba do Sul, cuja gênese seria associada ao posterior último máximo interglacial (120.000 anos/MIS 5e). Esta hipótese foi sustentada por datações relativas em sedimentos lagunares e conchas de idade holocênica (Martin *et al.*, 1984), no sistema barreira-laguna à frente das cristas de praia (figura 1A). Nesse sentido, o objetivo do presente trabalho é identificar as idades absolutas das cristas pelo método LOE e avaliar a sua potencialidade como indicador de paleonível do mar. Foram utilizadas oito amostras para datação LOE, pelo método do Protocolo SAR; e duas amostras de horizonte B espódico para datação por AMS. Estas amostras foram coletadas a partir de cinco sondagens rasas à percussão (Figura 1A), onde também foram coletadas informações altimétricas com DGPS de dupla frequência e sobre arquitetura deposicional, a partir de linhas de GPR com antena de 400 MHz. Os resultados das idades LOE, indicaram idades que variaram entre  $56.000 \pm 8.500$  anos e  $87.000 \pm 8.000$  anos. Clarke *et al.* (1999) sugere que amostras com desvio padrão maior que 5 Gy entre os valores de Dose Equivalente (DE), defina as amostras com sinal residual, podendo resultar numa DE superestimada. Nesse sentido, as amostras L1B, L3B e L6A foram consideradas como as idades mais consistentes, todas em torno de 80.000 anos (MIS 5a). As amostras datadas por AMS indicaram idades superiores a 43.500 A.P., corroborando a idade pleistocênica das cristas de praia (figura 1B). Com as linhas de GPR buscou-se identificar os contatos deposicionais que podem servir como paleoníveis do mar, a partir da identificação das radarfácies f1 (eólico), f2 (pós-praia/zona de estirâncio) e f3 (antepraia superior). O contato entre as unidades de radarfácies f2 e f3 não foram identificados em todos os pontos de amostragem devido à penetração da antena de radar. Já o contato entre as radarfácies f1 e f2 aparece entre 3,5 e 2,5 m acima do nível médio do mar atual (figura 1C). De acordo com Murray-Wallace & Woodroffe (2014), Coyne *et al.* (2007) e Rabineau *et al.* (2006), assim como há evidências dos máximos interestaduais dos MIS 5a e 5c terem ocorrido abaixo do nível médio do mar atual, também há evidências da mesma ocorrência acima do nível médio e próximo ao MIS 5e, aproximadamente entre 3 e 6 metros (figura 1D). Tais registros foram encontrados nas costas Atlânticas da América do Norte e Central, cujo comportamento do nível do mar estaria associado a efeitos combinados de glacio e hidro-isostasia, que resultou em posterior diminuição do nível do mar. Na costa brasileira, a maioria dos indicadores geomorfológicos pleistocênicos está relacionada ao estágio isotópico 5e (120.000 anos), (Barreto *et al.*, 2002, Tomazelli & Dillenburg 2007, Suguio *et al.*, 2011), embora Suguio *et al.* (2011) identificaram registros do MIS 5a e 5c a partir de datações por LOE e TL, em terraços marinhos no Nordeste. Apesar das idades absolutas encontradas no CDRPS terem sido analisadas no Protocolo SAR com poucas alíquotas, os resultados abrem a possibilidade de uma discussão a cerca do comportamento do nível do mar no Pleistoceno, considerando as dificuldades de preservação dos registros.

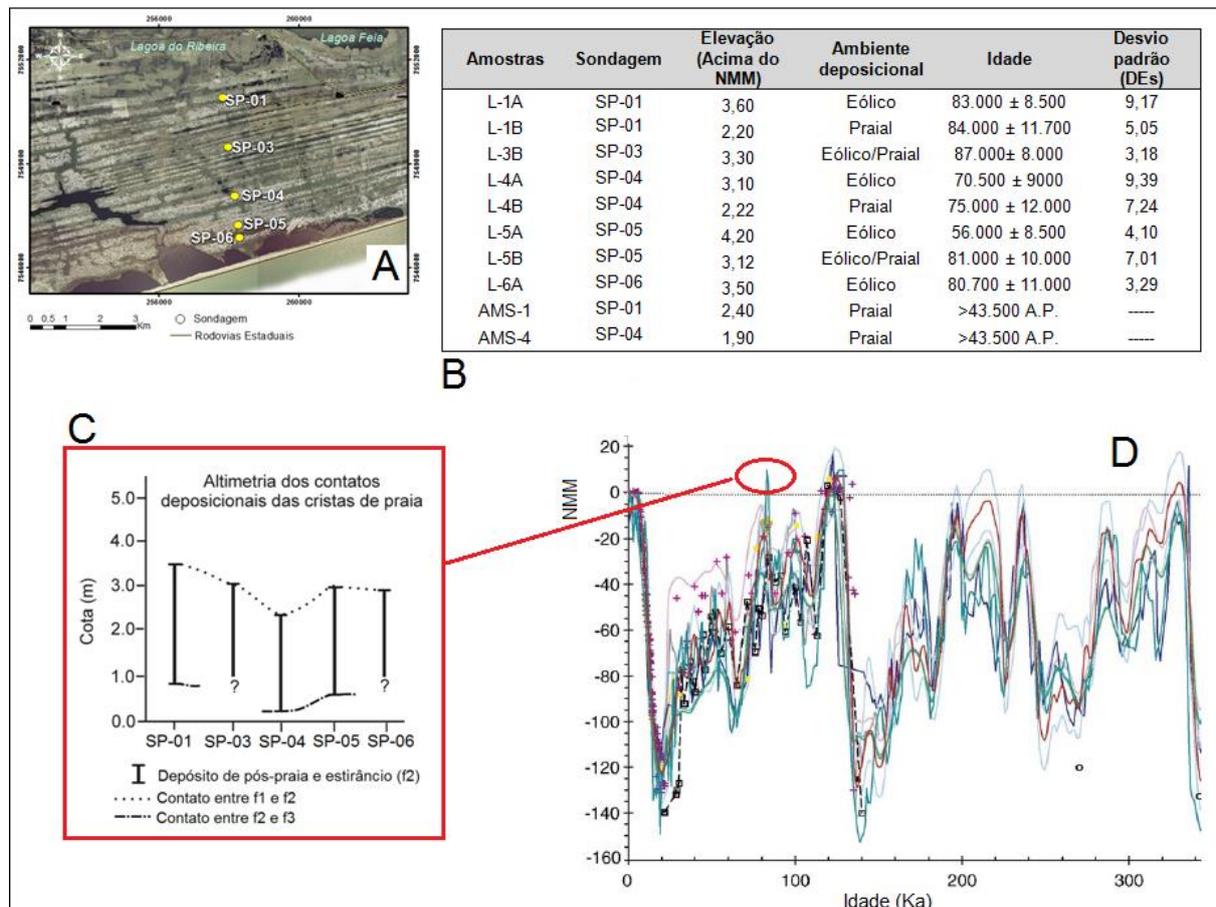


Figura 1. A: Localização das sondagens nas cristas de praia do CDRPS. B: Idades e informações relacionadas às amostras. C: Altimetria dos contatos deposicionais das cristas de praia estabelecidas com DGPS e GPR. D: Comportamento do nível do mar, indicando a variação dos registros (Modificado de Rabineau *et al.* 2006).

## Referências

- Angulo, R.J. & Souza M.C. 2014. Revisão conceitual de indicadores costeiros de paleoníveis marinhos quaternários no Brasil. *Quaternary and Environmental Geosciences*, 05 (02): 01-32.
- Barreto, A.M.F.; Bezerra, F.H.R.; Suguio, K.; Tatumi, S.H.; Yee, M.; Paiva, R.P. & Munita, C.S. 2002. Late Pleistocene marine terrace deposits in northeastern Brazil: sea-level change and tectonic implications. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, n.179, p. 57-69.
- Coyne, M.K.; Jones, B. & Ford, D. 2007. Highstands during Marine Isotope Stage 5: evidence from the Ironshore Formation of Grand Cayman, British West Indies. *Quaternary Science Reviews* 26, 536-559.
- Martin, L.; Suguio, K.; Flexor, J.M. & Dominguez, J.M.L. 1984. Evolução da planície costeira do rio Paraíba do Sul (RJ) durante o quaternário: influência das flutuações do nível do mar. In: Congresso Brasileiro de Geologia, 33, Rio de Janeiro. Anais... p. 84-97.
- Murray-Wallace, C.V. & Woodroffe, C.D. 2014. *Quaternary sea-level changes: a global perspective*. Cambridge University Press, New York. 484 pp.
- Rabineau, M.; Berné, S.; Olivet, J.; Aslanian, D.; Guillocheau, F. & Joseph, P. 2006. Paleo sea levels reconsidered from direct observation of paleoshoreline position during Glacial Maxima. *Earth and Planetary Science Letters* 252, 119-137.
- Rocha, T.B.; Fernandez, G.B.; Peixoto, M.N.O. & Rodriguez, A. 2013. Arquitetura deposicional e datação absoluta das cristas de praia pleistocênicas no complexo deltaico do Paraíba do Sul (RJ). *Brazilian Journal of Geology*, 43 (4), 711-724.
- Suguio K., Bezerra F.H.R. & Barreto A.M.F. 2011. Luminescence dated Late Pleistocene wave-built terraces in northeastern Brazil. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 83(3):907-920.
- Tomazelli, L.J. & Dillenburg, S.R. 2007. Sedimentary facies and stratigraphy of a last interglacial coastal barrier in south Brazil. *Marine Geology*, n.244, p.33-45.



## UTILIZAÇÃO DE BANDAS DE PALEOLOCAS DE OURIÇOS-DO-MAR COMO INDICADORES DE ESTABILIZAÇÃO DO NÍVEL DO MAR NO HOLOCENO

Celia Regina de Gouveia Souza<sup>1</sup>; Wagner Ferreira Vilano<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Instituto Geológico do Estado de São Paulo; Programa de Pós-Graduação do Depto. Geografia da FFLCH - Universidade de São Paulo. <sup>2</sup>Universidade Estadual Paulista – Campus de São Vicente.

No Brasil, há ainda muitas lacunas na história das variações do nível relativo do mar (NM) durante o Holoceno. Os trabalhos existentes corroboram que: após o último máximo glacial, durante o evento transgressivo marinho o NM cruzou o atual por volta de 7550 anos cal AP em toda a costa brasileira, e continuou subindo até 5800-5000 anos cal AP, quando atingiu seu máximo, entre 2.1±1.0 m em Santa Catarina e 5 m em Pernambuco; depois iniciou um processo de descida, que para alguns autores se deu de maneira oscilatória, incluindo variações negativas (e.g. Martin *et al.*, 2003), mas para outros foi gradativa (e.g. Angulo *et al.*, 2006). Para o Estado de São Paulo, a curva de variação do NM holocênico mais completa, disponível até o momento, é a do Litoral Sul (Cananéia-Iguape), elaborada por Martin *et al.* (1979), que sugere que no máximo transgressivo o nível médio do mar (NmM) atingiu 4,0±0,5 m acima do atual em 5600 anos cal AP (Martin *et al.*, 2003), e depois entrou em fase de descenso, com duas fases de descida, em 3900 anos AP (ligeiramente abaixo do atual) e 3100 anos AP (+2,3 m), e duas de subida, em 3600 anos AP (3,0±0,5m) e em 1800 anos AP (+0,5m). Para o Litoral Norte, a curva apresenta tendências semelhantes, apesar do número reduzido de indicadores e datações e da grande lacuna no período das oscilações. O presente trabalho apresenta os resultados de um estudo realizado em cinco costões rochosos do município de Ubatuba (Litoral Norte de São Paulo), com o objetivo de caracterizar bio e geoindicadores de níveis marinhos atuais e pretéritos. Primeiro foi elaborada a zonação biológica dos costões rochosos, para identificar a zona de vida atual de ouriços-do-mar (*Equinometra lucunter*), cracas e até de vermetídeos (uma colônia de *Petalocochus varians*) (Figura 1). O topo de vida atual dos ouriços marca o limite entre o infralitoral e o mesolitoral (e.g. Tommasi, 1966), ou seja, o nível da baixamar de sizígia ordinária (NBSO=0,0m), conforme constatado na área de estudo. Posteriormente, foram levantadas concentrações de paleocas de ouriços-do-mar, incluindo a medição e análise estatística dos diâmetros das locas, e identificadas faixas horizontais (bandas), distribuídas em diferentes altimetrias nos costões (Figura 1). Cada banda representa uma estabilização do NM. Para estabelecer a estratigrafia e a cronologia das bandas, foi efetuada a busca de bioindicadores “fósseis” datáveis, como vermetídeos (*Petalocochus varians* marca o NmM) e cracas (o gênero *Chthamalus* habita o mesolitoral médio até o nível de preamar de sizígia ordinária), conduzida pelo intervalo altimétrico provável da paleozona de vida desses indicadores definida para cada banda de paleocas. O nível médio de vida de vermetídeos homólogos atuais é de +0,60m acima do NBSO (0,5m de largura, entre +0,35 e +0,85m), que corresponde ao NmM atual medido no marégrafo de Ubatuba (+0,66m). Porém, como durante o Holoceno as colônias certamente eram mais expressivas do que na atualidade, adotou-se uma largura máxima possível de, pelo menos, o dobro da colônia atual, o que representaria um erro de ±0,25m para cima e para baixo em relação aos limites dos homólogos vivos e, portanto, uma distribuição entre 0,1 e 1,1m acima do NBSO. Isto corrobora com Laborel (1986), que estimou a precisão da espécie *Petalocochus varians* entre ±0,1 e ±1,0 m. As referências altimétricas de todos os indicadores foram estabelecidas em relação ao topo de vida dos ouriços atuais (NBSO), por nivelamento topográfico de precisão, e a altimetria do paleo-NmM calculado em relação ao NmM atual, de +0,66m, esta para permitir comparações com trabalhos anteriores. Por fim, a cronologia de cada paleonível marinho marcado pelas bandas foi estabelecida por meio de datações ao radiocarbono dos bioindicadores. Foram identificadas 3 bandas (1,0-1,2 m de largura), cujos topos estão a 3,89 (banda A), 2,89 (banda B) e 1,35 (banda C) m acima do NBSO atual, sugerindo paleo-NmM a, respectivamente, 4,55, 3,55 e 2,01 m acima do atual. Portanto, as respectivas zonas de vida das paleocolônias de vermetídeos estariam entre: 4,99-3,99 m (banda A), 3,99-2,99 m (banda B) e 2,45-1,45 m (banda C). Foram encontrados restos de vermetídeos em várias altimetrias (m acima do NBSO atual), cujas idades (anos cal AP), em geral, decrescem em função da diminuição da altura, a saber: 3,87 (3790-3450), 3,53

(2950-2710), 3,42 (3070-2710), 2,93 (3810-3470), 2,81 (3440-3180), 2,22 (1910-1650), 2,12 (1040-780), 1,87 (1040-780), 1,81 (1510-1260), 1,60 (1900-1620), 1,50 (230-post 1950), 1,00 (610-430) e 0,8 (1830-1530). A 4,01m acima da NBSO foi encontrada uma craca (Figura 1), cuja datação não foi viável, sendo este, até o momento, o único bioindicador correlato à banda A encontrado, provavelmente porque outros podem estar encobertos pela vegetação e/ou soterrados por depósitos de encosta. Esta banda, que indica que o NmM atingiu 4,55 m acima do atual, deve ter sido escavada durante o máximo da Transgressão Santos, há 5600 anos cal BP (o que corroboraria Martin *et al.*, 2003), ou, ainda, pode representar um remanescente da última transgressão pleistocênica. As paleocas da banda B foram escavadas entre 3810 e 2710 anos cal AP, quando o NmM atingiu 3,55m acima do atual. E a banda C foi escavada quando o NmM se encontrava a 2,01 m acima do atual, entre 1910 e 780 anos cal AP. As amostras 2,93 e 2,81 m, correlatas à banda B, e a amostra a 0,8 m, correlata à banda C, estão abaixo dos respectivos intervalos preestabelecidos, indicando abatimentos. A amostra a 1,60 m, embora dentro do intervalo da banda C, também sugere ligeiro abatimento. A amostra a 1,50 m (nível da preamar de sizígia ordinária) pode ter sido rejuvenescida, ou então pertencer a uma banda mais inferior, hoje afogada e repovoada pelos ouriços atuais. A amostra a 1,0 m sugere duas hipóteses: abatimento da banda C e rejuvenescimento, ou ser correlata a essa banda afogada. Portanto, algumas vantagens do método ficam evidentes, como a maior precisão do paleo-NmM e a rápida identificação de amostras com altimetrias ou cronologias anômalas, mas que podem fornecer outros indícios importantes.

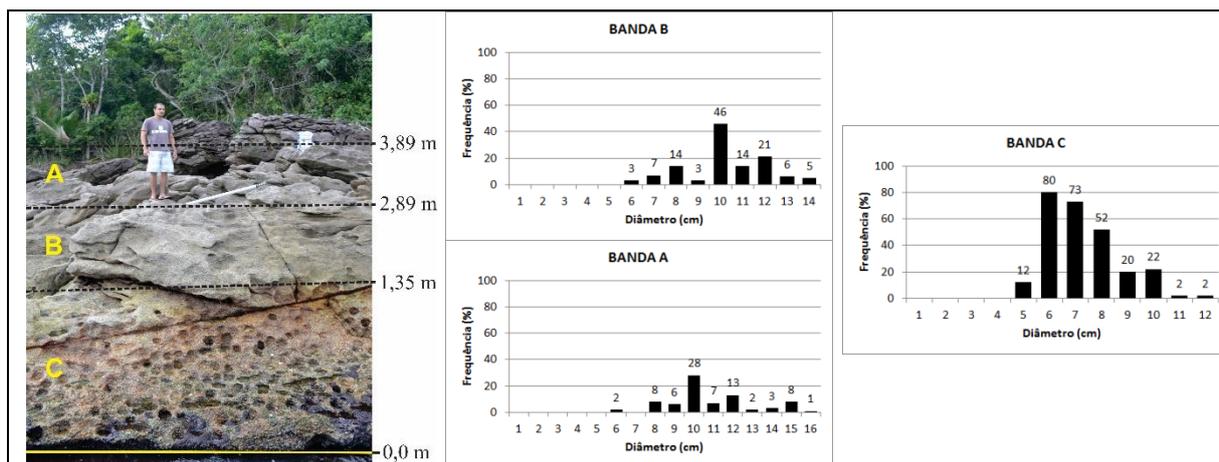


Figura 1. Bandas de paleocas e respectiva distribuição percentual de diâmetros no Costão da Praia da Fortaleza (foto obtida em baixamar de sizígia ordinária) (modificado de Vilano, 2013).

#### Agradecimentos

Os autores agradecem à Fapesp (proc. 2010/18292-0), pelo suporte financeiro da pesquisa.

#### Referências

- Angulo, R.J, Lessa, G.C. & Souza, M.C. 2006. A critical review of mid- to late-Holocene sea-level fluctuations on the eastern Brazilian coastline. *Quaternary Science Review*, 25, p. 486–506.
- Laborel, J. 1986. Vermetid gastropods as sea-level indicators. In: Van de Plassche, O. (ed.). *Sea-Level Research: a Manual for the Collection and Evaluation of Data*. Geo Books, Norwich, p. 281-310.
- Martin, L., Dominguez, J.M.L. & Bittencourt, A.C.S.P. 2003. Fluctuating Holocene sea levels in eastern and southeastern Brazil: evidence from a multiple fossil and geometric indicators. *Journal Coastal Research*, 19, p. 1-124.
- Tommasi, L.R. 1966. Lista dos equinóides recentes do Brasil. *Contribuições do Instituto Oceanográfico-USP, Série Oceanografia Biológica*, nº 11, p. 1-50.
- Vilano, W.F. 2013. Aspectos Biogeográficos e Paleogeográficos de Costões Rochosos de Ubatuba, São Paulo. 160p. Dissertação de Mestrado, Departamento de Geografia-FFLCH, Universidade de São Paulo.



## INFLUÊNCIA DA NEOTECTÔNICA NA EVOLUÇÃO SEDIMENTAR DA PORÇÃO CENTRAL EMERSA DA BACIA PARAÍBA, NORDESTE DO BRASIL

Clódís de Oliveira Andrades Filho<sup>1,4</sup>, Dilce de Fátima Rossetti<sup>2</sup>, Francisco Hilario Rego Bezerra<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Programa de Pós-Graduação em Geoquímica e Geotectônica – Instituto de Geociências – Universidade de São Paulo <sup>2</sup>Grupo de Pesquisa Paisagens no Tempo e Espaço – Divisão de Sensoriamento Remoto – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais <sup>3</sup>Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia de Estudos Tectônicos – Departamento de Geologia – Universidade Federal do Rio Grande do Norte <sup>4</sup>Grupo de Pesquisa Paisagens no Tempo e Espaço – Unidade em São Francisco de Paula – Universidade Estadual do Rio Grande do Sul

A margem passiva da América do Sul tem uma série de bacias marginais com registro sedimentar de seus diversos estágios de desenvolvimento após a abertura do Oceano Atlântico (e.g., Matos, 1992; Brown *et al.*, 2000; Pedoja *et al.*, 2011; Japsen *et al.*, 2012). No caso das bacias marginais do nordeste do Brasil, tem sido proposto evolução considerando a preponderância de elementos climáticos e erosivos em seu desenvolvimento após esse evento (e.g., King, 1956). No entanto, publicações anteriores propuseram a existência de deformação pós-rifte e sua influência na deposição sedimentar e evolução geomorfológica, cujas evidências se estendem ao longo da era Cenozoica (Bezerra *et al.*, 2014; Rossetti *et al.*, 2011). Investigações com esse foco têm sido particularmente conduzidas na Bacia Paraíba, que é uma área que se manteve tectonicamente ativa por mais tempo relativamente às demais áreas do nordeste brasileiro, se constituindo na última ponte de ligação das placas sul-americana e africana (Matos, 1992; Françolin *et al.*, 1994). Dada essa característica, o estabelecimento de um modelo tectono-sedimentar para a Bacia Paraíba que aborde os estágios evolutivos desde o início de seu preenchimento sedimentar pode contribuir com o entendimento da evolução da margem passiva no nordeste do Brasil. A Bacia Paraíba abrange uma faixa costeira entre a zona de cisalhamento Pernambuco, ao sul, e o Alto Estrutural Mamanguape, ao norte, esta última uma ramificação da zona de cisalhamento Patos. A partir da integração de informações de superfície e subsuperfície baseadas em dados geológicos de subsuperfície e de afloramentos, bem como dados aerogeofísicos (magnetometria) e de sensoriamento remoto, este trabalho estabelece um modelo de evolução tectono-sedimentar para o intervalo entre o Cretáceo superior e Quaternário na porção central emersa da Bacia Paraíba. Para tanto, foram compilados e geocodificados em Sistema de Informações Geográficas (SIG) dados estratigráficos derivados de 140 perfis de poços de acervos do Serviço Geológico do Brasil (CPRM). Esses dados foram integrados com informações estruturais obtidos em campo, incluindo tipo de deformação, direção e mergulho de falhas, eixos de dobras, além de mergulho e azimute dos acamamentos. Esses dados foram registrados por fotografias em campo e obtidas por helicóptero. Os lineamentos morfoestruturais foram extraídos por interpretação visual e discriminados a partir da combinação de variáveis morfométricas presentes no banco de dados geomorfométricos TOPODATA (i.e., orientação de vertentes, curvatura horizontal e relevo sombreado) (Valeriano & Rossetti, 2012). Já os lineamentos magnéticos foram obtidos a partir de aerolevanteamento magnetométrico realizado em Março-Abril de 2008 pelo Serviço Geológico do Brasil (CPRM). Considerando evidências de contatos laterais abruptos entre unidades cretáceas e cenozoicas, grandes mudanças de espessura de estratos em curtas distâncias, correspondência geométrica e de densidade entre os dados morfoestruturais, magnéticos e estruturais de campo, é possível reconstituir a sucessão de eventos de subsidência e soerguimentos que impulsionaram os processos deposicionais e denudacionais. Depósitos neógenos e quaternários, amplamente caracterizados na área de estudo, apresentam estruturas de deformação rúpteis e dúcteis e incluem falhas normais, inversas, transcorrentes, além de uma abundância de dobras. Estas feições estão associadas a eventos deformacionais de natureza extensional e compressional. O mais provável é que os eventos registrados resultam de múltiplas fases de reativação de zonas de cisalhamento pré-existentes do embasamento precambriano, cujas orientações principais são E-W, NE-SW e NW-SE. Sucessivas fases de reativação tectônica foram responsáveis pela geração de espaço para acomodação da sedimentação iniciada no final do Cretáceo e se estenderam durante toda a fase pós-rifte. A intensa deformação dos depósitos do Pleistoceno superior na Bacia Paraíba atesta a recorrência de deformação extensional e



compressional até um tempo geológico relativamente recente. Importantes estruturas deformacionais formadas neste período afetaram a distribuição dos sedimentos pleistocênicos e holocênicos, bem como o desenvolvimento das formas de relevo atuais. Portanto, a porção central emersa da Bacia Paraíba apresenta um conjunto de evidências de que a margem passiva da América do Sul, pelo menos no nordeste do Brasil, foi afetada por eventos tectônicos pós-rifte, especialmente no Quaternário, que é uma conclusão incompatível com o padrão geralmente proposto para o desenvolvimento de margens passivas continentais.

#### Referências

- Bezerra, F. H. R., Rossetti, D. F., Oliveira, R. G., Medeiros, W. E., Brito Neves, B. B., Balsamo, F., Nogueira, F. C. C., Dantas, E. L., Andrades Filho, C. & Góes, A. M., 2014. Neotectonic reactivation of shear zones and implications for faulting style and geometry in the continental margin of NE Brazil. *Tectonophysics*, 614, 78–90.
- Brown, R.D., Gallagher, K., Gleadow, A.J.W. & Summerfield, M.A., 2000. Morphotectonic evolution of the South Atlantic margins of Africa and South America. In: Summerfield, M.A. (Ed.), *Geomorphology and Global Tectonics*. Wiley.
- Françolin, J.B.L., Cobbold, P.R. & Szatmari, P., 1994. Faulting in the Early Cretaceous Rio do Peixe basin (NE Brazil) and its significance for the opening of the Atlantic. *Journal of Structural Geology* 16, 647–661.
- Japsen, P., Bonow, J. M., Green, P. F., Cobbold, P. R., Chiassi, D., Lilletveit, R., Magnavita, L. P. & Pedreira, A., 2012. Episodic burial and exhumation in NE Brazil after opening of the South Atlantic. *Geological Society of America Bulletin* 124, 800–816.
- King, L.C., 1956. A Geomorfologia do Brasil oriental. *Revista Geográfica Brasileira*, 18, 147–265.
- Matos, R.M.D., 1992. The northeastern Brazilian Rift System. *Tectonics* 11, 766–791.
- Pedoja, K., Husson, L., Regard, V., Cobbold, P.R., Ostanciaux, E., Johnson, M.E., Kershaw, S., Saillard, M., Martinod, J., Furgerot, L., Weill, P. & Delcaillau, B., 2011. Relative sea-level fall since the last interglacial stage: are coasts uplifting worldwide? *Earth-Science Reviews* 108, 1–15.
- Rossetti, D.F., Bezerra, F.H., Góes, A.M. & Brito-Neves, B.B., 2011. Sediment deformation in Miocene and post-Miocene strata, Northeastern Brazil: evidence for paleoseismicity in a passive margin. *Sedimentary Geology* 235, 172–187.
- Valeriano, M.M., Rossetti, D.F., 2012. Topodata: Brazilian full coverage refinement of SRTM data. *Applied Geography* 32, 300–309.



## COMPARAÇÃO ENTRE OS MÉTODOS DO POLÍGONO DE MUDANÇA E DSAS PARA A ANÁLISE EVOLUTIVA DA LINHA DE COSTA: UM ESTUDO DE CASO EM PONTAIS ARENOSOS E EMBAIMENTOS PRAIAS NA LAGOA DOS PATOS

Miranda, I. M.<sup>1</sup>, Toldo Jr. E. E.<sup>2</sup>, Klein, A. H. F.<sup>3</sup>

<sup>1,2</sup>Centro de Estudos de Geologia Costeiros e Oceânicos - Instituto de Geociências – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. <sup>3</sup>Laboratório de Oceanografia Costeira - Departamento de Geociências - Universidade Federal de Santa Catarina.

Este trabalho tem por objetivo apresentar uma comparação entre duas metodologias consagradas para a análise da variação da linha de costa: (i) o método do polígono de mudança e (ii) o método de transectos a partir de uma linha de base (*Digital Shoreline Analysis System-DSAS*); empregados na elucidação do comportamento morfológico da linha de praia de pontais arenosos e embaixamentos praias no sistema da Lagoa dos Patos. Esta corresponde a um dos maiores sistemas lagunares ao longo da costa Sul America, situa-se na Planície Costeira do Rio Grande do Sul, paralela à linha de costa adjacente com orientação preferencial NE-SW e é abrigada da intensa atividade das águas do Oceano Atlântico por um sistema de barreiras arenosas (Toldo Jr. *et al.*, 2006). O corpo lagunar tem um comprimento médio de 240 km e largura média de 40km com profundidade média de 6m e 0,45m de amplitude de maré (Toldo Jr. *et al.*, 2003). A área de abrangência deste estudo está situada na margem oeste da Lagoa dos Patos, entre as coordenadas 30°46'10.35"S/ 51°24'9.76"O e 31°15'43.57"S/ 51°43'40.38"O, compreendendo três pontais arenosos (Dona Helena, Dona Maria e do Vitoriano) e dois embaixamentos praias associados (Figura 7). A base de dados para a extração da posição da linha de costa foram sete imagens orbitais dos satélites LANDSAT 5<sup>TM</sup> e 8<sup>OLI</sup>, devido a sua maior representatividade espaço-temporal, sendo detentores de uma consistente série histórica de imagens para a área de estudo. As imagens selecionadas abrangem o período de outono, devido à baixa intensidade pluviométrica nesta estação. E, o indicador da linha de costa escolhido foi o limite entre a areia seca e a areia molhada, por tratar-se de um indicador constante ao longo de toda a linha de costa, repetitivo ao longo do tempo e suficientemente bem definido, tornando comparáveis os resultados obtidos (Pajak e Leatherman, 2002). O geoprocessamento se deu a partir do mosaico, recorte e georreferenciamento das imagens, para fins de correção das distorções geométricas. Por seguinte procedeu-se com a composição de bandas RGB-432 para o Landsat 5<sup>TM</sup> e a composição correspondente 5R4B3G para o Landsat 8<sup>OLI</sup>, o que possibilitou o bom discernimento do indicador da linha de costa (limite areia seca/areia molhada) e seguiu-se com a sua vetorização no *software Arcgis 10.1*. Em posse dos vetores da linha de praia, foram empregadas duas diferentes metodologias para fins de comparação e análise das mudanças da linha de costa. Para o presente estudo foram efetuados diferentes intervalos de tempo, utilizando-se apenas duas posições de linha de costa para cada intervalo. O método do DSAS utiliza transectos transversais às linhas de costa analisadas, gerados automaticamente, equidistantes e com espaçamento pré-definido, tracejados a partir de uma linha de base concordante com os vetores de linhas de costa, por meio dos quais são efetuados os cálculos estatísticos das mudanças. Para a obtenção de uma taxa geral de variação da linha de costa no DSAS, foram gerados transectos com 25 m de espaçamento, através dos quais foi efetuada a estatística Movimento Líquido da Linha de Costa (*Net Shoreline Movement - NSM*), que mede a distância entre a linha de costa mais antiga e a linha de costa mais recente para cada transecto, posteriormente, a média das distâncias foi dividida pelo intervalo de tempo decorrido entre as duas linhas de costa, obtendo-se assim, uma taxa de deslocamento anual da linha de costa para cada intervalo de tempo analisado. Ao passo que, o método do polígono de mudança (Smith & Cromley, 2012) é baseado em uma álgebra de polígonos simples, com a medida da diferença de área total entre dois polígonos de linha de costa. De modo que a variação média da linha de costa é dada com a divisão da área líquida pelo comprimento da linha de costa e, o deslocamento anual é definido pela razão entre a variação média da linha de costa e o intervalo de tempo decorrido. As taxas de variação da linha de costa obtidas pelo método DSAS diferiram muito pouco das taxas obtidas com o método do polígono de mudança, conforme pode ser observado na Tabela 2. Fato este, que corrobora a eficácia de ambas as metodologias para a análise de

variação da linha de costa. Sendo importante enfatizar que, quanto maior o espaço de tempo analisado, maior a confiabilidade das taxas encontradas para uma análise em longo prazo do comportamento da linha de costa, podendo-se observar maior proximidade entre os resultados obtidos pelos diferentes métodos, quanto maior o espaço de tempo abrangido (Tabela 2). E, a avaliação em diferentes intervalos de tempo, permite a elucidação do comportamento cíclico da linha de costa, com diferentes fases de progradação e retrogradação, conforme pôde-se observar para a área de estudo em questão, com a intercalação de estágios erosivos e progradantes. A linha de costa apresentou pequena taxa de mobilidade entre os anos de 1984 a 2013, conferindo-lhe um caráter estável a longo prazo, com uma taxa aproximada de 0,73 m/ano em ambos os métodos aplicados, apesar dos picos de acreção observados nos intervalos de 1988 a 1995 e, de 2001 a 2005.

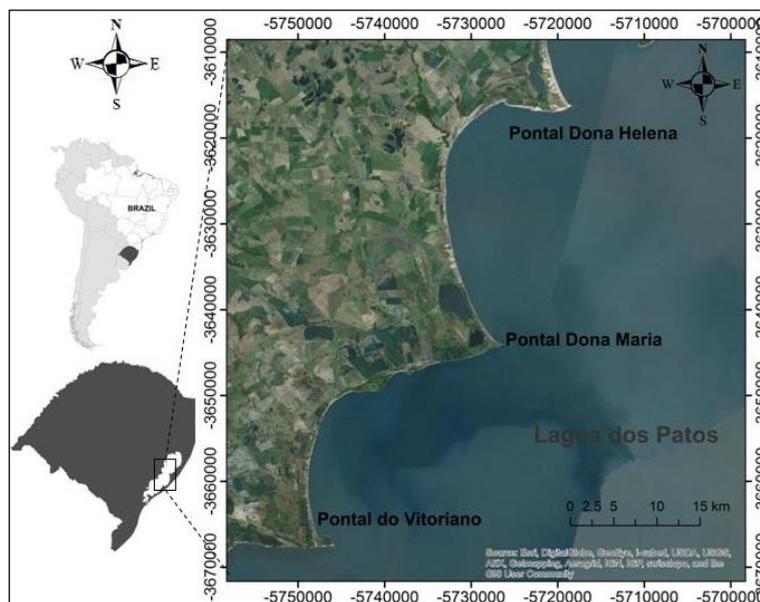


Figura 7 - Mapa de localização da área de estudo.

Tabela 2- Taxas de variação da linha de costa através dos métodos DSAS e polígono de mudança.

Intervalo de tempo	Taxa DSAS (m/ano)	Taxa Polígono de mudança (m/ano)
1984-1988	-1,54	-1,50
1988-1995	3,89	3,93
1995-2001	-2,21	-2,16
2001-2005	4,32	4,34
2005-2009	-0,75	-0,60
2009-2013	-0,21	-0,46
<b>1984-2013</b>	<b>0,729</b>	<b>0,734</b>

Referências

Pajak, M. J. & Leatherman, S. 2002. The high water line as shoreline indicator. *Journal of Coastal Research*, v. 18, n.2, p. 329-337.

Smith, M. J. & Cromley, R. G. 2012. Measuring historical coastal change using gis and the change polygon approach. *Transactions in Gis*, 16(1), p.3-15.

Toldo JR. E. E.; Almeida, L. E. S. B. & Corrêa, I. C. S. 2003. forecasting shoreline changes of lagoa dos patos lagoon, brazil. *Journal of Coastal Research*, v. 35, p.43-50.

Toldo JR. E. E.; Almeida, L. E. S. B.; Corrêa, I. C. S.; Ferreira, E. R. & Gruber, N. L. S. 2006. Wave prediction along Lagoa dos Patos coastline, Southern Brazil. *Atlântica*, Rio Grande, v. 28, n. 2, p.87-95.



## FOREDUNE GEOMORPHOLOGICAL ANALYSIS BASED ON LASER TECHNOLOGY: A PROPOSITION TO CHARACTERIZE TREND IN CRESTLINE AND FOOTLINE DISPLACEMENT, RAVENNA, ITALY

Stefano Fabbri<sup>1</sup>, Frederico Scarelli<sup>1,2</sup>, Flavia Sistilli<sup>1</sup>, Cantelli Luigi<sup>3</sup>, Gabbianelli Giovanni<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> University of Bologna, BiGeA Departement, Environmental Science UOS, via Sant'Alberto 163, I-48123 Ravenna, Italy.

<sup>2</sup> Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Instituto de Geociências, Programa de Pós-Graduação em Geociências, Av. Bento Gonçalves 9500, 91509-900 Porto Alegre, RS, Brazil. - <sup>3</sup> University of Bologna, Dipartimento di Scienze della Terra e Geologico Ambientali, Via Zamboni 67, I-40127 Bologna, Italy

Coastal dune systems are considered one of the most important elements of the littoral landscape in terms of environmental and cultural value, water quality and coastal defense, especially for what concern sea intrusion, acting as a buffer against eroding wave action (Hesp, 2000). For this reason, it is crucial monitoring their morphological behavior to understand the system's trend, its state of health and to get the largest number of information useful to plan management actions. In this context, the limit is identified by the lack of features to monitor in dune systems (Psuty *et al.*, 2009): this study takes advantage of the newest technology available, such as Terrestrial Laser Scanner (TLS) and a GPS-Real Time Kinematic (RTK), to propose a new method to identify two important dune morphological units (crestline and footline) and evaluate their displacement. It is important to notice that these two devices operating together allowed a very high-resolution data, with a centimetric accuracy. For a period of 2 years, from 2012 to 2014, a series of TLS surveys were made in two sites onto the North Adriatic coast of Italy, one in a completely natural area, the other in a medium urban/touristic area. The resultant Digital Elevation Models (DEMs) were then elaborated in G.I.S. (Geographic Information System) environment to identify and "draw" the crestline and the footline, thanks to the interpolation of elevation and slope data for each surface (and for each survey). To analyze these features movement and identify their behavior a specific tool for ArcMap has been used (fig. 1), Digital Shoreline Analysis System (DSAS-4.3) specifically designed by the U.S. Geological Survey (USGS) for shorelines analysis (Thieler *et al.*, 2009). End Point Rate (EPR) and Linear Regression Rate (LRR) were the indexes chosen to describe the features behavior. To complete the analysis every single net lines movement (NSM) has been compared to several meteorological indexes (calculated on the corresponding period). Thus each feature line was compared to the later to calculate the average net movement; the meteorological indexes were related to wind and sea forces and, in particular, to high-energy events (especially for what concerns sea data). The final comparison was done thanks to a particular technique of multivariate statistical analysis, the Principal Component Analysis (PCA), which has been described as a powerful and robust technique to identify dominant patterns of change in meteorology and coastal sciences (Houser *et al.*, 2008). This technique is a useful statistical technique for finding patterns in data of high dimension, with very variegated variables (and measurement units), expressing them in such a way to highlight their similarities and differences. Beyond testing the new monitoring approach, the ultimate aim was to understand which meteorological factor is more influencing the crestline and footline displacement.

### References

- Hesp, P., 2000. Coastal Sand Dunes: Form and Function. CVDN technical Bulletin No. 4. Forest Research, Rotorua.
- Houser, C., Hapke, C. & Hamilton, S., 2008. Controls on coastal dune morphology, shoreline erosion and barrier island response to extreme storms. *Geomorphology*, 100, 223-240.
- Psuty, N. P. & Silveira, T. M., 2009. Trend in foredune crestline displacement, Fire Island National Seashore, New York, USA, 1976-2005. *Journal of Coastal Research*, SI 56 (Proceedings of the 10th International Coastal Symposium). Lisbon, Portugal, ISSN 0749-0258. 15-19.
- Thieler, E.R., Himmelstoss, E.A., Zichichi, J.L., & Ergul, Ayhan, 2009, Digital Shoreline Analysis System (DSAS) version 4.0— An ArcGIS extension for calculating shoreline change: U.S. Geological Survey Open-File Report 2008-1278.

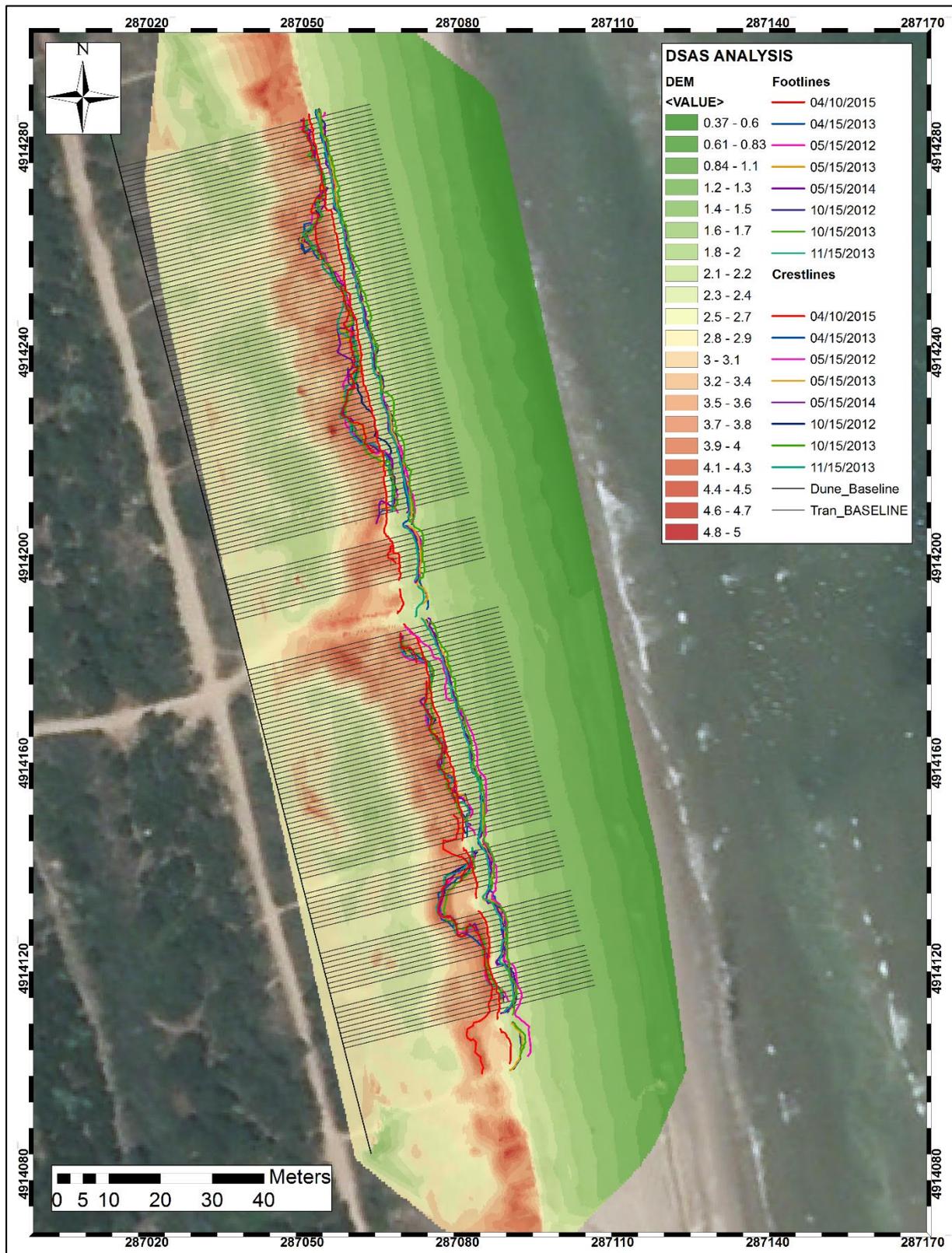


Figure 8: DSAS analysis example map.



## ASPECTOS SUPERFICIAIS DO GRÃO DE QUARTZO NA AVALIAÇÃO DE FONTE DE SEDIMENTOS RECENTES PARA A PRAIA DE MEAÍPE-MAIMBÁ, ES

Fernanda B. Pirola<sup>1</sup>; Jacqueline Albino<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Departamento de Ecologia e Recursos Naturais - Universidade Federal do Espírito Santo. [nanda\\_pirola@hotmail.com](mailto:nanda_pirola@hotmail.com)

Emery & Kuhn (1982) afirmam que cerca de 80% da linha de costa do mundo apresenta falésias. Assim, sendo feições comuns ao ambiente costeiro, constituem fontes importantes de sedimento para praias e estuários (Trenhaile, 2002). Ao longo do litoral do Brasil e do Espírito Santo, as falésias são compostas por sedimentos da Formação Barreiras e encontram-se em recuo em diversas localidades, como é o caso da praia de Maimbá (Albino *et al.*, 2006). Como Formação Barreiras, são conhecidos sedimentos neogênicos de origem predominantemente continental a litorânea, arenosos e argilosos e de cores variegadas, que se distribuem ao longo do litoral brasileiro desde o Amapá até o Rio de Janeiro (Suguió & Nogueira, 1999). Coutinho (1974) afirma que, em geral, os sedimentos da Formação Barreiras apresentam-se mal selecionados, com areias muito grossas a finas e subangulosas. Bigarela (1975) declara que consistem em uma sequência de camadas e lentes de sedimentos clásticos que variam em tamanho de grãos de areia para cascalho e argilitos. De acordo com Melo *et al.* (2002), a fração areia das falésias apresenta mineralogia uniforme, composta quase que exclusivamente de quartzo, em grãos predominantemente subangulares, com brilho graxo, a maioria com recobrimento de ferro (observações por meio de lupa). Os parâmetros texturais como distribuição granulométrica, grau de arredondamento e aspecto superficial do grão, têm sido utilizados para a descrição de paleoambientes. Os grãos fluviais, por exemplo tendem a ser sub-angulosos a sub-arredondados com formas e feições heterogêneas (Vos *et al.*, 2014; Kleesment, 2009; Mahaney, 2002; Nanson *et al.*, 1995) e os grãos de ambientes diagenéticos, isto é que sofrem alterações após a são mais quimicamente alterados (Asumadu *et al.*, 1987; DoorkampandKrinley, 1971) e podem apresentar incrustações (sujeiras) e brilho fosco. Já os grãos de praia são predominantemente sub-arredondados a arredondados e brilhantes (Madhavarajuet *et al.*, 2009; Mycielska-Dowgiallo & Woronko, 2004; Chapman *et al.*, 1982; Roy *et al.*, 1980). Desta forma a comparação do grau de arredondamento e dos aspectos ópticos superficiais dos grãos da praia e da falésia, auxiliará na determinação de sedimentos recentes incorporados a praia. Objetivo do presente trabalho foi então comparar as propriedades morfológicas dos grãos de quartzo dos sedimentos da praia e das falésias e estimar a sua contribuição sedimentar atual das falésias para a praia adjacente. A coleta de sedimento foi realizada através de raspagem superficial na praia e na falésia ao longo de 6 perfis de praia transversais em 4 campanhas de campo. Todas as amostras de sedimentos passaram por análise granulométrica, descritos em Muehe (1994). Com o auxílio de lupas, foram realizadas as análises morfoscópias de 100 grãos em três diferentes frações: 1Φ (0,500 mm), 1,5 Φ (0,350 mm) e 2 Φ (0,250 mm) utilizando a classificação proposta por Power (1964) e LIGUS (1958). Quanto ao grau de arredondamento e aspectos superficiais observou-se um percentual altamente significativo de grãos com baixo grau de arredondamento na praia, sendo ainda, a maioria, sujos e foscos (Tabela 1). Analisando estes dados com a distribuição granulométrica das areias que se apresentam bem a moderadamente bem selecionadas e com zonação longitudinal é sugerido a alta competência dos processos praias na seleção e distribuição das areias. O baixo grau de trabalhamento indica portando o aporte recente de sedimentos quartzosos da falésia para a praia. Conclui-se que as falésias hoje em erosão representam o principal aporte atual da praia já que 90,81% dos grãos de Qz analisados conservam aspectos associados aos processos pós deposicionais do ambiente fluvial, de acordo com os aspectos texturais encontrados nos grãos de quartzo da falésia.



Tabela 1: Relação da quantidade de grãos de quartzo em suas respectivas percentagens nas classificações nas areias das praias de Maimba-Meaipe.

	<b>Anguloso</b>	<b>Subanguloso</b>	<b>Arredondado</b>	<b>Bem arredondado</b>
<b>Brilho natural</b>	771 (14,4%)	1002 (19%)	15 (0,2%)	10 (0,2%)
<b>Fosco</b>	454 (8,49%)	501 (10%)	117 (2,1%)	3 (0,05%)
<b>Brilhante</b>	302 (5%)	167 (3,1%)	164 (3%)	0 (0%)
<b>Picotado</b>	177 (3,32%)	192 (3,5%)	32 (0,6%)	0 (0%)
<b>Sujo</b>	542 (10%)	748 (14%)	163 (3%)	20 (0,04%)
<b>% total</b>	41,21	49,6	8,9	0,29

### Referências

- Albino, J. Girardi, G. & Nascimento, A. K. (2006). Atlas de Erosão e Progradação Costeira do Litoral do Espírito Santo. In: Muehe, D. (org). Atlas de erosão e progradação do litoral brasileiro. MMA.Brasília-DF.
- Asumadu, K., Gilkes, R.J., Churchward, H.M. & Armitage, T.M., 1987. Detailed characterization of quartz grains in two sandy soils, Western Australia. *Geoderma*. 41, 29-47.
- Bigarella, J.J. 1975. The Barreiras Group in Northeastern Brazil. *AnAcadBrasCi* 47 (suplemento): 366-392
- Coutinho, J.M.V. 1974. O Pré-Cambriano do Vale do Rio Doce como fonte alimentadora de sedimentos costeiros. *Anais XXVIII Congresso Bras. Geol.* Vol 5:43-56.
- Doomkamp, J.C. & Krisley, D., 1971. Electron microscopy applied to quartz grains from a tropical environment. *Sedimentology*. 17, 89-101.
- Emery K. O. & Kuhn G. G. 1982. Sea cliffs: their process, profiles, and classification. *Geological Society of America Bulletin*, v. 93, p. 644-654, 8 figs.
- Kleesment, A. 2009. Roundness and surface features of quartz grains in Middle Devonian deposits of the East Baltic and their palaeogeographical implications. *Estonian J. of Earth Sci.* 58 (1), 71-84.
- LIGUS (Laboratoire de l'Institut de Géographie de l'Université de Strasbourg), 1958. Method améliorée pour l'étude des sables. *Rev. Géom. Dyn.* 4, 43-53.
- Madhavaraju, J., Barragan, J.C.G., Hussain, S.M. & Mohan, S.P., 2009. Microtextures on quartz grains in the beach sediments of Puerto Penasco and Bahia Kino, Gulf of California, Sonora, Mexico. *Revista Mexicana de Ciências Geológicas*. 26 (2), 367-379.
- Mahaney, W.C., 2002. Atlas of sand grain surface textures and applications. Oxford University Press, New York.
- Melo V. F., Novais R. F., Schaefer C. E. G. R., Fontes M. P. F. & Singh, B. 2002. Mineralogia das frações de areia, silte e argila de sedimentos do Grupo Barreiras no município de Aracruz, Estado do Espírito Santo. *R. Bras. Ci. Solo*, 26:29-41.
- Muehe, D. 1994. Geomorfologia costeira. In: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. (Orgs.). Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 6: 253-308pp. Universidade Federal do Espírito Santo Programa Institucional de Iniciação Científica 7
- Mycielska-Dowgiallo, E., Woronko, B., 2004. The degree of eolization of Quaternary deposits in Poland as a tool for stratigraphic interpretation. *Sedimentary Geology*. 168, 149-163.
- Narson, G.C., Chen, X.Y. & Price, D.M., 1995. Aeolian and fluvial evidence of changing climate and wind patterns during the past 100 ka in the western Simpson Desert, Australia. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*. 113, 87-102.
- Suguio K & Nogueira ACR. 1999. Revisão crítica dos conhecimentos geológicos sobre a Formação (ou Grupo?) Barreiras do Neógeno e o seu possível significado como testemunho de alguns eventos geológicos mundiais. *Geociências*, São Paulo 18: 461-479.
- Trenhaile AS. 2002. Rocky coasts, with particular emphasis on shore platforms. *Geomorphology* 48: 7-22.
- Vos, K., Vandenberghe, N. & Elsen, J., 2014. Surface textural analysis of quartz grains by scanning electron microscopy (SEM): from sample preparation to environmental interpretation. *Earth Science Reviews*. 128, 93-104.



## ESCOLHA DE INDICADORES E VARIAÇÃO DA LINHA DE COSTA EM 55 ANOS NA PRAIA DE MEAÍPE-MAIMBÁ, ES

Branco M. M. Eguchi<sup>1</sup>; Jacqueline Albino<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Universidade Federal do Espírito Santo, [bmeguchi@hotmail.com](mailto:bmeguchi@hotmail.com), [albino.jacqueline@gmail.com](mailto:albino.jacqueline@gmail.com)

Atualmente nota-se uma intensa ocupação populacional em termos residencial e comercial em direção à zona costeira. As pesquisas abordando a mudança deste ambiente são fundamentais a fim de auxiliar o planejamento e a tomada de decisões, identificando potenciais zonas de erosão e posteriormente orientando futuras intervenções na linha de costa (Mazzer, 2009). De acordo com Boak & Turner (2005), a identificação da linha de costa envolve a escolha e definição de um indicador e sua detecção nos dados analisados. Araujo *et al.* (2008) destacam em seus estudos o uso de sensoriamento remoto via fotografias aéreas e imagens de satélite como uma possível fonte para extração de indicadores da linha de costa. Com aproximadamente 6 km de arco praial a praia de Meaípe é delimitada a norte por um promontório cristalino e a sul pelo Terminal Portuário de Ubu. Albino *et al.* (2006) constataram que a erosão costeira na praia de Maimbá é decorrente da falta de aporte sedimentar fluvial, levando à erosão nas falésias da Formação Barreiras. Logo, as rochas cristalinas e as falésias vivas da Formação Barreiras atuam como fonte de sedimento para a praia. Obras de engenharia causam diversas modificações na linha de costa, a presença de estruturas transversais à praia tende a retenção de sedimento, esta é controlada pela corrente paralela preferencial existente na área de estudo. Dando assim uma nova forma para a praia, analisada nesse estudo em um período de 55 anos. Portanto o estudo tem o escopo de determinar indicadores da linha de costa por meio da análise entre imagens aérea e de satélite e baseado nestas, analisar sua mobilidade durante o período compreendido entre 1953 e 2008. O estudo analisa, por meio do software ArcGIS 10.2, imagens aéreas para o ano de 1955 e de satélite para o ano de 2008. Definiu-se o indicador de linha de costa linha da costa como a vegetação mais próxima da linha d'água, sugerido em Boak e Turner (2005). O georreferenciamento envolveu pontos de controle de posição fixa comuns às duas imagens. Distorções nas imagens foram corrigidas pelo software Adobe Photoshop CC 2014. Por meio da ferramenta de edição no ArcGIS a linha de costa foi traçada para cada ano ao longo da costa seguindo o indicador escolhido. À medida que a linha de costa foi traçada notou-se a necessidade da redefinição do indicador. Duas situações foram observadas, a primeira diz respeito a locais onde a vegetação se encontra sobre a base da falésia a segunda foi o recuo da vegetação devido à presença de falésias, neste caso o indicador não representa a linha de costa. Portanto, mesclaram-se os indicadores “vegetação mais próxima à linha d'água” e “base da falésia” a fim de traçar uma linha de costa representativa para a área de estudo. Para comparação entre os anos de 1953 e 2008, as linhas obtidas foram projetadas sobre uma única imagem, possibilitando assim a visualização da modificação ocorrida durante esse período. A mescla dos indicadores foi satisfatória com base nos resultados esperados e obtidos, observou-se a modificação da linha de costa em termos de erosão e deposição. O setor norte da praia e regiões de falésia vivas apresentaram recuo, representando um aumento no nível do mar e/ou intensificação da energia das ondas, permitindo que haja erosão por meio das ondas, através da dissipação da energia cinética sobre a base das falésias (Figura1). Na porção sul houve progradação da linha de costa. Discute-se a presença da obra de engenharia (Porto de Ubu) como principal fator da atual morfologia do setor sul, causando a retenção de sedimento transportado pela corrente longitudinal e o clima de ondas na região como modelador dos setores de falésia e norte, atuando como agentes erosivos através do ataque direto a base da falésia.

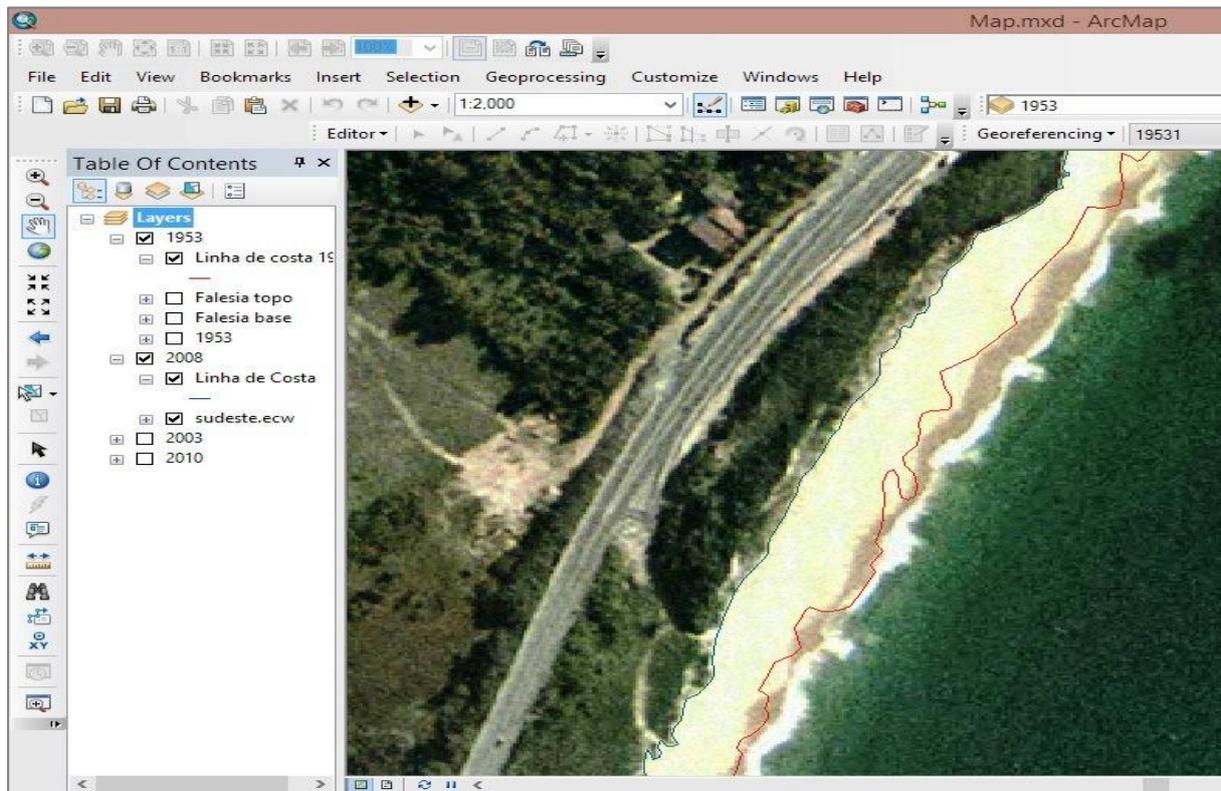


Figura 9 - Sobreposição das linhas de costa extraídas em uma pequena porção da praia de Maeípe-Maimbá. Em vermelho o ano de 1953 e azul 2008. Nota-se o recuo da linha de vegetação/falésias em torno de 33m durante o período estudado.

## Referências

- Albino, J. Girardi, G. & Nascimento, A. K. (2006). Atlas de Erosão e Progradação Costeira do Litoral do Espírito Santo. In: Muehe, D. (org). Atlas de erosão e progradação do litoral brasileiro. MMA.Brasília-DF.
- Araujo, R.S. Morfologia do perfil praial, sedimentologia e evolução histórica da linha de costa das praias da enseada do Itapocorói-SC. Dissertação (Mestrado) – Curso de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia Ambiental, Universidade de Vale do Itajaí, Itajaí, SC. 2008. 145p.
- Boak, E.H. & Turner, I.L. Shoreline Definition and Detection: A Review. *Journal of Coastal Research*, 21(4), 2005. p. 688-703.
- Mazzer, A. M., & Dillenburg, S. Variações temporais da linha de costa em praias arenosas dominadas por ondas do sudeste da Ilha de Santa Catarina (Florianópolis, SC, Brasil). *Pesquisas em Geociências*, 36(1), 2009. p. 117-135.



## IMPACTS OF SEA LEVEL/CLIMATIC CHANGES DURING THE HOLOCENE AND THE EUROPEAN COLONIZATION FROM THE 16TH CENTURY ON VEGETATION OF THE SOUTHERN BAHIA LITTORAL

Marcelo C. L. Cohen<sup>1</sup>, Neuza Araújo Fontesa<sup>1</sup>, Caio Alves<sup>1</sup>, Igor C.C. Alves<sup>1</sup>, Luiz C.R. Pessenda<sup>2</sup>,  
Mariah Izar Francisquini<sup>2</sup>, Marlon Carlos França<sup>3</sup>, José Albertino Bendassolli<sup>4</sup>, Kita Macario<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Graduate Program of Geology and Geochemistry, Federal University of Pará, Perimental Av 2651, 66077-530, Belém (PA), Brazil; <sup>2</sup> University of São Paulo, CENA/14C Laboratory, Av. Centenário 303, 13400-000, Piracicaba, São Paulo, Brazil; <sup>3</sup> Federal Institute of Pará, Av. Alm. Barroso, 1155, Marco, 66090-020, Belém (PA), Brazil; <sup>4</sup> University of São Paulo, CENA/Stable Isotopes Laboratory, Av. Centenário 303, 13400-000, Piracicaba, São Paulo; <sup>5</sup> LAC-UFF AMS Laboratory-Fluminense Federal University, Physics Department, Niteroi, Rio de Janeiro, Brazil

Studies about the sea-level changes during the Holocene in the eastern Brazilian littoral reveal that the sea-level exceeded the present one between 7800 and 6600 cal yrs BP, reaching 2-5 m above the present level at about 5500 cal BP (Angulo *et al.*, 2006; Martin *et al.*, 2003). During the late Holocene, the RSL decreased (Angulo *et al.*, 2006). Regarding the climate, during the early and middle Holocene occurred a water deficit scenario in the northeast and southeastern Brazil compared to the late Holocene one (Behling, 1995; Ledru *et al.*, 1996; Prado *et al.*, 2013; Pessenda *et al.*, 2009). These changes affected the mangrove and the Atlantic Forest area along the Brazilian littoral (Cohen *et al.*, 2014; França *et al.*, 2015; Rossetti *et al.*, 2015). The present work integrates geomorphological, sedimentological, and palynological data with radiocarbon dating, as well as  $\delta^{13}\text{C}$ , and C/N from sedimentary organic matter obtained from three sediment cores sampled from a fluvial valley (6.5 m above the mean sea-level) and abandoned channels (30 and 64 m above the mean sea-level) on tablelands in the Parque Nacional do Descobrimento, southeastern Bahia, in order to identify the impact of sea level and climatic changes during the Holocene on mangroves and Atlantic Forest. The sediment core sampled from a fluvial valley, 23 km distant from the coastline, indicates the presence of an estuarine system with tidal flats colonized by mangroves, and its sedimentary organic matter sourced from estuarine organic matter between ~7450 and ~5500 cal yr BP. During the past ~5500 cal yr BP, the mangroves shrank. The herbaceous vegetation expanded inside the fluvial valley, while the Atlantic Forest expanded on tablelands during the late Holocene. The sediment cores sampled from abandoned channels also reveal the expansion of Atlantic Forest and shrinkage of herbaceous vegetation on tablelands during the middle and late Holocene. Considering the last thousand years, an abrupt change from arboreal to herbaceous vegetation occurred on the second part of the last millennium. Probably, such changes were caused by the combined action of the Relative Sea Level (RSL) fluctuations and climate changes, as well as by the anthropogenic action. During the early and middle Holocene took place a RSL rise that caused a marine incursion along the studied fluvial valley. The dry period, occurred during the early and middle Holocene, generated a decrease in the fluvial discharge and contributed to this marine transgression causing a mangrove migration upriver. This relatively dry period also caused a decrease in the relationship between Atlantic Forest and herbaceous vegetation area outside of the studied fluvial valley. However, during the late Holocene occurred a RSL fall and a wet period. It favored the marine regression and consequently, the mangroves migrated to tidal flats attached to the edge of lagoons near the modern coastline. Probably, the expansion of the Atlantic Forest on tablelands was caused by the late Holocene wet period, while the abrupt change from arboreal to herbaceous vegetation in the middle of the last millennium was caused by the European colonization from the 16th century AD, when the Atlantic Forest has been largely cleared and converted into agricultural land.

### Acknowledgements

Reserva Natural Vale; FAPESP (Process: 2010/52606-1; 2011/00995-7).

### References

Angulo, R., Lessa, G. & Souza, M., 2006. A critical review of mid- to late-Holocene sea-level fluctuations on the eastern Brazilian coastline. *Quat. Sci. Rev.* 25, 486–506.



- Behling, H., 1995. A high resolution Holocene pollen record from Lago do Pires, SE Brazil: vegetation, climate and fire history. *J. Paleolimnol.* 14, 253–268.
- Cohen, M.C.L., França, M.C., Rossetti, D.F., Pessenda, L.C.R., Giannini, P.C.F., Lorente, F.L., Buso Junior, A., Castro, D. & Macario, K., 2014. Landscape evolution during the late Quaternary at the Doce River mouth, Espírito Santo State, Southeastern Brazil. *Palaeogeogr. Palaeoclimatol. Palaeoecol.* 415, 48–58.
- França, M.C., Alves, I.C.C., Castro, D.F., Cohen, M.C.L., Rossetti, D.F., Pessenda, L.C.R., Lorente, F.L., Fontes, N.A., Junior, A.Á.B., Giannini, P.C.F. & Francisquini, M.I., 2015. A multi-proxy evidence for the transition from estuarine mangroves to deltaic freshwater marshes, Southeastern Brazil, due to climatic and sea-level changes during the late Holocene. *CATENA* 128, 155–166.
- Ledru, M.-P., Braga, P.I.S., Soubiès, F., Fournier, M., Martin, L., Suguio, K. & Turcq, B., 1996. The last 50,000 years in the Neotropics (Southern Brazil): evolution of vegetation and climate. *Palaeogeogr. Palaeoclimatol. Palaeoecol.* 123, 239–257.
- Martin, L., Dominguez, J.M.L. & Bittencourt, A.C.S.P., 2003. Fluctuating Holocene Sea Levels in Eastern and Southeastern Brazil: Evidence from Multiple Fossil and Geometric Indicators. *J. Coast. Res.* 19, 101–124.
- Pessenda, L.C., De Oliveira, P.E., Mofatto, M., de Medeiros, V.B., Francischetti Garcia, R.J., Aravena, R., Bendassoli, J.A., Zuniga Leite, A., Saad, A.R. & Lincoln Etchebehere, M., 2009. The evolution of a tropical rainforest/grassland mosaic in southeastern Brazil since 28,000 14C yr BP based on carbon isotopes and pollen records. *Quat. Res.* 71, 437–452.
- Prado, L.F., Wainer, I., Chiessi, C.M., Ledru, M.-P. & Turcq, B., 2013. A mid-Holocene climate reconstruction for eastern South America. *Clim. Past* 9, 2117–2133.
- Rossetti, D. de F., Polizel, S.P., Cohen, M.C.L. & Pessenda, L.C.R., 2015. Late Pleistocene–Holocene evolution of the Doce River delta, southeastern Brazil: Implications for the understanding of wave-influenced deltas. *Mar. Geol.* 367, 171–190.



## ANÁLISE DO NÍVEL DE DEGRADAÇÃO AMBIENTAL EM NASCENTES NA CIDADE DE JUSCIMEIRA-MT

Correia, Kátia Paula Fernandes<sup>1</sup>; Santos, Caio Augusto Marques dos<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Graduanda do curso de licenciatura em Geografia da Universidade Federal de Mato Grosso - Campus Universitário de Rondonópolis - Instituto de Geociências Humanas e Sociais. - [katiapaulacorreia@gmail.com](mailto:katiapaulacorreia@gmail.com).<sup>2</sup> Professor Adjunto I do curso de licenciatura em Geografia da Universidade Federal de Mato Grosso - Campus Universitário de Rondonópolis - Instituto de Geociências Humanas e Sociais – [kiomarques@hotmail.com](mailto:kiomarques@hotmail.com)

As nascentes, como parte do ciclo hidrológico, desempenham importante papel para seu funcionamento. Ele é a descrição do comportamento natural da água em constante movimento, e que é composto pelos oceanos, continentes (solo, rocha, rios, lagos, etc) e atmosfera. Esse movimento é alimentado pela força da gravidade e pela energia do sol, que provoca a evaporação da água. Na atmosfera, em grandes altitudes, formam as nuvens que, quando carregadas, dão origem às precipitações. A água ao chegar na superfície terrestre segue diferentes caminhos: parte se infiltra e percola no solo e/ou nas rochas, podendo formar e abastecer aquíferos, além de ressurgir na superfície na forma de nascentes. Diversos problemas têm sido observados em áreas de nascentes, e são reflexos da alteração das dinâmicas da natureza pela sociedade. O principal motivo da alteração dos processos naturais em áreas de nascentes, que inclusive podem comprometer a oferta de água para abastecimento público, são as práticas inadequadas adotadas no uso e ocupação da terra, devido, sobretudo, à retirada da cobertura vegetal e os modos desaconselháveis de manejo da terra nas bacias hidrográficas. Algumas consequências são as modificações nas características físicas e químicas dos solos, deixando-os mais susceptíveis aos processos erosivos e, relacionado a isso, provocando assoreamento, entulhamento e até a morte das nascentes. Diante da problemática elencada relacionada às nascentes é que se objetivou, nesse trabalho, verificar o nível de degradação ambiental de três nascentes do Córrego Águas Claras no município de Juscimeira-MT. Elas fazem parte da microbacia hidrográfica do Córrego Águas Claras, compreendendo uma área de 11.000.000,00 m<sup>2</sup>, onde está localizada uma parte da área urbana do município, que está localizada às margens da BR 364 no Vale do São Lourenço, inserido na mesorregião Sudeste Mato-Grossense. Para tanto, utilizou-se uma adaptação da análise macroscópica de Gomes *et al.* (2005). Através desse procedimento, atribuiu-se pontos de 1 a 3 para atributos específicos a serem observados nas nascentes. A pontuação serviu para quantificar o nível de degradação nas nascentes em dois períodos e, dessa maneira, permitiu verificar possíveis mudanças nesse intervalo de tempo. Os resultados obtidos podem ser vistos nas tabelas 1 e 2. As três nascentes estão localizadas em propriedade rural, as quais recebem influências de atividades agropecuárias. Os problemas ambientais nessas áreas podem ser irreversíveis, pois interferem na dinâmica de boa parte dos componentes da paisagem (relevo, solo, rocha, vegetação). No caso específico das nascentes analisadas conforme (figura 1), puderam ser observados produtos da atividade humana oriundos, principalmente, da pecuária, agricultura e de descarte de materiais de origem tecnogênica como: vidros, plásticos, tijolos, garrafas plásticas e concreto, isto é, produtos que compõem e formam depósitos tecnogênicos nas áreas pesquisadas. Ao observar os dados das tabelas, nota-se que as nascentes 2 e 3 são as que mais sofrem com os problemas ambientais. A de número 3, por estar inserida em uma área onde a atividade predominante é a pecuária, sofre com os efeitos da mesma, pois o gado tem livre acesso à nascente, o que tem provocado o pisoteio e assoreamento da mesma, destruindo o pouco que resta de vegetação e ocasionando o desbarrancamento de suas margens. Já na nascente 2 pode ser observado depósitos tecnogênicos, principalmente na forma de lixo e resíduos sólidos, que são descartados em suas margens, sendo considerados como depósitos tecnogênicos construídos (Oliveira, 1990). Pode-se observar, também, sinais de queimadas, práticas podem poluir e contaminar a nascente, resultando em alterações significativas da dinâmica dos elementos naturais da paisagem. Depósitos tecnogênicos também foram encontrados na nascente 1. Embora seja a que apresente melhor estado de conservação, resquícios de tijolos e concreto foram encontrados nessa área. Dessa forma, percebe-se, apoiado nos resultados obtidos, uma piora do nível de degradação das nascentes 2 e 3 entre os períodos analisados. Essas alterações são resultados da ação

social de apropriação dos elementos naturais, modificando-os para atender suas necessidades. Além disso, contribui para o avanço do processo de degradação e inobservância dos aspectos legais de Preservação Permanente dessas áreas prevista na legislação ambiental brasileira. Assim, o processo de degradação não só das nascentes, mas de boa parte dos canais fluviais, é consequência do modelo de desenvolvimento econômico, que para satisfazer as necessidades de parte da sociedade, negligencia o ambiente em que vive sem avaliar a potencialidade dos recursos naturais e a fragilidade dos ambientes (Ross, 1990).

Tabela 1. Análise do pH, temperatura, quantidade de cloro e turbidez da água coletada nas três nascentes. Data da coleta de água - 23 de junho de 2015.

	Nascente 01	Nascente 02	Nascente 03
<b>PH</b>	5.6	6.4	6.2
<b>Temperatura (°C)</b>	27.1 °C	27.1 °C	27.1 °C
<b>Cloro (mg/l)</b>	0.35	0.07	0.64
<b>Turbidez (NTU)</b>	1.35	6.78	6.46

Tabela 2. Análise macroscópica das nascentes do Córrego Águas Claras no município de Juscimeira-MT. (GOMES *et al.* 2005 adaptado).

QUANTIFICAÇÃO DA ANÁLISE DOS PARÂMETROS MACROSCÓPICOS	Data da Observação 22/02/2015			Data da Observação 23/06/2015		
	Nascente 01	Nascente 02	Nascente 03	Nascente 01	Nascente 02	Nascente 03
01 Cor da água	3	2	3	3	1	3
02 Odor	3	3	3	3	3	3
03 Lixo ao redor	3	2	3	3	1	2
04 Materiais Flutuantes	3	3	3	3	3	3
05 Espuma	3	3	3	3	3	3
07 Esgoto	3	3	3	3	3	3
08 Vegetação (preservação)	2	2	2	2	1	1
09 Uso por animais	3	3	1	3	3	1
10 Uso por humanos	3	1	3	3	1	2
11 Proteção do local	3	1	2	3	1	2
12 Proximidade com residência ou estabelecimento	3	3	3	3	3	3
13 Tipo de área de inserção	2	2	2	2	2	2
PONTUAÇÃO	34	28	31	34	25	28
GRAU DE PRESERVAÇÃO	Boa	Ruim	Razoável	Boa	Ruim	Ruim



Figura 1. Aspectos da degradação ambiental em duas nascentes do Córrego Águas Claras, destacando-se a presença de depósitos tecnogênicos. Foto da esquerda corresponde à nascente 1 e a da direita à nascente 2.

#### Referências

- Gomes, P.M.; Melo, C. & Vale, V.S.. 2005. Avaliação dos impactos ambientais em nascentes na cidade de Uberlândia-MG: análise macroscópica. *Sociedade & Natureza*, Uberlândia, 17 (32). 103-120.
- Oliveira, A.M.S. 1990. Depósitos Tecnogênicos Associados a Erosão atual. *Anais do Congresso Brasileiro de Geologia de Engenharia*, 1: 411 -416.
- Ross, J. 1990. *Geomorfologia, Ambiente e Planejamento*. São Paulo: Contexto.

## DESCARGA DE ÁGUA SUBTERRÂNEA NO LITORAL NORTE DO RS, BRASIL

Cacinele M. da Rocha<sup>1,2</sup>; Luis Felipe H. Niencheski<sup>1</sup>; Carlos F. F. de Andrade<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Laboratório de Hidroquímica - Instituto de Oceanografia – Universidade Federal do Rio Grande; <sup>2</sup>Laboratório de Análise de Água, Sedimentos e Biologia do Pescado - Centro de Estudos Costeiros, Limnológicos e Marinhos - Instituto de Biociências – Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Sistemas aquíferos sobrepostos possuem interligação hidráulica (Rebouças, 1994), sendo que a descarga de água subterrânea - DAS, é um fenômeno relativamente comum quando conectado às águas superficiais através de sedimentos permeáveis ou mesmo fissuras (Johannes, 1980). Atualmente, esse processo é muito reconhecido (Taniguchi *et al.*, 2007), sendo que estes aportes subterrâneos respondem por significativa parcela do abastecimento lacustre e costeiro. A planície costeira do RS foi formada, durante o Quaternário, através de leques aluviais sendo seguidos por contínuos eventos de regressão e transgressão marinha, os quais deram origem aos sistemas Laguna/Barreira I, II, III e IV (Tomazelli, 1990). No Litoral Norte, esses processos deram início à formação das dezenas de lagoas cordiformes (Tomazelli & Villwock, 2005), que representam 38,5% da superfície local (Schwarzbold & Schafer, 1984) e que, embora diferentes da configuração do sul do RS, podem apresentar processos advectivos importantes como os verificados por Andrade (2010). A área de estudo restringiu-se às lagoas Itapeva, Quadros, Pinguela e Barros, localizadas na planície costeira do RS, Brasil, na região do Litoral Norte. O trabalho se desenvolveu em dois momentos. O primeiro deles correspondeu a avaliação da ocorrência da DAS através do método *seepage meter* (Lee, 1977), já aplicado em diversos trabalhos (Cable *et al.*, 1997; Shaw & Prepas, 1989), por sua facilidade de aplicação e baixo custo envolvido, sendo os resultados preliminarmente importantes para qualificar e quantificar volumes que advectam em pontos específicos das lagoas. O período da avaliação foi entre agosto de 2013 e fevereiro de 2014. Em um segundo momento, e já apuradas as descargas, foi usado um *proxy* mais apurado para a quantificação desses processos junto à encosta da Serra Geral e na região da barreira arenosa, sendo o gás radônio (<sup>222</sup>Rn), reconhecido traçador geoquímico da advecção de água doce subterrânea que é mensurado com o equipamento RAD-7 (DurrIDGE Co., Inc.). Os dados coletados compreenderam o período de novembro de 2012 a janeiro de 2014. Consideradas as diferenças geológicas da região, para ambas as avaliações, foram propostos pontos próximos da linha de costa e também pontos mais internalizados no continente. Assim, foram definidos quatro pares de pontos de amostragem, sendo um par para cada lagoa, localizados preferencialmente nas porções próximas ao embasamento e próximo da linha da costa, conforme Figura 1A, para avaliação de possíveis diferenças no comportamento no fluxo.

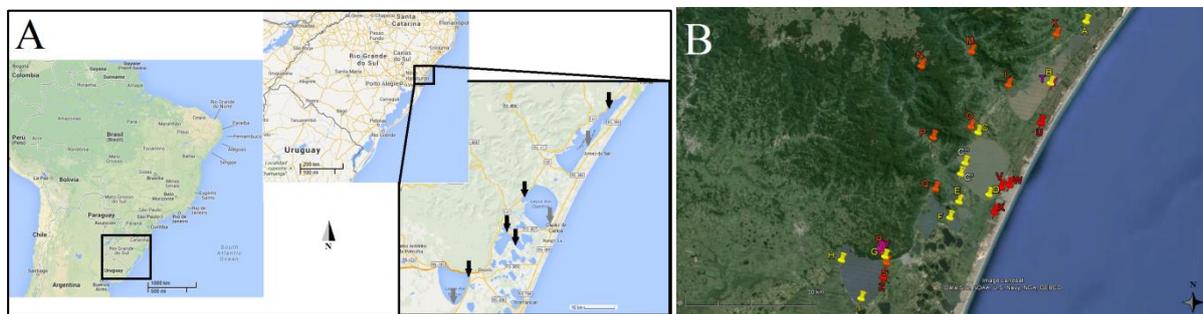


Fig. 1 - Representação da rede amostral: A. em pares na área das quatro lagoas costeiras avaliadas com *seepage meter*; B. com RAD-7 em pontos nas margens (cor amarela), nos rios (laranja) e em poços tubulares (vermelho e rosa). Fonte: Google Earth.

Com o RAD-7, a amostragem compreendeu as margens das lagoas com onze pontos, os rios com nove pontos e poços tubulares com sete pontos (Fig. 1B). Dados obtidos com *seepage meter* demonstraram haver processo advectivo, especialmente na margem junto ao embasamento, com taxas entre 0,01 a 0,16 cm d<sup>-1</sup>. Também ficaram registrados dados de infiltração próximos à costa entre -0,10 e 0,70 cm d<sup>-1</sup>.

Considerando estes quatro sistemas, o fluxo total das quatro lagoas consideradas em conjunto é de  $0,81 \text{ cm d}^{-1}$ . Os dados de Radônio serviram para melhor diferenciar os grupos amostrais poços tubulares, tributários e margens das lagoas, conforme Fig. 2A. Destaque para as concentrações obtidas em tributários, significativamente mais elevadas que nas margens lagunares. Da mesma forma, considerando os resultados finais de DAS (Fig. 2B), destacam-se os tributários Três Forquilhas e Maquiné com descargas acima de  $20.000 \text{ m}^3 \text{ d}^{-1}$  e para as lagoas Itapeva e Pinguela, que alcançam até  $45.000 \text{ m}^3 \text{ d}^{-1}$ .

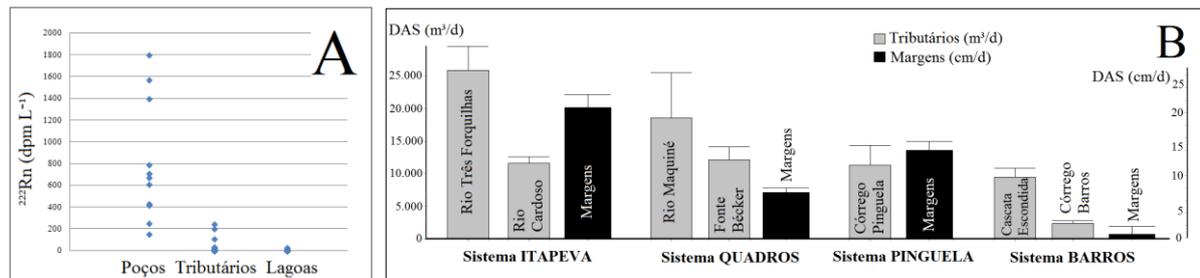


Fig. 2 – Resultados de: A. concentração de  $^{222}\text{Rn}$  nos grupos amostrados; B. DAS, obtida via RAD-7, para cada sistema avaliado.

Desta forma, fica evidente a importante descarga de águas subterrâneas nesta região, em pontos difusos e volumes expressivos, que respondem por aproximadamente 22 % e 43 % do volume das lagoas costeiras e dos tributários avaliados, respectivamente. Ainda, é importante considerar que grande parte desta água subterrânea alcança o oceano, por movimentos de infiltração e advecção.

## Referências

- Andrade, C. F. F. (2010). Conexões e interações entre a água superficial e subterrânea na região costeira do extremo Sul do Brasil.
- Cable, J. E., Burnett, W. C. & Chanton, J. P. (1997). Magnitude and variations of groundwater seepage along a Florida marine shoreline. *Biogeochemistry*, (38), 189–205.
- Johannes, R. (1980). The Ecological Significance of the Submarine Discharge of Groundwater. *Marine Ecology Progress Series*, 3, 365–373. <http://doi.org/10.3354/meps003365>
- Lee, D. R. (1977). A device for measuring seepage flux in lakes and estuaries. *Limnology and Oceanography*, 22(1), 140–147.
- Rebouças, A. C. (1994). Sistema Aquífero Botucatu no Brasil. In VIII Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas (pp. 500–509).
- Schwarzbold, A. & Schafer, A. (1984). Gênese e morfologia das lagoas costeiras do Rio Grande do Sul - Brasil. *Amazoniana*, 9(1), 87–104.
- Shaw, R. D. & Prepas, E. E. (1989). Anomalous, short-term influx of water into seepage meters. *Limnology and Oceanography*, 34(7), 1343–1351.
- Taniguchi, M., Ishitobi, T., Burnett, W. C. & Wattayakorn, G. (2007). Evaluating ground water-sea water interactions via resistivity and seepage meters. *Ground Water*, 45(6), 729–35. <http://doi.org/10.1111/j.1745-6584.2007.00343.x>
- Tomazelli, L. J. (1990). Contribuição ao estudo dos sistemas deposicionais Holocênicos do nordeste da Província Costeira do Rio Grande do Sul - com ênfase no sistema eólico.
- Tomazelli, L. J. & Villwock, J. A. (2005). Mapeamento Geológico de Planícies Costeiras : o Exemplo da Costa do Rio Grande do Sul. *Gravel*, (3), 109–115.



## SEDIMENTAÇÃO HOLOCÊNICA DO SISTEMA ESTUARINO LAGUNAR CAPIBARIBE/BEBERIBE E BACIA DO PINA, PERNAMBUCO, BRASIL

Martins, Silvio Eduardo Matos<sup>1</sup>; Barcellos, Roberto Lima<sup>1</sup>; Flores-Montes, Manuel; Pereira, Lucas Alves<sup>1</sup>; Torres Homem, Ricardo M.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> *Laboratório de Oceanografia Geológica (LABOGEO) - Universidade Federal de Pernambuco - Departamento de Oceanografia.*

Estudos que visam reconstituir a evolução holocênica são importantes para o entendimento da dinâmica sedimentar e subsidiam a compreensão das variações ambientais recentes de determinado ambiente deposicional. O sistema estuarino Rio Capibaribe/Beberibe/Bacia do Pina está situado na Região Metropolitana do Recife (8°03'S/34°53'W) e é de grande importância para o desenvolvimento econômico da região Nordeste. As áreas portuárias, historicamente, estão relacionadas ao desenvolvimento econômico e podem influenciar nas modificações do ambiente costeiro. Estudos de evolução holocênica em escala temporal decadal servem como parâmetro para comparação com o processo sedimentar atual, sua compreensão, subsidiando informações de perspectivas futuras de sua evolução. A variação vertical das porcentagens de Carbonato Biodetrítico e Matéria Orgânica Total (MOT) são ferramentas utilizadas para identificar o processo sedimentar dominante durante a deposição em ambientes costeiros e marinhos, indicando a magnitude de aporte, bem como a origem do material sedimentar. O objetivo deste trabalho é fazer uma análise comparativa dos teores verticais de matéria orgânica total (MOT), carbonato biodetrítico (Ingram, 1971) e granulometria em ambientes estuarino e de plataforma interna rasa adjacente à área do Porto de Recife. Dois testemunhos sedimentares foram coletados em Junho de 2013, sendo um na saída do sistema estuarino (T2E, 126 cm) e outro na plataforma rasa adjacente (T3E, 130 cm) por meio de uma empresa especializada em testemunhagens por mergulho autônomo, sendo então imediatamente transportados para o LABOGEO-DOCEAN-CTG-UFPE em Recife (PE). Aqueles foram serrados longitudinalmente, fotografados, descritos macroscopicamente, sub-amostrados em camadas de 2 em 2 cm de profundidade, etiquetados, congelados e após, foram encaminhadas para as análises da coluna sedimentar rasa com descrição visual de texturas, estruturas e composição sedimentar, além das análises anteriormente descritas na metodologia. Chapas de raio-x foram obtidas com o objetivo de auxiliar na descrição dos mesmos, com o realce das estruturas sedimentares. Foi utilizado o equipamento RX Meditronix BR-100. A taxa de sedimentação encontrada foi de 1,23 cm.ano<sup>-1</sup>(T3E) e de 0,79 cm.ano<sup>-1</sup>(T2E). O T3E apresentou teores máximos e mínimos de MOT de 22,5 e 3,5%, respectivamente (Fig. 1). Os menores teores estão associados à fácies carbonática, basal, e na profundidade de 1 m, com composição de lama-arenosa. Foi possível observar entre 0,8 m e 1m de profundidade inversões de picos mínimos de MOT (1m) e máximo de 22,5% (0,8m), este aumento de teor de MOT coincide com a diminuição do teor de carbonato biodetrítico, indicando uma menor influência marinha e a crescente influência do aporte fluvial no sistema estudado. Outras inversões de máximos de MOT e mínimos de CaCO<sub>3</sub> são observados nas profundidades 1,25, 1,13, 1, 0,9, 0,84, 0,55, 0,3 e 0,05 m, as quais podem estar associadas a eventos de grandes enchentes na bacia do rio Capibaribe, nos anos de 1914, 1920, 1924, 1950, 1966, 1975, 2000 e 2010. Ambos os testemunhos apresentaram variação na composição sedimentar com uma base francamente arenosa e carbonática para uma lama terrígena em seus topos. Esse limite se encontra em 126 cm de profundidade na plataforma rasa e no baixo estuário o mesmo é observado em 92 cm. A matéria orgânica apresentou elevados índices para depósitos de plataforma interna (T3E). Na saída do sistema estuarino (T2E), a maioria do material pelítico se concentrou entre os níveis entre 30 e 80 cm estando bem próximo dos níveis que concentraram os teores mais elevados de MOT observados principalmente entre 20 e 90 cm de profundidade. Os carbonatos alçaram os mais elevados teores na composição sedimentar dos níveis basais, estando entre 90 e 126 cm. Os altos teores de MOT no baixo estuário indicam a forte contribuição do rio Capibaribe/Bacia do Pina e o rio Beberibe. A variação brusca na composição de sedimentos carbonáticos cascalhosos para sedimentos pelíticos continentais, próximo à base dos testemunhos, denota um período de aproximadamente um século de sedimentação haja vista

que a mudanças sofridas pelo ambiente deposicional está diretamente associado a construção do quebra-mar em 1909 (Porto do Recife S.A., 2014), evidenciando um sistema deposicional artificializado e com grande potencial de retenção de material lamoso de origem predominantemente estuarina, apesar dos teores de carbonatos serem relativamente altos (40%) denotando também a influência marinha nos processos sedimentares locais. Tais mudanças na composição sedimentar, observadas em ambos os testemunhos, indicam variações ambientais tal qual o aumento no volume de sedimentos em suspensão influenciados diretamente pelas mudanças de engenharia costeira na área Portuária de Recife, assim como a evolução de uso do solo nas proximidades das bacias hidrográficas. Tais modificações, como a construção de quebra-mares criaram áreas de menor energia as quais facilitaram a deposição de sedimentos finos terrígenos e desta forma aumentaram os teores de MOT e diminuíram os teores de carbonatos. Os resultados indicam como importante o aporte de sedimentos finos dos sistemas fluviais dos rios Capibaribe, Beberibe e da Bacia do Pina, para plataforma interna adjacente à área estudada, sendo possível associar diretamente a presenças dos enclaves de lama descritos por Kempf *et al.* (1968) a este aporte costeiro. Os dados serão melhor complementados com informações de composição isotópicas ( $\delta^{13}\text{C}$  e  $\delta^{15}\text{N}$ ) da matéria orgânica sedimentar, e as taxas de sedimentação por  $^{210}\text{Pb}$ , as quais estão em processamento.

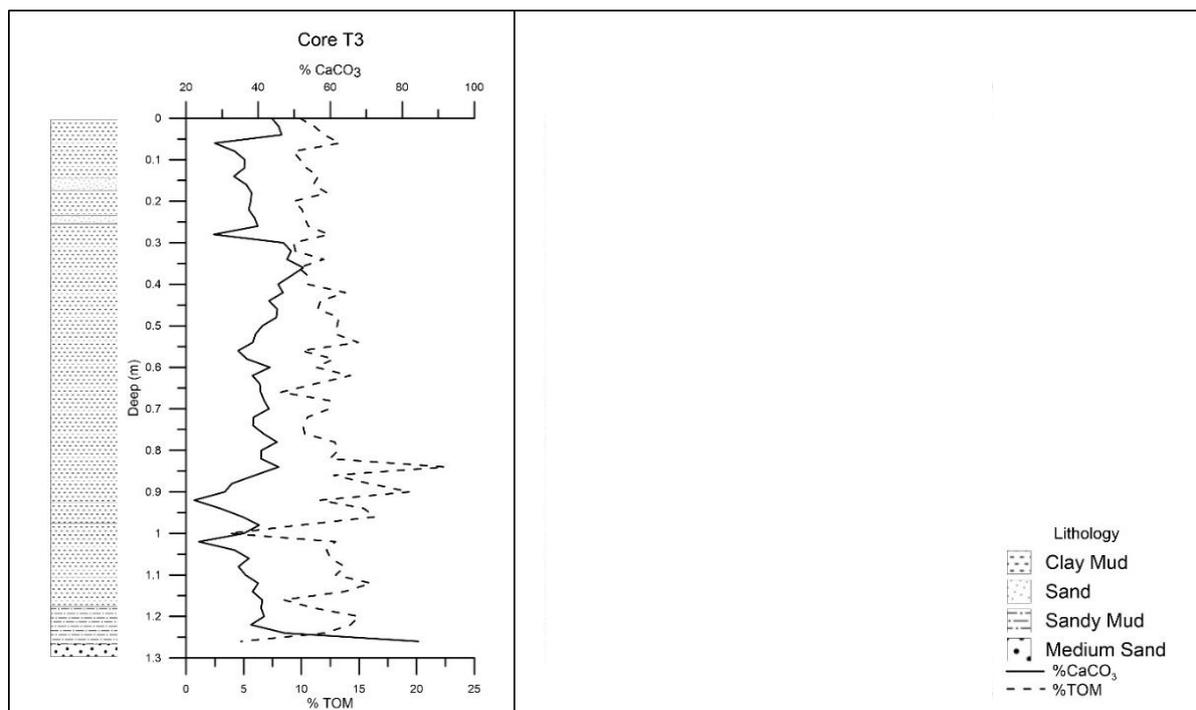


Figura 1: Descrição litológica e teores de MOT e  $\text{CaCO}_3$  do testemunho T3E.

### Referências

- Ingram, R. L. 1971. Sieve analysis. In: CARVER, R.E. (ed.) Procedures in Sedimentary Petrology. Wiley Interscience, p. 49-69.
- Kempf, M.; Coutinho, P.N. & Morais, J.O. 1968. Plataforma continental do Norte e Nordeste do Brasil. DHN, Publ. DG 26-XI, p.579-600.
- Porto do Recife S.A. 2014. Histórico do Porto de Recife. Disponível em: <<http://www.portodorecife.pe.gov.br/historia.php>>. Acesso em: 24 de jun. 2014.



## GEOMORPHOLOGY AND TERRITORIAL EVOLUTION CHARACTERIZATION FROM XVI CENTURY TO PRESENT, RAVENNA, ITALY

Frederico Scarelli<sup>1,2</sup>, Gabbianelli Giovanni<sup>1</sup>, Stefano Fabbri<sup>1</sup>, Cantelli Luigi<sup>1</sup>, Flavia Sistilli<sup>1</sup>, Eduardo G. Barboza<sup>3</sup>

<sup>1</sup>BiGeA - University of Bologna, via Sant'Alberto 163, I-48123 Ravenna, Italy. - <sup>2</sup>Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Instituto de Geociências, Programa de Pós-Graduação em Geociências, Av. Bento Gonçalves 9500, 91509-900 Porto Alegre, RS, Brazil. - <sup>3</sup>Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Instituto de Geociências, Centro de Estudos de Geologia Costeira e Oceânica, Av. Bento Gonçalves 9500, 91509-900 Porto Alegre, RS, Brasil

The barrier-lagoon coastal system is a high depositional erosive system, directly linked to the relative sea level changes (RSL) and these changes imply in a dynamical variations, which changes the coastal morphology, influencing the entire adjacent environment (Dillenburg *et al.*, 2009). The aim of this work is to show the Ravenna coast's (in the northwest of Adriatic Sea) historical geomorphology evolution with the purpose of understanding how the natural and anthropic factors have acted in the area. It was possible to reconstruct anthropic transformations in the territory and the sedimentary dynamics processes that together has defined the actual morphology and state of Ravenna's coast. The period of analysis is from XVI century to present and the period coincide with the Little Ice Age (LIA) during about 1500 AD to 1850 AD (Brazdil *et al.*, 2005). The LIA affected the climate above European continent and in the Adriatic coast the morphological changes was wakeless (Simeoni & Cobau, 2009) due to an increase in river sediment transport rate by Appennini Rivers. The sediment supply started a normal regression with a strong river deltas's progradation, resulting in a quick geomorphological change (Gabbianelli *et al.*, 2000). At the beginning of XIX century, with a climate improvement, the rivers deltas started to be eroded and the forms have gone from river-deltas form to wave-delta form *sensus* Galloway (1975) (Corregiari *et al.*, 2005). This analysis was done using the pre-geodetic cartography from 1600 – 1692 – 1713 – 1757 – 1766 – 1850, and in Geographic Information System (GIS) environment it had been possible integrate the pre-geodetic cartographic with geodetic cartography data that are: aerial-photo from 1954 by IGM (Istituto Geografico Militare); geodetic chart from 1893 and 1935 by IGM and satellite imagery WordView-2 from 2011. Using a georeferenced tool in the software ESRI ArcGIS 10.1 was possible arrive an accuracy reconstruct of the coastal evolution, with a good qualitative and quantitative, also to regenerate the pre-geodetic cartography that were georeferenced. It is possible due the territory's trigonometric points easy to identify in the charts, such as historical buildings or the pontiff benchmark net (Comune di Ravenna, 1994) and by a historical-archeology that exist in the zone area. After georeferencing, the principal territorial elements present in the charts were digitalized: i) hydrography, principal rivers and drainage channels; ii) shorelines; iii) wetlands and reclamation terrains; iv) pinewoods. Elements digitalized allowed to overlap elements on the actual imagery and vice-versa, to evaluate the territorial changes (Figure 1). It was possible to determinate the anthropic contribution to the territory evolution, as drainage channels for wetlands reclamation, which characterized the barrier-lagoon system or the pinewoods man-managed in the coastal zone and the influence of LIA in the depositional system. Studying the evolution of this dynamic system, which, together with anthropic changes, has determined the actual morphology and the coastal area high susceptibility, supported the base for applied the Integrated Coastal Zone Management.

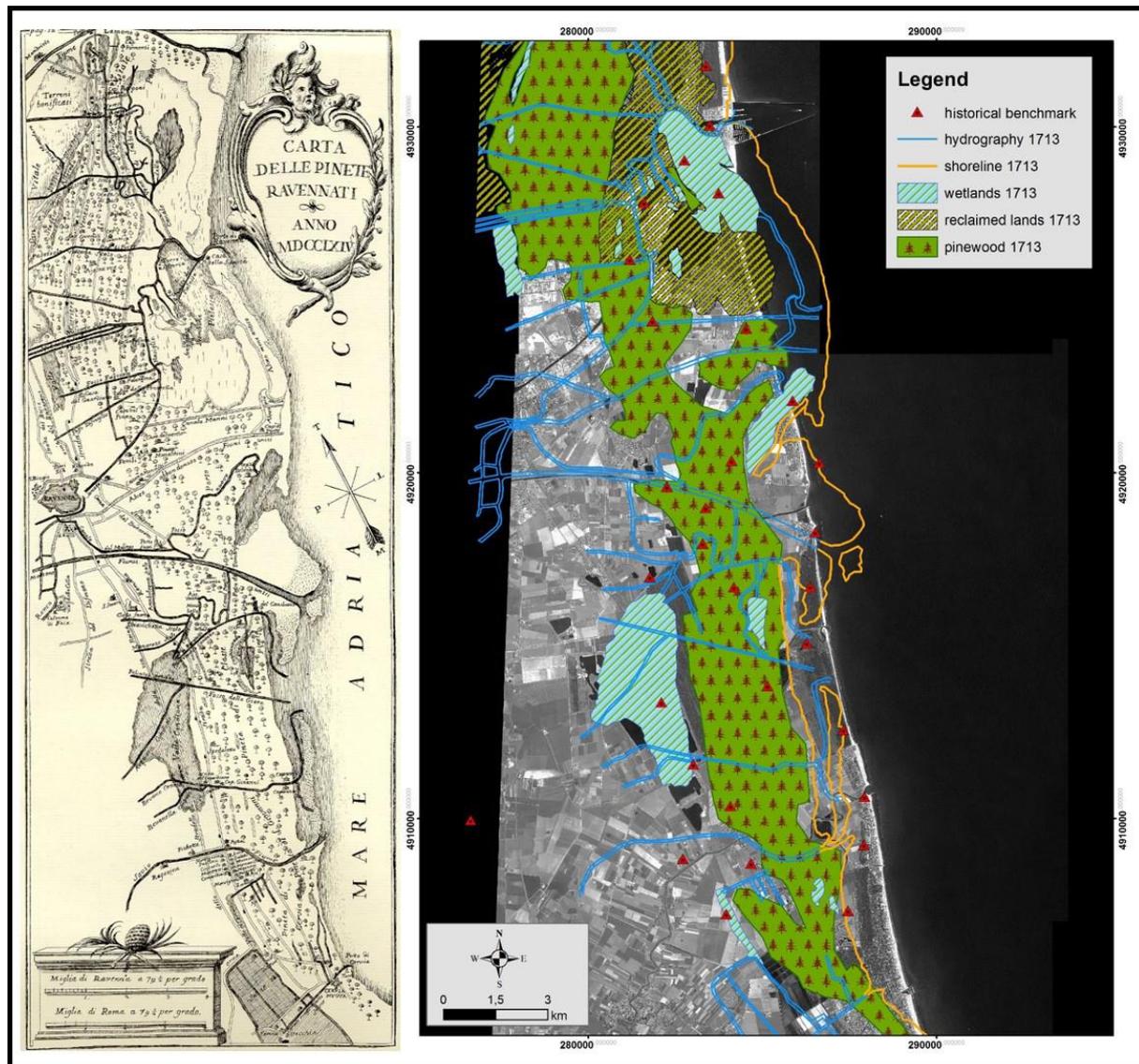


Figure 1: Pre-Geodetic chart from 1713 of Ravenna coast with digitalized territorial elements overlap the satellite image WordView-2 2011.

## References

- Brázdil R., Pfister C., Wanner H., Von Storch H. & Luterbacher J., 2005. Historical Climatology in Europe – The State of the Art. *Climatic Change* 70, pp. 363-430.
- Comune di Ravenna, 1994. Piano di intervento per il risanamento delle Pialasse Baiona e Piombone. Correggiari A., Cattaneo A., Trincardi F., 2005. Depositional patterns in the Late Holocene Po Delta System. *River Deltas- Concepts. Models and Exmples. SEPM Special Publication*, 83, pp. 365-392.
- Dillenburg, S.R., Barboza, E.G., Tomazelli, L.J., Hesp, P.A., Clerot, L.C.P. & Ayup-Zouain, R.N. 2009. The Holocene Coastal Barriers of Rio Grande do Sul. In: Dillenburg, S.R. & Hesp, P.A. (eds.). *Geology and Geomorphology of Holocene Coastal Barriers of Brazil. Lecture Notes in Earth Sciences*, p. 53-91
- Gabbianelli G., Del Grande C., Simeoni U., Zamariolo A. & Calderoni G., 2000. Evoluzione dell'area di goro negli ultimi cinque secoli (Delta del Po). In *Studi Costieri* n.2: 45-63.
- Galloway W.E., 1975. Process framework for describing the morphologic and stratigraphic evolution of deltaic depositional systems. In Broussard M. L., (ed.), *Deltas Models for Exploration: Houston Geological Society*, pp. 87-98
- Simeoni U. & Corbau C., 2009. A review of the Delta Po evolution (Italy) related to climatic changes and human impacts. *Geomorphology* 107, pp. 64–71.



## ANÁLISE ESPAÇO-TEMPORAL (2009-2015) DA PRAIA E DA LINHA DE COSTA, PRAIA DOS ARTISTAS, COROA DO MEIO, ARACAJU, SERGIPE

Luciana Vieira de Jesus<sup>1</sup>, João Paulo da Silva Santos<sup>2</sup>, Ana Cláudia da Silva Andrade<sup>1,2</sup>, José Maria Landim Dominguez<sup>3</sup>, Taís Kalil Rodrigues<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Pós-Graduação em Geociências e Análise de Bacias – Universidade Federal de Sergipe. <sup>2</sup>Departamento de Geologia – Universidade Federal de Sergipe. <sup>3</sup>Pós-Graduação em Geologia – Universidade Federal da Bahia. <sup>4</sup>Departamento de Geografia – Universidade Federal de Sergipe

A linha de costa na área contígua à margem direita da desembocadura do rio Sergipe, na Coroa do Meio, Aracaju, Sergipe, foi estabilizada de forma paralela e perpendicular com enrocamento de rochas entre os anos de 1990 e 2000 (Wanderley, 2006). No período de 2007 a 2008 ocorreu um processo erosivo intenso na Praia dos Artistas e da Coroa do Meio que ocasionou a destruição de estruturas antrópicas (Vieira, 2008). Esse evento erosivo motivou esta pesquisa, cujo objetivo foi realizar a análise das variações espaço-temporais da praia e da linha de costa contígua à Praia dos Artistas (Figura 1) no período de 2009 a 2015. A metodologia consistiu na realização de perfis de praia pelo método das Balizas de Emery (1961), determinação das variações no volume de sedimentos calculado pelo método dos Trapézios, determinação da taxa de recuo da linha de costa calculada pelo método EPR (*End Point Rate*) (Dolan *et al.*, 1991) e confecção de mapa com as mudanças experimentadas pela linha de costa utilizando o aplicativo ArcGis 9.3.1. A linha de costa mapeada nas imagens foi o limite entre a praia seca e a praia úmida (*shoreline high tide* definida por Bird, 2008). A linha de costa denominada de *coastline* por Bird (2008) coincide com o enrocamento de rochas paralelo à praia (vide Figura 1). Em janeiro de 2009, a praia possuía largura total de cerca de 90 m, sendo que desse valor, 55 m consistia de praia seca. A praia apresentava uma berma e o enrocamento de rochas na sua retaguarda estava quase que totalmente recoberto por sedimentos retrabalhados pelo vento, com dunas frontais. Em 2010, um processo erosivo esculpiu uma escarpa na face de praia. A partir de agosto de 2013, mesmo na maré baixa de sizígia, a praia (seca e úmida) desapareceu completamente. A praia não se recuperou mais até o levantamento de campo realizado em março de 2015 e a linha de costa (*shoreline*) passou a coincidir com a *coastline* (Figuras 1, 2 e 3). O volume de sedimentos erodido e a taxa de recuo da linha de costa no período da análise, de janeiro de 2009 a janeiro de 2013, foram de 305,76 m<sup>3</sup>/m e 13,65 m/ano, respectivamente. Dessa forma, mesmo tendo as suas margens fixadas, a dinâmica do canal do rio Sergipe continua influenciando na morfologia da praia e da linha de costa da área investigada. Sem a presença do enrocamento de rochas, a linha de costa teria recuado de tal maneira que atingiria as estruturas antrópicas posicionadas na sua retaguarda, causando danos sócio-econômicos. Esse trabalho serve como subsídio ao planejamento ambiental da área investigada.

### Agradecimentos

Os autores agradecem à CAPES (bolsa de mestrado), ao CNPq (projeto de pesquisa), ao PGAB, ao DGEOL e a F.M. Nascimento pelo cálculo do volume de sedimentos.

### Referências

- Bird, E. 2008. Coastal geomorphology: an introduction. New York: John Wiley & Sons. 436 p.
- Emery, K.O. 1961. A simple method of measuring beach profiles. *Limnology and Oceanography*, 6: 90-93.
- Vieira, M. 2008. Maré alta destrói mais áreas da praça de eventos da orla: calçada e estacionamentos são os mais atingidos pela ressaca do mar. *Jornal da Cidade, Aracaju*, p. B-2, 25 de janeiro de 2008.
- Wanderley, L.L. 2006. Paisagem na janela: esse nosso inconstante rio Sergipe e a evolução de sua Foz. In: Alves, J. P. H. (Org.). *Rio Sergipe: importância, vulnerabilidade e preservação*. Aracaju, SE: Ós Editora, p. 167-194.

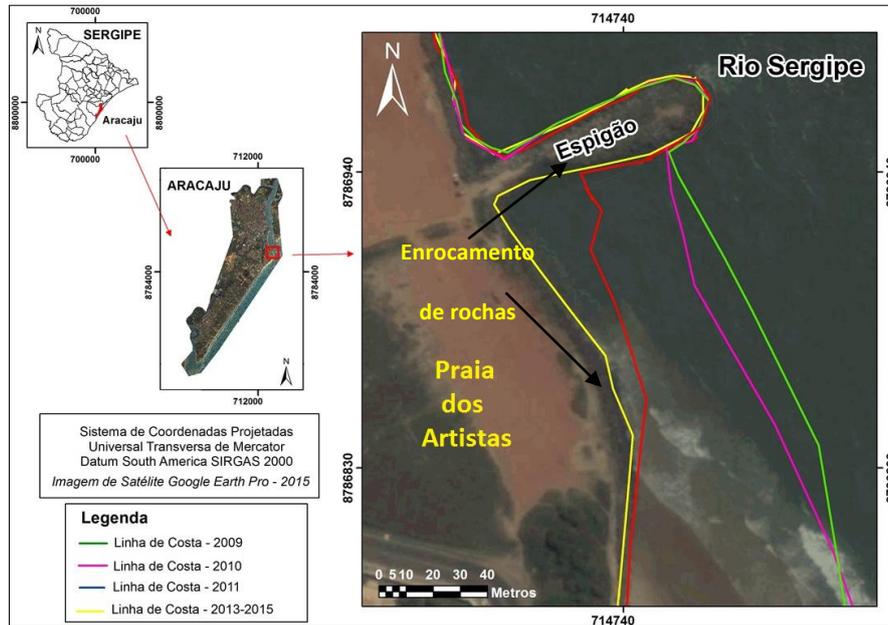


Figura 1. Localização da área de estudo e configuração da linha de costa (*shoreline high tide*) na Praia dos Artistas, Aracaju, Sergipe, no período de 2009 a 2015. A partir de 2013, a linha de costa atingiu o enrocamento de rochas paralelo à praia. A linha de costa (*shoreline high tide* de Bird, 2008) passou a coincidir com a *coastline* definida por esse mesmo autor.



Figura 2. Mudanças na morfologia da Praia dos Artistas, Aracaju, Sergipe. (A) em 2009: praia extensa com berma; (B) em 2010: praia em erosão com escarpa (C) em 2013: ausência de praia. Fonte das fotografias: acervo de projeto de pesquisa.

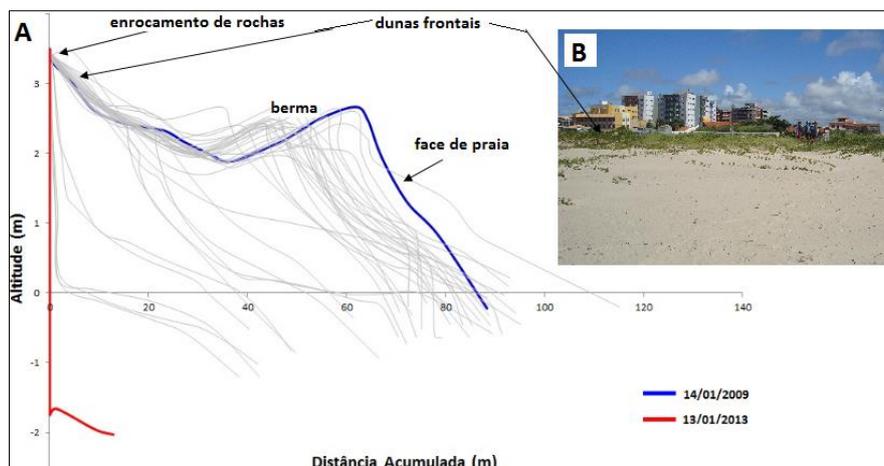


Figura 3. Perfis de praia levantados na Praia dos Artistas no período de janeiro de 2009 a janeiro de 2013 (A) e dunas frontais em junho de 2009 (B). A linha em azul indica o perfil de janeiro de 2009; a linha em vermelho, o perfil de janeiro de 2013 e as linhas em cinza, os perfis de datas intermediárias. Não foi possível realizar o levantamento topográfico a partir de agosto de 2013, pois a praia desapareceu.



## **TAXA DE VARIAÇÃO DA LINHA DE COSTA E DO VOLUME DE SEDIMENTOS (2008-2015) NAS PRAIAS DOS ARTISTAS E DA ATALAIA VELHA, ARACAJU, SERGIPE**

Luciana Vieira de Jesus<sup>1</sup>, João Paulo da Silva Santos<sup>2</sup>, Ana Cláudia da Silva Andrade<sup>1,2</sup>, José Maria Landim Dominguez<sup>3</sup>, Taís Kalil Rodrigues<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Programa de Pós-Graduação em Geociências e Análise de Bacias – Universidade Federal de Sergipe. <sup>2</sup>Departamento de Geologia – Universidade Federal de Sergipe, <sup>3</sup>Pós-Graduação em Geologia – Universidade Federal da Bahia. <sup>4</sup>Departamento de Geografia – Universidade Federal de Sergipe

A taxa de variação da linha de costa, que representa uma estimativa do seu recuo ou avanço ao longo do tempo, é um dos métodos mais utilizados por cientistas costeiros para indicar a dinâmica do ambiente e os riscos costeiros (Dolan *et al.*, 1991). O objetivo desse trabalho é calcular a taxa de variação da linha de costa e o volume de sedimentos nas Praias dos Artistas e da Atalaia Velha (Figura 1). A metodologia consistiu no levantamento de 6 perfis de praia no período de outubro de 2008 a março de 2015 pelo método das Balizas de Emery (1961), na obtenção da taxa de variação da linha de costa a partir dos perfis de praia utilizando o método EPR (*End Point Rate*) descrito por Dolan *et al.* (1991) e no cálculo do volume de sedimentos pelo método dos Trapézios. A linha de costa mapeada foi definida como sendo a linha que separa a praia seca da praia úmida (*shoreline high tide* de Bird, 2008). Nos perfis 1 e 2 a taxa de variação da linha de costa e a variação no volume de sedimentos foram calculados no período de outubro de 2008 a janeiro de 2013 e outubro de 2008 a fevereiro de 2014, respectivamente, devido ao desaparecimento da praia no perfil 1 mesmo na maré baixa de sizígia desde janeiro de 2013 e à perda do ponto de referência do perfil 2 desde fevereiro de 2014. Os resultados mostraram que a taxa de variação da linha de costa foi negativa nos perfis 1, 2, 3 e 6 (-10,68 m/ano, -4,94 m/ano, -11,21 m/ano e -11,63 m/ano, respectivamente) e positiva nos perfis 4 e 5 (+6,17 m/ano e +12,10 m/ano, respectivamente). Apesar do cálculo da taxa de variação da linha de costa pelo método EPR utilizar apenas os valores extremos, a linha de costa em todos os perfis variou significativamente no período analisado (Figura 2). Adicionalmente, a variação no volume de sedimentos foi negativa nos perfis 1, 2, 3 e 6 (-322,43 m<sup>3</sup>/m, -152,71 m<sup>3</sup>/m, -3,36 m<sup>3</sup>/m e -130,72 m<sup>3</sup>/m, respectivamente) e positiva nos perfis 4 e 5 (+ 161,95 m<sup>3</sup>/m e +486, 64 m<sup>3</sup>/m, respectivamente). Desta forma, a perda de sedimentos na praia resultou no recuo da linha de costa nos perfis 1, 2, 3 e 6. É possível que parte destes sedimentos perdidos tenham sido depositados nos perfis 4 e 5. Os dados apresentados nesse estudo são úteis em projetos de recuperação artificial de praias, com alimentação de sedimentos (Nordstrom, 2010) e na determinação de faixas de proteção da linha de costa, evitando assim a ocupação humana e, conseqüentemente, as perdas sócio-econômicas (Muehe, 2001).

### Agradecimentos

Os autores agradecem à CAPES (bolsa de mestrado), ao CNPq (projeto de pesquisa), ao PGAB, ao DGEOL e a F. M. Nascimento pelo cálculo do volume de sedimentos.

### Referências

- Bird, E. 2008. Coastal geomorphology: an introduction. New York: John Wiley & Sons. 436 p.
- Dolan, R., Fenster, M. S., Holme, S. J. 1991. Temporal Analysis of Shoreline Recession and Accretion. *Journal of Coastal Research*, 7(3): 723-744.
- Emery, K. O. 1961. A simple method of measuring beach profiles. *Limnology and Oceanography*, 6: 90-93.
- Muehe, D. 2001. Critérios morfodinâmicos para o estabelecimento de limites da Orla Costeira para fins de gerenciamento. *Revista Brasileira de Geomorfologia*, 2(1): 35-44.
- Nordstrom, K.F. 2010. Recuperação de Praias e Dunas. [Tradução Silvia Helena Gonçalves], São Paulo, Oficina de Textos, 263p.

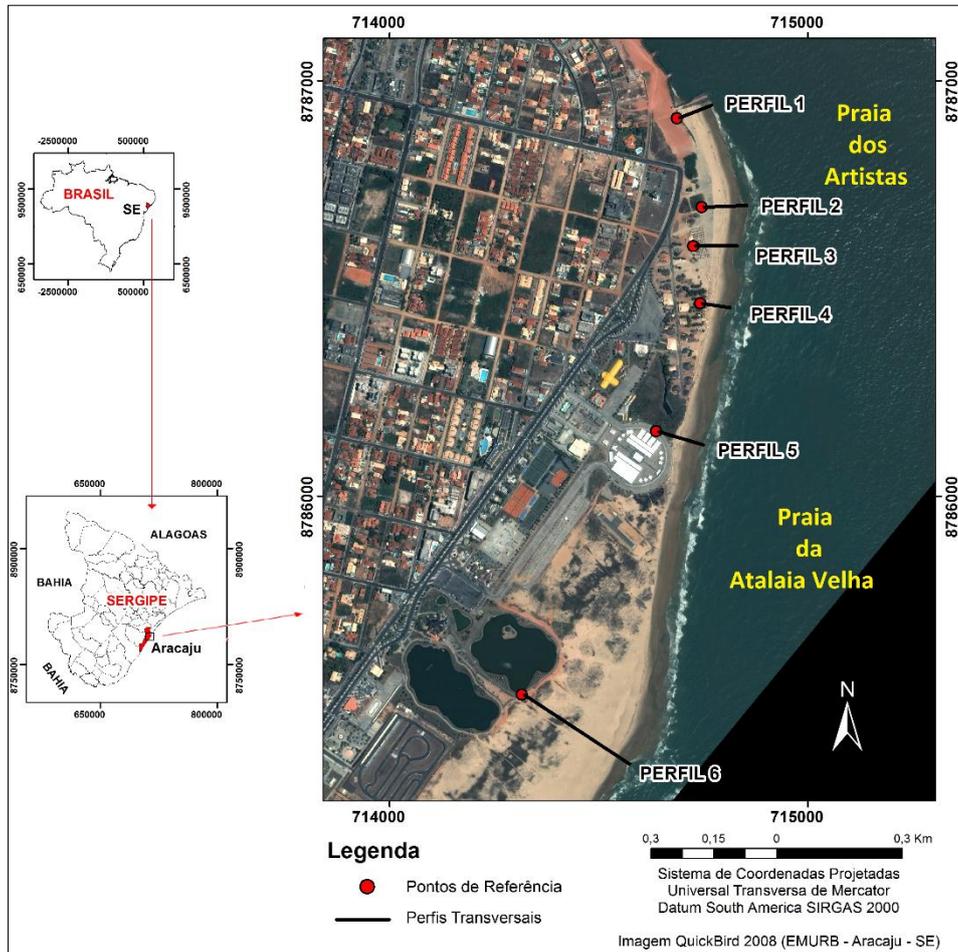


Figura 1. Localização da área de estudo, com os 6 transectos nas praias dos Artistas e da Atalaia Velha, Aracaju, Sergipe.

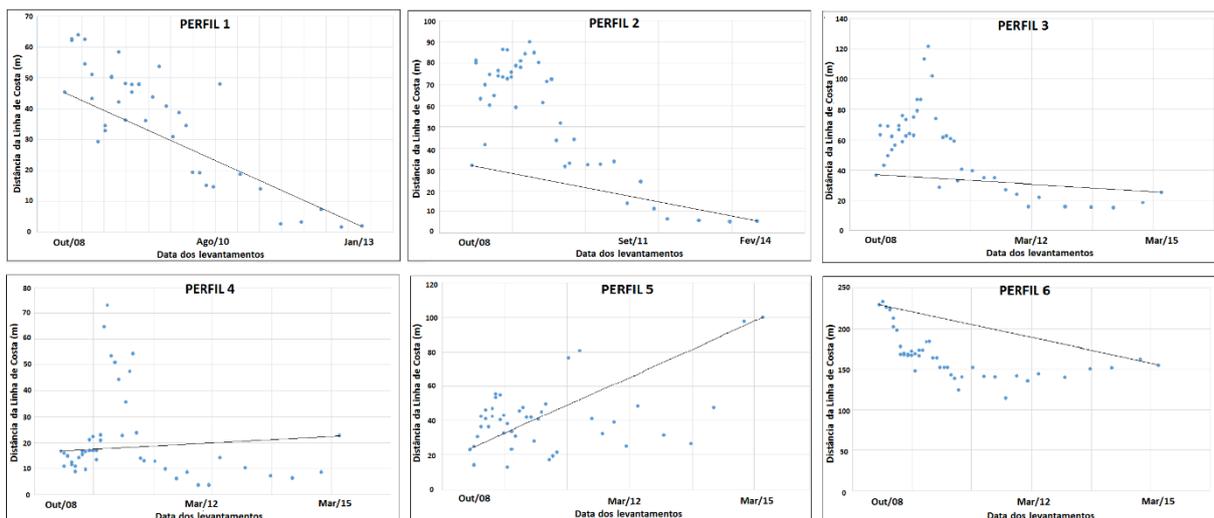


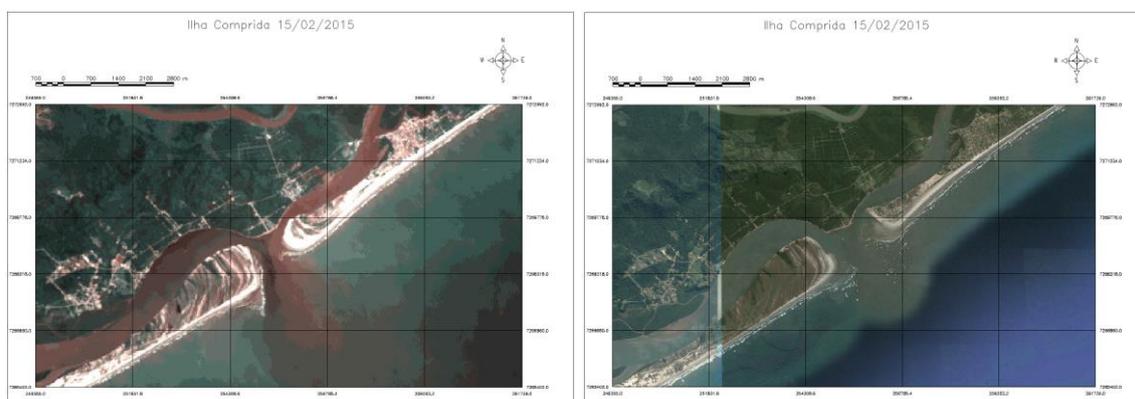
Figura 2. Séries temporais de mudanças na configuração da linha de costa (*shoreline high tide*) nos 6 perfis levantados nas praias dos Artistas e da Atalaia Velha, Aracaju, SE. Os gráficos foram elaborados para os períodos de outubro de 2008 a janeiro de 2013 e de outubro de 2008 a fevereiro de 2014, para os perfis 1 e 2, respectivamente. Para os demais perfis, os gráficos foram elaborados para o período de outubro de 2008 a março de 2015. A reta conecta os pontos iniciais e finais utilizados no cálculo da taxa de variação da linha de costa pelo método EPR descrito por Dolan *et al.* (1991).

## MAPEAMENTO DE FEIÇÕES COSTEIRAS HOLOCÊNICAS NA PORÇÃO NE DA ILHA COMPRIDA/SP COM TECNOLOGIA GPS DE ALTA PRECISÃO

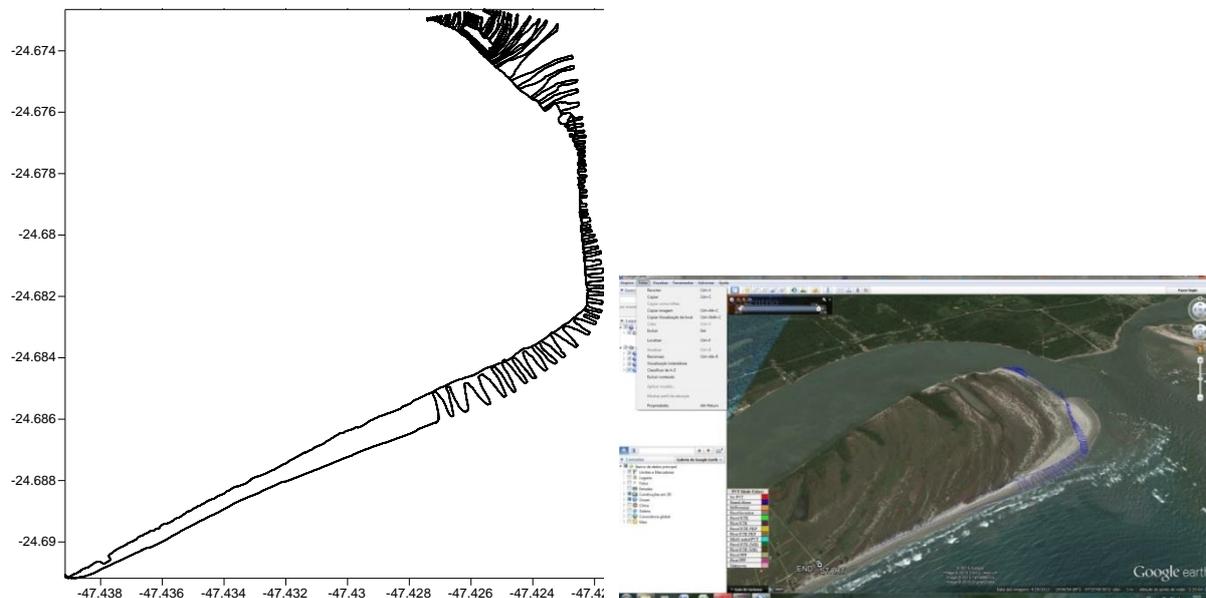
Carlos C. F. Guedes<sup>1</sup>, Gilberto P. Ribeiro<sup>1</sup>, Gyrlene A. M. da Silva<sup>1</sup>, Henrique C. K. V. Machado<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Laboratório de Tecnologia e Processamento de Imagens - Departamento de Ciências do Mar - Universidade Federal de São Paulo.

A partir de maio de 2015 foram iniciados trabalhos de campo no litoral sul paulista, na Ilha Comprida, em sua porção Nordeste (NE), com o propósito de monitoramento da morfodinâmica praiar para os próximos dois anos (Figura 1). A intensa dinâmica da região de estudo, resultado tanto de agentes naturais como antrópicos (Nascimento *et al.*, 2008; Guedes *et al.*, 2011; Mahiques *et al.*, 2012, 2014; Souza, 2012), resultou, historicamente, em grandes alterações no desenho da linha de costa, tanto no recorte do litoral de Ilha Comprida quanto no município vizinho, Iguape. Desta forma, no sentido de obter novas contribuições no entendimento dos processos costeiros de erosão e progradação marinhas responsáveis pela formação da ilha estão sendo realizados monitoramentos das feições costeiras com receptor GPS de alta precisão, com periodicidade trimestral. Para o monitoramento das feições costeiras como linha de costa (linha da vegetação), perfis de praia e cordões litorâneos (praias e dunares) que servirão de referência para as comparações com dados de variáveis climáticas e oceanográficas utilizou-se geotecnologias como GPS e SIG. O uso das geotecnologias nas tarefas executadas nas expedições de campo têm sido imperativas para quantificar e qualificar em que medida as mudanças nesse litoral ocorrem pela ação dos condicionantes físicos: astronômicos (marés lunissolares), climatológicos (tensão do vento e vento em superfície) e oceanográficos (clima de ondas e correntes litorâneas). O monitoramento trimestral em campo será completado com a análise de imagens por sensores remotos (Figura 2) com a identificação das principais feições costeiras e suas variações nas séries temporais. Dentro da metodologia consolidada empregada houve o suporte o receptor GPS Atus APS-3 de dupla frequência (L1/L2) utilizado se mostrou capaz de medições precisas de coleção de coordenadas terrestres de 17.807 pontos percorridos, no modo de operação cinemático, em intervalos de aquisição de 1<sup>s</sup> de tempo, o que vem garantir alterações planialtimétricas com precisões na ordem de 1,3m (Hor.) e 1,9m (Vert.) no modo *Standalone*, e 0,01m + 1 ppm (Hor.) e 0,02m + 1ppm (Vert.) no modo RTK (*Real Time Kinematic*) (Altus, 2015). Valores de DOP (*Dilution of Precision*) médios obtidos nessa amostragem: PDOP (*Geometric Precision*)=1,4; TDOP (*Time*)=0,7; HDOP (*Horizontal*)=0,7; e VDOP (*Vertical*)=1,2. Com base nessas medições foi possível gerar uma sequência de pontos plotadas sobre fotografias aéreas históricas previamente mosaicadas e georreferenciadas da região, para as épocas de 1962 e 2000 (Figuras 5 e 6). Fotografias desse tipo para o ano de 2014 estão sendo também preparadas no contexto do Sistema de Informações Geográficas SPRING para servirem de apoio às análises espaciais futuras.



Figuras 1 e 2. Visão geral da porção NE da Ilha Comprida, Praia do Leste e Iguape/SP - LANDSAT8 (15/2/2015) e Google (ano 2013).



Figuras 3 e 4. Plotagem de pontos GPS (sistema de coordenadas geodésicas) sobre a porção NE da Ilha Comprida/SP.



Figuras 5 e 6. Fotografias aéreas históricas - anos 1962 e 2000 - porção NE da Ilha Comprida/SP.

## Referências

- Altus Positioning Systems Inc. 2015. APS-3 User Manual. Revision 3.0.0.
- Guedes, C.C.F.; Giannini, P.C.F.; Sawakuchi, A.O.; Dewitt, R.; Nascimento, D.R.; Aguiar, V.A.P. & Rossi, M.G. 2011. Determination of controls on Holocene barrier progradation through application of OSL dating: The Ilha Comprida Barrier example, Southeastern Brazil. *Marine Geology (Print)*, p. 1-16.
- Mahiques, M.M.; Figueira, R.C.L.; Alves, D.P.V.; Italiani, D.M.; Martins, C.C. & Dias, J.M.A. 2014. Coastline changes and sedimentation related with the opening of an artificial channel: the Valo Grande Delta, SE Brazil. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*.
- Mahiques, M.M.; Figueira, R.C.L.; Salaroli, A.B.; Alves, D.P.V. & Gonçalves, C. 2012. 150 years of anthropogenic metal input in a Biosphere Reserve: the case study of the Cananéia-Iguape coastal system, Southeastern Brazil. *Environmental Earth Sciences*. v. 68, n. 4, p. 1073-87.
- Nascimento Junior, D.R.; Giannini, P.C.F.; Tanaka, A.P.B. & Guedes, C.C.F. 2008. Mudanças morfológicas da extremidade NE da Ilha Comprida (SP) nos últimos Dois Séculos. *Geologia USP. Série Científica*, v. 8, p. 25-39.
- Ribeiro, G.P. 2005. Tecnologias digitais de geoprocessamento no suporte à análise espaço-temporal em ambiente costeiro. Tese de doutorado. Programa de Pós-Graduação em Geografia. UFF.
- Souza, C.R.G. 2012. Praias arenosas oceânicas do estado de São Paulo (Brasil): síntese dos conhecimentos sobre morfodinâmica, sedimentologia, transporte costeiro e erosão costeira. *Revista do Departamento de Geografia – USP Volume Especial 30 Anos*, p. 307-371.



## ESTUDO DA VARIABILIDADE DOS BANCOS ARENOSOS DA ZONA DE SURFE NA PRAIA DO CASSINO

Natacha de Oliveira<sup>1</sup>, Elaine Siqueira Goulart<sup>2</sup>, Lauro Júlio Calliari<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Programa de Pós Graduação em Geociências- Instituto de Geociências – Universidade Federal do Rio Grande do Sul;

<sup>2</sup>Laboratório de Oceanografia Geológica - Instituto de Oceanografia – Universidade Federal do Rio Grande.

A região costeira é um ambiente de grande dinâmica, uma vez que resulta dos processos de interação entre oceano, atmosfera e continente. Esta interação gera processos oceanográficos e de transporte de sedimentos que levam à formação de bancos arenosos longitudinais à praia. Os bancos apresentam disposição e desenho continuamente modificados pela hidrodinâmica e para cada conformação define-se um estágio praiar. Estes estoques sedimentares são migratórios podendo migrar em direção à linha de costa em situações de ondulação do tipo *swell* e afastar-se *offshore* em situações de tempestades. Geralmente os bancos proximais são mais móveis e instáveis do que os distais, pois estes requerem níveis de energia mais elevados para serem mobilizadas, condições alcançadas geralmente durante e logo após tempestades (Lippmann *et al.*, 1993). Dentre as funções que estes depósitos arenosos exercem dentro da zona de arrebentação a mais notável é a filtragem de ondas incidentes, através da quebra das mesmas. A dissipação de energia de onda em decorrência de sua quebra produz uma grande quantidade de espuma que é visível através de sensores remotos, tais como o vídeo imageamento. Uma vez que a quebra da onda ocorre em água rasa, os locais de concentração de quebra indicam a posição dos bancos submersos (Holman & Stanley, 2007). Através do vídeo imageamento, como o sistema Argus, foi possível visualizar toda a área amostrada correspondente a zona de arrebentação e surfe da praia do Cassino desde o ano de 2005 até maio de 2012. As posições dos bancos arenosos submersos foram obtidas utilizando mosaicos compostos por imagens *timex* (média a intensidade luminosa) retificadas e capturadas por quatro câmeras. Com finalidade de verificar a variabilidade espacial e temporal destes bancos, foram aplicadas as Funções Ortogonais Empíricas. Estas funções foram utilizadas pois são capazes de analisar e separar um grande conjunto de dados espacial e temporalmente. Elas são ranqueadas de acordo com a porcentagem de variabilidade, sendo o primeiro modo da função a principal forma de variabilidade do perfil. Os modos sucessivos, e que são ortogonais ao anterior, são selecionados sequencialmente à medida que estes representarem uma maior quantidade de variância ainda não explicada. Todos os três bancos arenosos tiveram sua variabilidade descrita por seis modos significativos de variabilidade e tais valores estão apresentados na Tabela 1. Verificou-se que o primeiro banco arenoso, o mais interno, sofre com maiores variabilidades. Isto é explicado pelo fato deste ser o mais dinâmico e por estar frequentemente localizado na zona de quebra, experimentando um significativo transporte de sedimento e sendo influenciado pelas mudanças de praia em menor escala de tempo, quando comparado com o banco mais externo (Larson & Kraus, 1992), que precisa de grande energia, como a energia de tempestades mais fortes, para mudar a conformação. A primeira EOF explica que este primeiro banco se modifica com menor ritmicidade, adotando um comportamento quase linear na maior parte das vezes. As demais funções, conforme menor variabilidade explicada, são acrescidas de maior ritmicidade, onde o comprimento de onda das ritmicidades foi na ordem 250 m para o segundo modo, 170 m para o terceiro e 110 m para os demais. Sendo assim, o banco interno adquiriu maior ritmicidade no tempo e espaço com menor frequência. Deste modo, pode-se afirmar que este banco encontra-se aproximadamente 42% do tempo em estágio dissipativo e 38% do tempo no estágio intermediário LBT. No segundo banco arenoso (intermediário), bem como no primeiro, a primeira autofunção explica um comportamento levemente linear, sem ritmicidade marcante, demonstrando assim um comportamento dissipativo em aproximadamente 44% do tempo. A escala espacial das feições apresenta um comprimento de onda de aproximadamente 300 m para o segundo modo, 200 m para o terceiro e uma variação de 140-170 m para os demais modos. Apesar de apresentar conformidade linear em boa parte do tempo, neste banco, a soma dos cinco modos que sucedem a primeira autofunção (que dita uma conformação linear mais estável) alcança aproximadamente o valor desta mesma autofunção,



sugerindo que o banco é tão rítmico quanto levemente linear. Esta informação pode ser reforçada pelo fato de que estes bancos sofrem com as ondas de borda, às vezes permanentes, levando a maior ritmicidade. Assim, o banco intermediário encontra-se no estágio intermediário LBT em 41,8% do tempo. O terceiro banco arenoso, o mais externo, demonstrou, através das autofunções, ser mais estável, com sua variabilidade atingindo menores amplitudes no espaço. Isso é porque uma vez que este banco está formado ele só está exposto a quebra de onda e transporte de areia durante tempestades severas, e o transporte induzido quando não há arrebentação de ondas produz mudanças mais lentas nas propriedades destes bancos (Larson & Kraus, 1992). Logo, na maior parte do tempo, permanece em equilíbrio com as condições ambientais. Sua ritmicidade alcança 400 m para o segundo modo, 280 m para o terceiro e apresenta uma variação entre 180-210 m para os demais modos. Assim, o banco externo permanece em estado dissipativo em 43,9% do tempo e atinge o estágio intermediário LBT 30,1% do tempo. Quando realizado um paralelo entre a variação da altura das ondas incidentes na região com a variação temporal das EOF's é notável que em muitas ocasiões os eventos de onda de maior energia corroboram para uma variabilidade mais acentuada, levando a uma mudança de conformação dos bancos devido a esta energia incidente. Contudo, a variabilidade destas feições não pode ser atribuída somente à variabilidade do clima de ondas, uma vez que deve ser levado em consideração outro tipo de fator hidrodinâmico e morfologia antecedente. As EOF's demonstraram ser uma ferramenta muito válida no aprimoramento da classificação praial e confirmou que as variações na forma em planta dos bancos arenosos no Cassino se enquadram muito bem nos modelos de variação de praia de múltiplos bancos propostos na literatura. Com o uso destas funções foi possível reforçar as classificações anteriores realizadas para o Cassino, as quais indicavam que a praia estava frequentemente entre o estado dissipativo e estados intermediários.

Tabela 1. Modos de variabilidade (MV) em porcentagem obtidos através dos cálculos de EOF's para todos os modos e espaçamento de ritmicidades (ER) em metros estipulado através do comprimento de onda apresentado em cada modo a partir do segundo modo de variabilidade para os três bancos arenosos presentes na praia do Cassino. O primeiro modo de cada banco foi descrito como não rítmico (NR) devido a conformação linear apresentada.

	Primeiro banco		Segundo banco		Terceiro banco	
	MV (%)	ER (m)	MV (%)	ER (m)	MV (%)	ER (m)
<b>Modo 1</b>	41,9	NR	43,9	NR	43,9	NR
<b>Modo 2</b>	18,6	250	22,8	300	13,7	400
<b>Modo 3</b>	8,8	170	8,6	200	7,3	280
<b>Modo 4 - 6</b>	10,5	110	10,4	140 - 170	9,1	180 - 210
<b>Soma</b>	79,8		85,7		74	

#### Referências

- Holman, R. A. & Stanley, J. 2007. The history and technical capabilities of Argus. *Coastal Engineering*, 54: 477-491.
- Larson, M. & Kraus, N.C. 1992. Dynamics of longshore bars. *Coastal Engineering*, 1(23): 2219- 2232.
- Lippmann, T. C., Holman R. A. & Hathaway K. K. 1993. Episodic, nonstationary behavior of a double bar system at Duck, North Carolina, USA, 1986-1991. *Journal of Coastal Research* 15: 49-75.



### 3D PHOTOGRAMMETRIC RECONSTRUCTION FROM LOW ALTITUDE IMAGING REALIZED BY LOW-COST UAV

Luigi Cantelli<sup>1</sup>

<sup>1</sup>University of Bologna, Dipartimento di Scienze della Terra e Geologico Ambientali, Via Zamboni 67, 40127 Bologna, Italy

From a long time the detection and analysis of the field used images taken from the sky. Starting from the aerial photogrammetry up to the satellite images, this has always proved as a powerful tool that has always been characterized, however, by a substantial cost especially when the research was focused on particular areas or required a high-resolution data. In recent years, the advent of UAV (unmanned aerial vehicle) allowed the researchers to eliminate the prohibitive cost of a flight realized specifically and also releasing the possibility to shoot images at the desired altitude, in this way, controlling the pixel size on the ground obtaining, with low-altitude flights (15-50 m), exactly the precision required for each case study. At the same time over the past decade they have developed algorithms of *sfm* (Structure from Motion) seeking to reconstruct the morphology of elements only from sequences of images taken from arbitrary position. In these last 3 years, they have begun to offer on the software market some programs finally very efficient in this reconstruction work, as in the case of that used by the author, Agisoft PhotoScan, which has now reached a discrete maturity and a relative simplicity of use. The first attempts demonstrate immediately their efficacy and the good accuracy that could be obtained by a survey executed with these tools, in many cases comparable with a Laser Scan relief that was normally used for these jobs on the ground (Mancini *et al.*, 2013). Until now, however, the UAV aircraft used for this survey were made in a semi artisanal way requiring good engineering capabilities and design skills as well as computer programming competence. In addition the costs, only for the aircraft, approximately reach 7,000 to 10,000 € to which we must add the cost of a good camera to be installed in the aircraft. This type of UAVs are usually constructed with non-standard pieces that, in case of breakage, must be rebuilt and the structure is typically quite fragile, finally the guide during the flight requires the development of specific capabilities. For all these reasons, usually the field survey was commissioned to specialized companies that provide the data collected. The chronic shortage of funds in the Italian University was then pushing to seek an alternative method that would allow to have a good quality result using a commercial low-cost UAV (about 1,300 €). The advantages in this case are to have an aircraft economic, robust and with simplified maintenance, the flight was assisted by the onboard pre-programmed electronic. Combining this UAV with the specific needs of the software used to process the images acquired we developed an operating mode that would allow even students to be able to use this 3D technology of reconstruction as part of their training process. To get to the development of an effective process it took months of trial and experiments that have gone hand in hand with the development of software that evolved in parallel. They were created correction profiles for the specific lens of this UAV and have been recognized and tested the characteristic parameters of the images obtained to be used for a better recognition by PhotoScan. The coded targets were realized and optimized for easy recognition within images and it was also experienced the best way to enter the geotag in the captured images. Finally in several cases they were compared to results obtained with a relief on the same area realized with laser scan demonstrating the good quality of the data that we can derive from this technology.

#### Reference

Mancini, F.; Dubbini, M.; Gattelli, M.; Stecchi, F.; Fabbri, S. & Gabbianelli, G. 2013. Using Unmanned Aerial Vehicles (UAV) for High-Resolution Reconstruction of Topography: The Structure from Motion Approach on Coastal Environments. *Remote Sens.* 5, 6880-6898.



## CARACTERIZAÇÃO DE UM DEPÓSITO SEDIMENTAR MARINHO FORMADO POR DESCARTE DE MATERIAL DRAGADO

Pereira, T.G.<sup>1</sup>; Dias, G.T.M.<sup>2</sup>; Freitas, M.A.V.<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Geografia Física - Instituto de Geografia – Universidade do Estado do Rio de Janeiro. thiagopereira.uerj@gmail.com; <sup>2</sup>Laboratório de Geologia e Geofísica Marinha – Instituto de Geociências – Universidade Federal Fluminense gilbertotmd@gmail.com; <sup>3</sup>Instituto Virtual Internacional de Mudanças Globais- COPPE, - Programa de Planejamento Energético – Universidade Federal do Rio de Janeiro. mfreitas@ivig.coppe.ufrj.br.

A atividade de dragagem invariavelmente é acompanhada de alterações ambientais impactantes, tanto no local de retirada, quanto na área de destino final dos sedimentos despejados (Wienberg *et al.*, 2004). Um dos principais impactos são causados na composição sedimentar e na geomorfologia do local, após uma dragagem de grande porte (e.g. dragagem de aprofundamento). Quando grandes quantidades de sedimentos são despejadas em um ambiente totalmente distinto das condições fisiográficas de origem, é provável que se forme um cenário de instabilidade sedimentar por um determinado tempo (Ware *et al.*, 2010). Devido à natureza física do material retirado de ambientes estuarinos durante um aprofundamento de canal, geralmente há remoção de camadas sedimentares mais compactas, chegando a atingir depósitos de idade terciária e embasamento rochoso alterado (Fettweis *et al.*, 2005). O presente trabalho apresenta resultados de estudos sobre uma dragagem de aprofundamento onde foram despejados quatro milhões de m<sup>3</sup> em águas abertas próximo aos municípios de Niterói e Rio de Janeiro, em local com 1 km de raio e perímetro de 6,27 km, totalizando 3,14 km<sup>2</sup> de área, sobre uma profundidade média de -34 m. Esta região é dominada francamente por ondas e está submetida a condições que vão de calmas a muito severas (ondas de até 4 m, com valores médios em torno de 1,5 a 2 m), com grande potencial de transporte sedimentar (Bentes *et al.*, 1997). A composição sedimentar original do fundo da região consistia em areias quartzosas de plataforma e areias relíquias, conforme Dias (2001) e Oliveira & Muehe (2013). Os despejos realizados se identificam nessa problemática e, devido à atuação de diferentes equipamentos de dragagem e mecanismos de remoção do sedimento dos acessos aquaviários, tornou-se mais complexo o dimensionamento das perturbações causadas na área de despejo. Foram estabelecidos três pontos para coleta de sedimentos dentro da área de descarte “Área C”, um central (Ponto D – Lat. 23°1’30”; Long. 43°5’30”), um a 500 m à nordeste do centro (Ponto NE – Lat. 23°1’18”; Long. 43°5’18”) e outro a 500m à sudoeste do centro da área (Ponto SW – Lat. 23°1’41” e Long. 43°5’44”). Os dados obtidos da granulometria foram realizados por um estudo de monitoramento do IVIG/COPPE, a pedido da Secretaria Especial de Portos da Presidência da República (SEP/PR), órgão responsável, dentre outras atribuições, pela demanda de obras de dragagem nos portos marítimos do território Brasileiro. Também foram realizados levantamentos batimétricos, com linhas de sondagem cobrindo toda a área licenciada para os despejos afim de acompanhar a evolução deposicional do material descartado. Na primeira campanha, observa-se que o sedimento superficial do fundo marinho é predominantemente arenoso, com percentuais variando entre 97 e 99%. A classe modal é areia média, acompanhado de percentuais consideráveis de areia fina. Os dados de granulometria pré-dragagem nas duas coletas apresentaram valores condizentes que validam a caracterização da área a partir de seus resultados, conforme comunicado por Oliveira & Muehe (2013). Depois de ocorrido intenso processo de despejo de lama, a tendência de encontrar alterações significativas na composição sedimentar da área de estudo se confirmou. Já na primeira campanha durante a dragagem, em junho de 2010, foi detectada sensível tendência de areias de aspecto siltoso no quadrante NE. Neste mesmo quadrante, o grau de seleção dos grãos foi classificado como muito mal selecionado – outra evidência de descaracterização das condições naturais. Foi verificada diminuição de areia e aumento consistente de lama e argila na sedimentação superficial, ao longo das coletas no período durante a execução da dragagem. No entanto, a última campanha durante o período de dragagem ocorreu quando a intensidade de despejos já era bem menor que no início das obras: no primeiro semestre foram despejados 1,74 m<sup>3</sup> x 10<sup>6</sup>; no segundo semestre foram 1,57 m<sup>3</sup> x 10<sup>6</sup> e nos últimos oito meses foram apenas 0,7m<sup>3</sup> x 10<sup>6</sup>. É provável que essa diminuição nos últimos meses tenha refletido no retorno do material mais arenoso, e diminuição da

fração fina, mostrando assim traços de recuperação das condições sedimentares prévias aos descartes. Na última campanha, por exemplo, a fração sedimentar fina já se encontrava bastante reduzida, semelhante aos percentuais antes dos despejos. Porém, as características pré-dragagem de selecionamento e diâmetro do sedimento permaneceram alteradas. O levantamento batimétrico realizado 20 meses após o encerramento dos despejos de sedimentos da área de descarte oceânico indica que houve consolidação dos sedimentos despejados, representado por uma elevação proeminente do resto do leito marinho, com morfologia radial, relativamente simétrica. O ponto mais elevado foi de -30 metros, próximo ao centro e gradiente de declividade de 1:171 m entre a parte mais alta e o limite Sul do depósito (Figura 1). Os cálculos de volume efetuados (*gridvolume*) indicaram um valor de 2.696.126 m<sup>3</sup> para os depósitos acima da cota de -35m. Dessa forma, estima-se que um percentual da ordem de 66% de todo o volume despejado se manteve dentro dos limites projetados para a Área C.

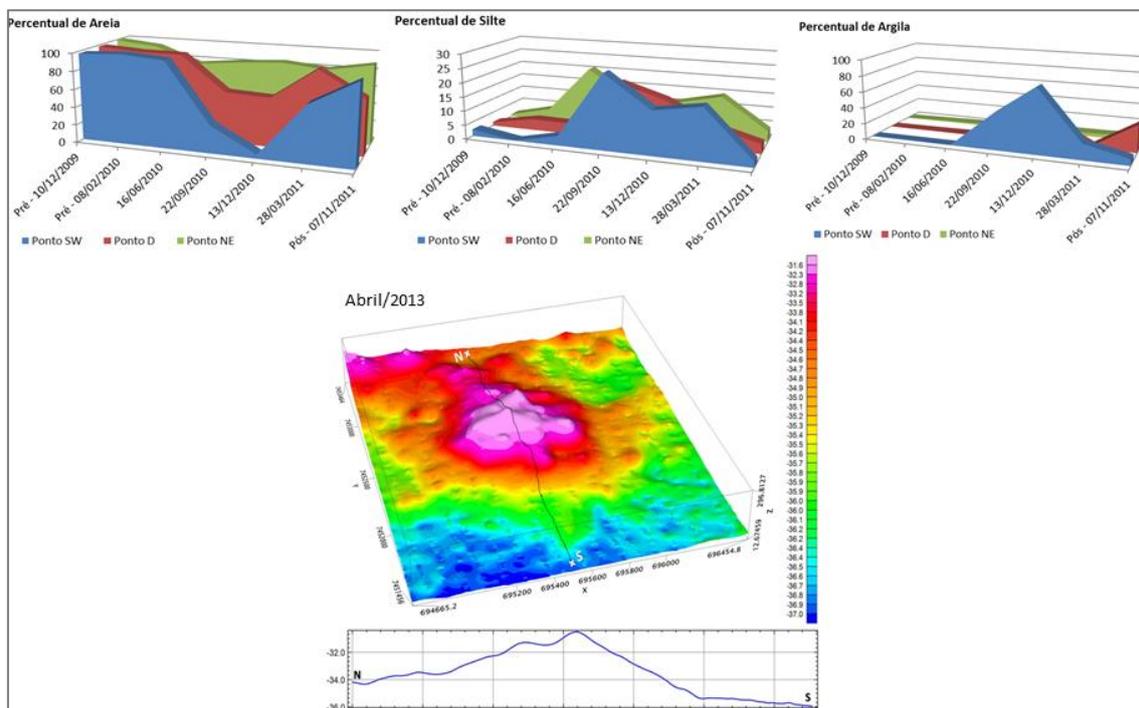


Figura 1: Percentuais granulométricos nos pontos de monitoramento ao longo dos períodos pré, durante e pós-dragagem, e batimetria final.

## Referências

- Bentes, A.M.L.; Fernandez, G.B. & Ribeiro, A.Y. 1997. Estudo da morfodinâmica de praias compreendidas entre Saquarema e Macaé, RJ. *Oecologia Brasiliensis*, Rio de Janeiro, 3:229-243.
- Fettweis, M., Francken, F., Van Den Eynde, D., Houziaux, J.-S., Vandenberg, N., Fontaine, K., Deleu, S., Van Lancker, V. & Van Rooij, D., 2005. Mud origin, characterisation and human activities (MOCHA): characteristics of cohesive sediments on the Belgian Continental Shelf. Scientific Report Year 1. Brussels, Belgian Science Policy PODOII, 70 pp.
- Oliveira, J. F. & Muehe, D. 2013. Identification of the occurrence of compatible sediments for beach nourishment in the inner continental shelf between the towns of Niterói and Macaé – Rio de Janeiro, Brazil. . 2013. *Journal of Integrated Coastal Zone Management*. Vol. 13(1):89-99.
- Ware, S.; Bolam, S.G. & Rees, H.L. 2010. Impact and recovery associated with the deposition of capital dredging at UK disposal sites: lessons for future licensing and monitoring. *Marine Pollution Bulletin*. 60, 79–90.
- Wienberg, C.; Danneberg, J. & Hebbeln, D., 2004. The fate of dumped sediments monitored by a high-resolution multibeam echo sounder system, Weser Estuary, German Bight. *Geo Mar. Lett.* 24, 22–31.



## UMA CURVA DO NÍVEL RELATIVO DO MAR NO QUATERNÁRIO SUPERIOR PARA ESTUDOS DA EVOLUÇÃO DA PLATAFORMA CONTINENTAL SUL

Cecilio, R. O.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Programa de Pós-graduação em Geociências - Instituto de Geociências - Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

A Plataforma Continental Sul do Brasil (PCS) localiza-se entre 28,6°S e 34,4°S do leste da América do Sul, entre o Cabo de Santa Marta em Santa Catarina e o Cabo Polônio no Uruguai, respectivamente. Além dos limites meridionais, a PCS compartilha com a planície costeira sul de sua linha de costa muito longa (~ 800 km) e praticamente contínua, com orientação NE-SW, que forma duas suaves projeções. Sua morfologia, contudo, difere totalmente da configuração da linha de costa, apresentando uma geodiversidade vista em poucas regiões ao redor do mundo. Construída durante uma sucessão de eventos de variação do nível do mar, a PCS guarda em sua morfologia um registro riquíssimo de sua herança geológica. As distâncias entre a costa e a isóbata de 100 m configuram uma diferença de primeira ordem entre a parte norte e sul da PCS. Ao norte de aproximadamente 32°S, a PCS apresenta uma maior declividade até os 100 m e, ao sul de 32°S, essa isóbata passa a se encontrar adjacente à quebra de plataforma, distando mais de 200 km da costa. Essa variação no posicionamento da isobata de 100 m se deve ao avanço do Rio da Prata e sua enorme carga de sedimentos sobre a atual PCS durante os eventos de regressão marinha desde o Mioceno, os quais foram determinantes na construção dessa plataforma rasa ao sul de 32°S. Uma revisão sobre o assunto pode ser feita a partir de trabalhos como os de Alves (1977), Fontana (1996) e Rosa (2009). Esforços inéditos em direção à elaboração de experimentos numéricos para a simulação da evolução da PCS estão em andamento, com o objetivo de reproduzir o processo de construção das barreiras costeiras do quaternário superior existentes na região. Como um primeiro passo, é necessária a definição de uma curva de nível relativo do mar para o período de, pelo menos, meio milhão de anos. Embora sujeitos a certas incertezas, os dados de isótopos de O<sup>18</sup> proveem um indicador inestimável para a glacio-eustasia global. Partindo então dos dados de O<sup>18</sup> dos últimos 780 mil anos (m.a.), como disponibilizados pelo projeto SPECMAP da NOAA, apresentamos na Figura 1 (acima) a curva de O<sup>18</sup> redimensionada por fator 32 de forma a se ajustar aos -120 m da última regressão marinha (~ 20 m.a.). A semelhança com a curva de Miller *et al.* (2011) é marcante, com as maiores diferenças sendo encontradas nos máximos transgressivos anteriores a 300 m.a.. Soerguimentos ou subsidências do continente ou das bacias marginais, contudo, inserem uma variável muito importante que pode ser determinante para a definição do nível relativo do mar. Seja por alívio no peso de geleiras, mares ou oceanos costeiros, seja por acresção de um prisma sedimentar ou mesmo por tectonismo, o fato é que taxas de subsidência ou soerguimento devem ser calculadas a partir de indicativos locais de paleoníveis marinhos e inseridas na curva glacio-eustática. Dada a quase completa falta desses indicadores na região, nos limitamos aos apresentados em Tomazelli & Dillenburger (2007), 7,7 m há 125 m.a., e em Lopes (2013), 10 m há 230 m.a., para definir os dois eventos transgressivos mais recentes. Como pode ser visto na Figura 1 (abaixo), mais importante são os paleoníveis encontrados nos eventos com idade superior a 300 m.a., associados à Barreira I (Villwock & Tomazelli, 1995), os quais atingem um mínimo de 40 m somente após aplicarmos uma taxa de soerguimento de 160 mm/m.a. Ainda assim, o evento de 230 m.a. apenas atinge aproximadamente o nível do evento mais recente, o que pode indicar a existência de uma taxa ainda maior de soerguimento. Destacam-se alguns níveis de estabilização submersos (-30, -45 e -80 m) e a própria taxa de soerguimento, que pode ser considerada alta para a região, mas é ainda uma ordem de grandeza inferior às encontradas na mesma latitude no oeste da América do Sul (Saillard *et al.*, 2009). Até que seja possível uma melhor calibração com mais indicadores de paleonível marinho, essa curva proposta será utilizada em simulações da evolução da PCS no Quaternário Superior, que poderão ser acompanhadas diretamente no *site* do projeto ([www.renatocecilio.org](http://www.renatocecilio.org)).

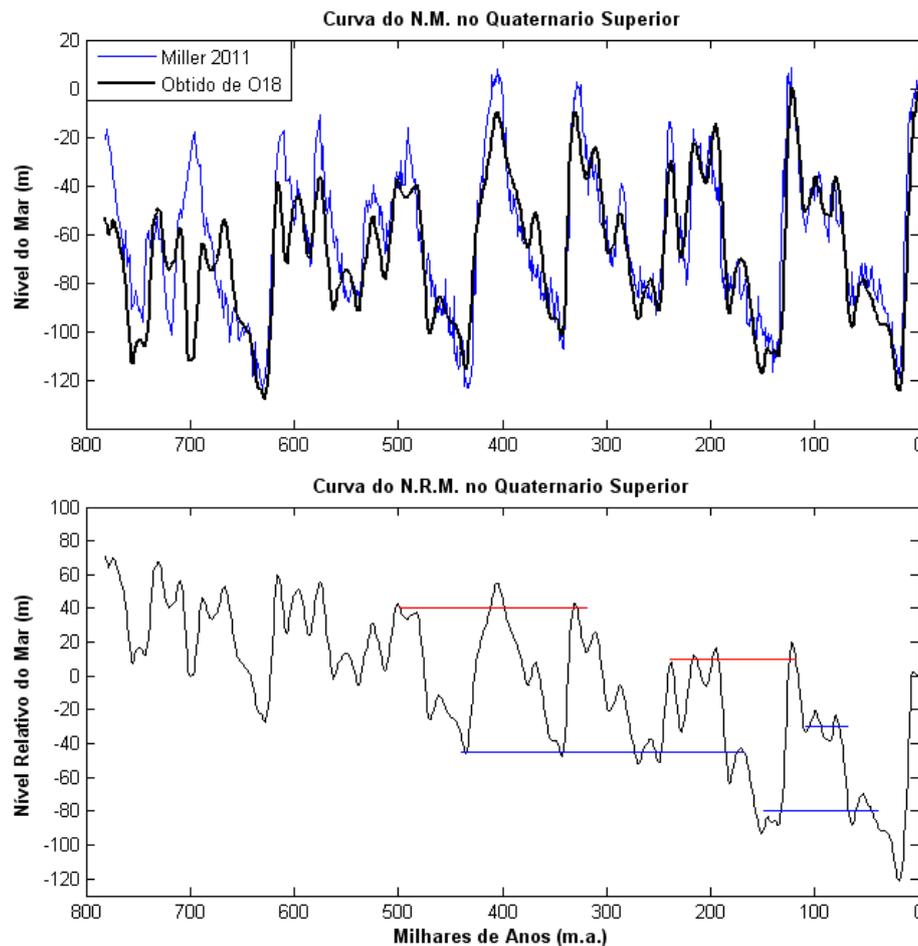


Figura 1. Curva glacio-eustática do nível do mar no Quaternário Superior de Miller (2011) e como obtida com os dados de O<sup>18</sup> (acima) e curva proposta de nível relativo do mar na PCS (abaixo). Linhas horizontais são os níveis de interesse emersos (10 e 40 m, em vermelho) e submersos (-30, -45 e -80 m, em azul).

### Referências

- Alves, E.C. 1977. Estrutura Rasa do Talude e Sopé da Margem Continental do Rio Grande do Sul e Uruguai. 74p. Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-Graduação em Geociências, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
- Fontana, R.L. 1996. Geotectônica e Sismoestratigrafia da Bacia de Pelotas e Plataforma de Florianópolis. Tese de Doutorado, Programa de Pós-Graduação em Geociências, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
- Lopes, R.P. 2013. Reconstituição paleo-climática e paleo-ambiental do pleistoceno tardio no sul da planície costeira do Rio Grande do Sul. Tese de Doutorado, Programa de Pós-Graduação em Geociências, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
- Miller, K.G., Mountain, G.S., Wright, J.D. & Browning, J.V. 2011. A 180-million-year record of sea level and ice volume variations from continental margin and deep-sea isotopic records. *Oceanography*, 24(2):40-53.
- Saillard, M., Hall, S.R., Audin, L., Farber, D.L., Hérail, G., Martinod, J., Regard, V., Finkel, R.C. & Bondoux, F. 2009. Non-steady long-term uplift rates and Pleistocene marine terrace development along the Andean margin of Chile (31 S) inferred from Be10 dating. *Earth Planet. Science Letters*, 277, 50-63.
- Rosa, M.L.C.C. 2009. Análise Gravimétrica e Magnetométrica da Região Sul da Província Costeira do Rio Grande do Sul, Setor Sudoeste da Bacia de Pelotas. 79p. Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-Graduação em Geociências, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
- Tomazelli, L.J. & Dillenburg, S.R. 2007. Sedimentary facies and stratigraphy of a last interglacial coastal barrier in south Brazil. *Marine Geology*, 244, p. 33-45.
- Villwock, J.A. & Tomazelli, L.J. 1995. Geologia costeira do Rio Grande do Sul. Notas Técnicas. CECO, Instituto de Geociências, UFRGS, n.8, 45p., Porto Alegre.



## IDENTIFICAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DE DEPÓSITOS LAGUNARES DA PLANÍCIE COSTEIRA DO RIO GRANDE DO SUL, COM AUXÍLIO DA PALINOLOGIA – DADOS PRELIMINARES

Maciel, G. S.<sup>1</sup>, Leandro, L. M.<sup>1</sup>, Netto, R. G.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidade do Vale do Rio dos Sinos (UNISINOS).

Na planície costeira do Rio Grande do Sul (PCRS) ocorrem depósitos lagunares, paludais e/ou de pequenas áreas alagadas interdunais. Estudos para a identificação e caracterização de depósitos antigos representativos desses contextos deposicionais na PCRS vêm sendo realizados, com auxílio da palinologia. Tais estudos têm por base corpos lenticulares de granulometria fina e contendo resíduos de matéria orgânica aflorantes em Osório e nas barrancas do arroio Chuí, visando uma análise comparativa e potenciais correlações. Os depósitos lagunares de Osório estão inseridos no que corresponde ao Sistema Depositional Laguna-Barreira III, conforme Villwock & Tomazelli (1995), e ocorrem no topo da sucessão pleistocênica, sobrepondo os depósitos eólicos. Os resultados obtidos, ainda preliminares, indicam a ocorrência de um número expressivo de fitoclastos bioestruturados alongados, podendo indicar proximidade da área fonte, e a presença de fungos e de *Pediastrum*, que sugere um paleoambiente lagunar. Além disso, identificou-se a presença de *Anipollenites verus*, sugerindo idade pleistocênica para este depósito. A análise de Carbono Orgânico Total (COT) das amostras indicou um teor de carbono baixo (Tabela 3) e a relação enxofre/carbono demonstra tratar-se de depósitos mais continentalizados, corroborando os dados obtidos na análise palinológica.

Tabela 3 – Resultados dos teores de COT e Enxofre Total.

Amostra	Carbono (%)	Enxofre (%)
AM 01	0.16046	0.0056913
AM 03	0.26746	0.0028741
AM 04	0.23994	0.0045172
AM 05	0.31718	0.0034253

Os principais dados palinológicos obtidos para os depósitos do arroio Chuí, também localizado dentro do Sistema Depositional Laguna-Barreira III (conforme Lopes *et al.*, 2005), mostram a ocorrência de cistos de dinoflagelados e palinoforaminíferos, indicando ambiente desde marinho raso até costeiro. Alguns poléns e esporos mais recentes ocorrem na associação esporopolínica e apenas um elemento de *Echiperopites* sp. foi identificado. Entretanto, nenhum biomarcador de idade foi identificado nestes depósitos até o momento. Os resultados obtidos até então sugerem que os dois corpos lagunares tenham se formado em contextos deposicionais diferentes, sendo aquele preservado em Osório representativo de ambientes mais continentais e o preservado no arroio Chuí mais costeiro. Para explicar essa diferença de contextos, serão analisadas as seguintes hipóteses: (i) trata-se de depósitos temporalmente distintos, onde os depósitos lagunares preservados no arroio Chuí caracterizariam a fase mais inicial de um rebaixamento de nível de base enquanto os de Osório representariam uma fase onde o nível de base já se encontrasse bem mais baixo, permitindo o desenvolvimento de depósitos mais continentalizados; ou (ii) trata-se de depósitos de mesma idade, porém estão situados em zonas litorâneas que são afetadas de forma distinta pela oscilação do nível do mar, quer por controle neotectônico, quer pelas diferenças na geomorfologia do litoral norte e sul da PCRS na época da deposição do Sistema Laguna-Barreira III. No caso da segunda hipótese, dois aspectos devem ser considerados: (a) a presença das escarpas da Formação Serra Geral no litoral norte altera a elevação do terreno, fazendo com que o impacto dos pulsos transgressivos seja menor ali que nos terrenos mais planos do litoral sul; e (b) o litoral norte e o litoral sul da PCRS poderiam ter estado sujeito a regimes diferentes durante o Pleistoceno, onde os depósitos expostos na região de Osório teriam se acumulado sob um regime regressivo enquanto que os das barrancas do arroio Chuí teriam se acumulado sob um regime transgressivo. Conforme Dillenburg *et al.* (2005, 2009), esta variação, atualmente, é observada ao longo da costa do Rio Grande do Sul.



## Referências

- Berner, R.A. & Raiswell, R. 1984. C/S method for distinguishing freshwater from marine sedimentary rocks. *Geology*, v. 12, p. 365-368.
- Bartholomeu, R.L. 2010. Análise dos registros palinológicos costeiros quaternários na área da lagoa de Itaipu, estado do Rio de Janeiro, Brasil. Instituto de Geociências, UFRJ. Rio de Janeiro.
- Cancelli, R. R. 2012. Evolução paleoambiental da planície costeira sul-catarinense (Lagoa do Sombrio) durante o holoceno, com base em dados palinológicos. Porto Alegre.
- Dillenburg SR., Tomazelli L.J., Martins LR. & Barboza E G. 2005. Modificações de Longo Período da Linha de Costa das Barreiras Costeiras do Rio Grande do Sul. *Gravel* (periódico em CD, CECO/UFRGS)3, 9-14.
- Dillenburg, S.R., Barboza, E.G., Tomazelli, L.J., Hesp, P.A., Clerot, L.C.P. & Ayup-Zouain, R.N., 2009. The Holocene Coastal Barriers of Rio Grande do Sul. In: Dillenburg, S.R. and Hesp, P.A. (eds.). *Geology and Geomorphology of Holocene Coastal Barriers of Brazil*. Springer, Lecture Notes in Earth Sciences, 107, 53-91.
- Ferrazzo, M. 2008. Reconstituição paleoambiental com base em palinomorfos do quaternário do baixo vale do rio Doce, ES, Brasil. São Leopoldo.
- Lopes, R.P., Buchmann, F.S.C., Caron, F & Itusarry, M.E.G.S. 2005. Barrancas Fossilíferas do Arroio Chuí, RS - Importante megafauna pleistocênica no extremo sul do Brasil. In: Winge M, Schobbenhaus C, Berbert-Born M, Queiroz ET, Campos DA, Souza CRG and Fernandes ACS (Eds), *Sítios Geológicos e Paleontológicos do Brasil: SIGEP 119*: 1-9.
- Meyer, K.E.B., ReichhRT, K., Ashraf, A.R., Toigo, M.M., Souza, P.A. & Mosbrugger, V. 2003. Evolução ambiental holocênica da lagoa itapeva, planície costeira do Rio Grande do Sul, Brasil. II Congresso sobre Planejamento e Gestão das Zonas Costeiras dos países de Expressão Portuguesa.
- Meyer, K.E.B., Filho, J.G.M., Ashraf, A.R., Souza, P.A. & Reichhart, K. 2005. Análise de palinofácies em sedimentos holocênicos da lagoa dos quadros, Rio Grande do Sul, Brasil. *Revista Brasileira de palinologia* 8(1): 57-72, Janeiro/Abril.
- Meyer, K.E.B., Souza, P.A., Cwik, M.R., Menezes, T.R. & Buchmann, F.S.C. 2006. Palinofácies e progressos deposicionais em sedimentos de fundo da lagoa dos quadros, planície costeira do Rio Grande do Sul, Brasil. *Revista Brasileira de Geociências* 36 (4): 569-576, dezembro.
- Neves, P.C.P. & Bauermann, S. G. 2001. Feições de uma mata de resting em Capão do Leão, planície costeira sul, Rio Grande do Sul, Brasil. *Pesquisas Botânica*, n. 51, p. 73-86.
- Silva, W.G., Souza, P.A. & Arai, M. 2011. Palinomorfos Neogenos do Poço 2-CA-1-RS, Bacia de Pelotas, Brasil: Significado Bioestratigráfico e Paleoecológico. *Revista do Instituto de Geociência – USP. Geol. USP, Sér. Cient.*, São Paulo, v. 11, n. 1, p. 149-169, abril.
- Villwock, J.A. & Tomazelli, L.J. 1995. Geologia costeira do Rio Grande do Sul. *Notas Técnicas*. CECO, Instituto de Geociências, UFRGS, n.8. Porto Alegre.



## CARACTERIZAÇÃO DE MOLUSCOS FÓSSEIS QUATERNÁRIOS DE SISTEMAS DEPOSICIONAIS DO TIPO LAGUNA-BARREIRA PLEISTOCÊNICOS DA REGIÃO SUL DA PLANÍCIE COSTEIRA DO RIO GRANDE DO SUL

Maiara Bettinelli<sup>1</sup>, Renato Pereira Lopes<sup>2</sup>, Felipe Caron<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal do Pampa (UNIPAMPA) – Campus Caçapava do Sul; <sup>2</sup>Instituto de Geociências – Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS).

No setor sul da Planície Costeira do Rio Grande do Sul (PCRS), entre o estuário da Lagoa dos Patos e a barra do Arroio Chuí, encontram-se bem preservados três dos quatro sistemas deposicionais do tipo laguna-barreira que formam a PCRS: os pleistocênicos II e III e o holocênico IV, segundo as definições de Villwock & Tomazelli (1995) (Figura 1A, B). Estes sistemas são constituídos por fácies marinhas, eólicas, lacustres, fluviais e paleossolos. Nos sistemas pleistocênicos as fácies marinhas são recobertas por espessas fácies eólicas e são visíveis apenas em locais onde são feitas escavações profundas. Em perfurações feitas recentemente no sul da PCRS, nos municípios de Santa Vitória do Palmar e Chuí, como parte das obras de instalação de um complexo eólico, foram encontradas conchas fósseis de moluscos marinhos em camadas subsuperficiais, em profundidades que variaram de 5 a 15 metros em relação ao nível do mar atual, sempre abaixo do nível do lençol freático. O presente trabalho objetiva caracterizar estes fósseis a fim de contribuir para um melhor entendimento da evolução costeira deste setor da PCRS. Para isto, foram analisadas 22 amostras coletadas em perfurações destinadas às fundações das torres eólicas. Em termos geomorfológicos, a área abrangida pelas perfurações corresponde ao sistema Laguna-Barreira III. Estratigraficamente, os fósseis estão preservados na fácies marinha da Barreira II (= Formação Chuí *lato sensu*), o que lhes confere idade aproximada entre 230-240 mil anos (Lopes *et al.*, 2013a). Esta é recoberta por paleossolos e depósitos fluviais pertencentes à Formação Santa Vitória (Lagunar III) e sedimentos eólicos da Barreira III. As análises incluíram a identificação taxonômica e caracterização tafonômica. Dos 4099 espécimes analisados, a grande maioria pôde ser identificada ao nível de espécie (3956), com nítida predominância do número de bivalves (96,51%) sobre os gastrópodes (3,49%) (Figura 1C). As espécies mais frequentes entre os bivalves foram *Amiantis purpuratus*, *Macra guidoi*, *Pitar rostratus*, *Macra isabelleana*, *Macra janeiroensis* e *Corbula caribaea*, sendo *A. purpuratus* a espécie dominante (28% do total de bivalves). Entre os gastrópodes, *Bostrycapulus odites* é a espécie dominante (72% do total de gastrópodes). A maioria dos táxons identificados vive hoje na costa do Rio Grande do Sul, mas os bivalves *Anomalocardia brasiliana* (92 espécimes), *Chione cancellata* e *C. paphia* (27 e 7 espécimes, respectivamente) não vivem atualmente ao sul de Santa Catarina (28° S). A maior parte das espécies encontradas habita águas rasas (0 a 30 m) de ambiente marinho franco; no entanto, algumas habitam também águas salobras (*Crassostrea rhizophorae*, *Erodona mactroides*). Os gastrópodes são epifaunais, mas a maioria dos bivalves é infaunal. A composição taxonômica da assembleia é essencialmente igual à encontrada em afloramentos da fácies marinha da Barreira II expostos ao longo do Arroio Chuí (Lopes *et al.*, 2013b). Os táxons destas assembleias sugerem ambiente de antepraia (*upper shoreface*) e demonstram um nível de mar mais alto no Pleistoceno, sob condição climática mais quente que a dos dias atuais. Quanto aos aspectos tafonômicos, os fósseis apresentam-se desarticulados (com exceção de diversos espécimes de *Corbula* encontrados com as valvas ainda fechadas), bem preservados, pouco fragmentados, com poucos sinais de abrasão, bioerosão, dissolução e incrustação e, por vezes, é possível observar a preservação de parte do perióstraco. Predominam conchas brancas ou cinzentas, mas alguns espécimes ainda mostram traços da coloração original. As análises tafonômicas permitem inferir que: 1) A maioria dos espécimes permaneceu exposta acima da interface sedimento-água por um curto período, e 2) Pouco tempo após a morte e desarticulação, os organismos foram soterrados sob uma camada relativamente espessa de sedimento, ficando a uma profundidade suficiente (abaixo da zona tafonomicamente ativa, ou TAZ), onde não sofreram processos de dissolução, abrasão e fragmentação ou ação de agentes bioerosivos.

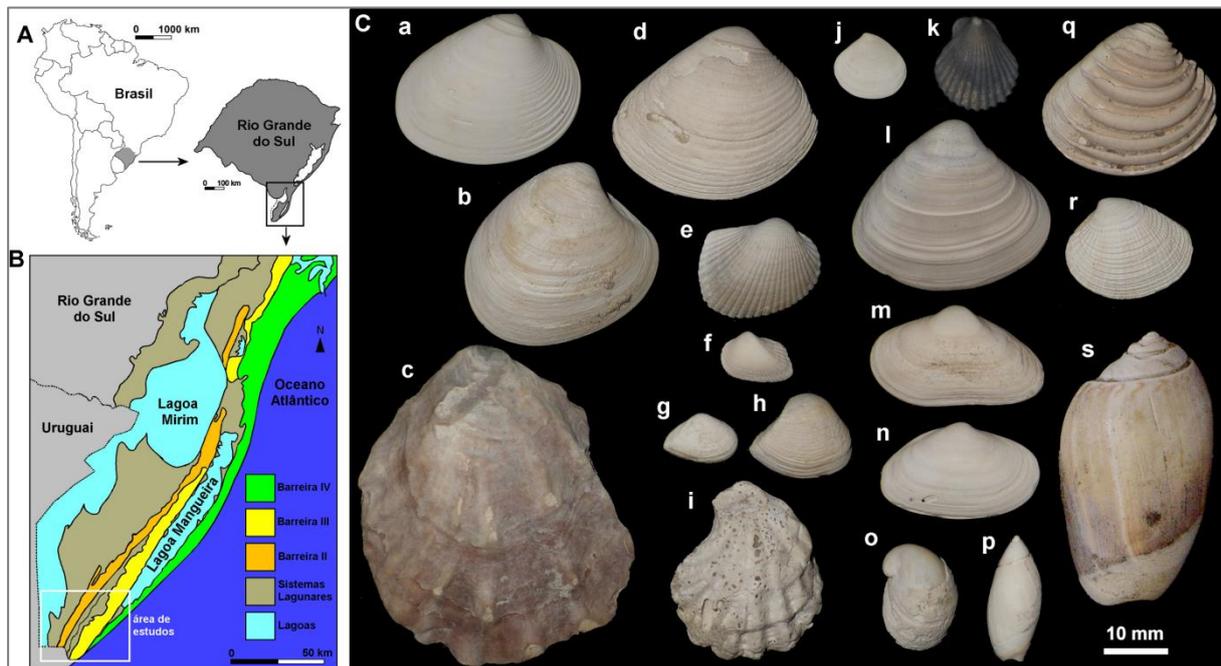


Figura 1. A, B – Localização da área de estudo. B – Geomorfologia do sul da PCRS, modificado de Villwock & Tomazelli (1995) e Rosa (2012). C – Moluscos fósseis encontrados nas perfurações: a) *Amiantis purpuratus*, b) *Pitar rostratus*, c) *Ostrea equestris*, d) *Anomalocardia brasiliana*, e) *Lunarca ovalis*, f) *Noetia bisulcata*, g) *Corbula caribaea*, h) *Corbula cf. patagonica*, i) *Plicatula gibbosa*, j) *Gouldia cerina*, k) *Chlamys tehuelchus*, l) *Mactra isabelleana*, m) *Mactra guidoi*, n) *Mactra janeiroensis*, o) *Bostrycapulus odites*, p) *Olivella tehuelche*, q) *Chione paphia*, r) *Chione cancellata*, s) *Olivancillaria urceus*.

### Referências

- Lopes, R.P.; Kinoshita, A.; Baffa, O.; Figueiredo, A.M.G.; Dillenburg, S.R.; Schultz, C.L. & Pereira, J.C. 2013a. ESR dating of Pleistocene mammals and marine shells from the coastal plain of Rio Grande do Sul state, southern Brazil. *Quaternary International*, 352: 124-134. dx.doi.org/10.1016/j.quaint.2013.07.020
- Lopes, R.P.; Simone, L.R.L.; Dillenburg, S.R.; Schultz, C.L. & Pereira, J.C. 2013b. A middle Pleistocene molluscan assemblage from the southern coastal plain of Rio Grande do Sul state, Brazil. *Revista Brasileira de Paleontologia*, 16(3):343-360. doi: 10.4072/rbp.2013.3.01
- Rosa, M.L.C.C. 2012. Geomorfologia, Estratigrafia de Sequências e Potencial de Preservação dos Sistemas Laguna-Barreira do Quaternário Costeiro do Rio Grande do Sul. 246p. Tese de Doutorado, Programa de Pós Graduação em Geociências, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. << <http://hdl.handle.net/10183/66367>>>
- Villwock, J.A. & Tomazelli, L.J. 1995. Geologia costeira do Rio Grande do Sul. Notas Técnicas. CECO, Instituto de Geociências, UFRGS, n.8, 45p., Porto Alegre.



## CONFLITOS SOCIOMBIENTAIS EM UNIDADES DE CONSERVAÇÃO NA ZONA COSTEIRA: CASO DA RESERVA ESTADUAL ECOLÓGICA DE JACAREPIÁ (SAQUAREMA/RJ)

Graziele Noronha dos Santos<sup>1</sup>, Dimas de Almeida Zanelli<sup>1</sup>, Sérgio Ricardo da Silveira Barros<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*Graduandos em Ciência Ambiental – Departamento em Análise Geoambiental – Universidade Federal Fluminense.*

<sup>2</sup>*Departamento de Análise Geoambiental – Universidade Federal Fluminense*

A área de estudo está localizada no Estado do Rio de Janeiro, inserida na Região dos Lagos, atualmente caracterizada como Região Hidrográfica VI. A Reserva Ecológica Estadual de Jacarepiá (REEJ), criada pelo Decreto Estadual 9529-A de 15 de dezembro de 1986, encontra-se inserida na Área de Proteção Ambiental (APA) de Massambaba (criada pelo Decreto Estadual 9529-C de 15 de dezembro de 1986), e seus limites encontram-se no município de Saquarema (RJ) (Figura 1). Esta Reserva foi criada com o intuito de proteger os ecossistemas relacionados à Lagoa de Jacarepiá, no entanto, observa-se atualmente que o local vem sofrendo um processo de urbanização. Trata-se de uma região plana, com pequenas elevações, apresentando uma formação de dunas nas proximidades da faixa litorânea, onde predominam praias oceânicas de grande extensão e três importantes sistemas lagunares (Maricá, Saquarema e Araruama). Ressalta-se que o Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro, regulamentado pelo Decreto Federal nº 5300 de 2004, caracteriza os municípios estuarinos-lagunares como de alta relevância para a dinâmica marítimo litorânea, como é o caso de Saquarema, Araruama, Arraial do Cabo e Cabo Frio. De acordo com o Art. 55 do Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC) as unidades de conservação e áreas protegidas criadas com base nas legislações anteriores e que não pertenciam às categorias previstas nesta Lei, a partir de 2000, seriam reavaliadas, no todo ou em parte, no prazo de até dois anos, com o objetivo de definir sua destinação com base na categoria e função para as quais foram criadas, conforme o disposto no regulamento desta Lei. Por este viés, através do Decreto Estadual nº 42.929 de 18 de abril de 2011 foi criado o Parque Estadual da Costa do Sol, o primeiro parque fragmentado do Brasil que abrange 27 áreas protegidas que não estão todas interligadas ao longo dos 6 municípios, englobando assim a APA de Massambaba e a Reserva de Jacarepiá (INEA, 2010). Diante essa nova questão, é necessário averiguar como se encontra a situação da Reserva de Jacarepiá, no que tange a (1) se sua recategorização ocorreu ou não em até dois anos após a criação do SNUC (uma vez que a categoria de Reserva Ecológica não existe no SNUC), e (2) se a área da PECS está sobreposta a APA (ressaltando que no anexo do Decreto 42.929 que instituiu a PECS a região de Massambaba consta como um de seus núcleos). Percebe-se assim, pela sobreposição de Decretos e Leis, uma das causas mais intrínsecas aos conflitos socioambientais que é o desafio da regulamentação dos usos múltiplos de uma zona costeira, principalmente no que tange às Unidades de Conservação que por um lado é um grande passo para proteger ecossistemas ameaçados, e por outro também pode passar ser um agente dos conflitos. Nesse sentido o Gerenciamento Costeiro Integrado pode ser visto como uma importante ferramenta para determinar o zoneamento dos usos e atividades da zona costeira a qual segundo Barros (2006), tem por objetivo planejar e gerenciar todas as atividades costeiras, usando um procedimento participativo envolvendo opiniões do setor público e da comunidade. Além disso, segundo Diegues (2001), o gerenciamento costeiro parte do pressuposto que os ecossistemas litorâneos apresentam um potencial de usos múltiplos que muitas vezes podem ser complementares, conflitivos, ou mutuamente exclusivos. O objetivo geral do trabalho desenvolvido é avaliar os conflitos socioambientais nas áreas adjacentes a Reserva de Jacarepiá, inserida na APA de Massambaba, no município de Saquarema (RJ). Os objetivos específicos consistem em determinar, através de mapeamentos, as áreas de amortecimento da UC de acordo com o Art. 25 da Lei Federal nº 9.985 de 2000 que estabelece o Sistema Nacional de Unidade de Conservação e da Resolução CONAMA nº 13 de 1990; avaliar a percepção da população das áreas circundantes sobre o uso da Reserva através de entrevistas; e estabelecer uma cartografia de conflitos socioambientais pelos tipos de usos através de um mapeamento. As metodologias utilizadas são: (1) Matriz de conflitos, técnica de análise de conflitos proposta por Diegues, que consiste na utilização de matrizes de análises de usos competitivos e excludentes que possibilitam analisar as

dinâmicas territoriais; (2) Diagnóstico Rápido Participativo, uma metodologia proposta por Petersen e Romano (1999) que permite o levantamento de informações, a fim de conhecer a realidade de determinadas comunidades ou grupos sociais a partir do envolvimento dos atores não apenas como fontes das informações, mas como agentes da pesquisa; (3) Matriz GUT, ferramenta desenvolvida por Kepner e Tregoe (1980) com o objetivo de auxiliar nas decisões complexas que envolvem a resolução de determinados problemas, indicando qual deve ter prioridade de solução de acordo com sua gravidade, urgência de resolução e tendência de melhora ou piora. O estudo dos conflitos socioambientais é um tema de grande relevância quando está localizado na Zona Costeira, em decorrência dos diversos usos que esta faixa do território do Estado do Rio de Janeiro ganha cada vez mais notoriedade, tanto pela indústria do turismo e quanto a do petróleo, e que trazem consigo grandes movimentos de capitais e pessoas onde estão estabelecidas. Dessa forma, identificar, mapear e entender o processo histórico dos conflitos socioambientais em áreas no entorno de Unidades de Conservação costeiras é de grande relevância em face de vulnerabilidade que se encontram esses ecossistemas.

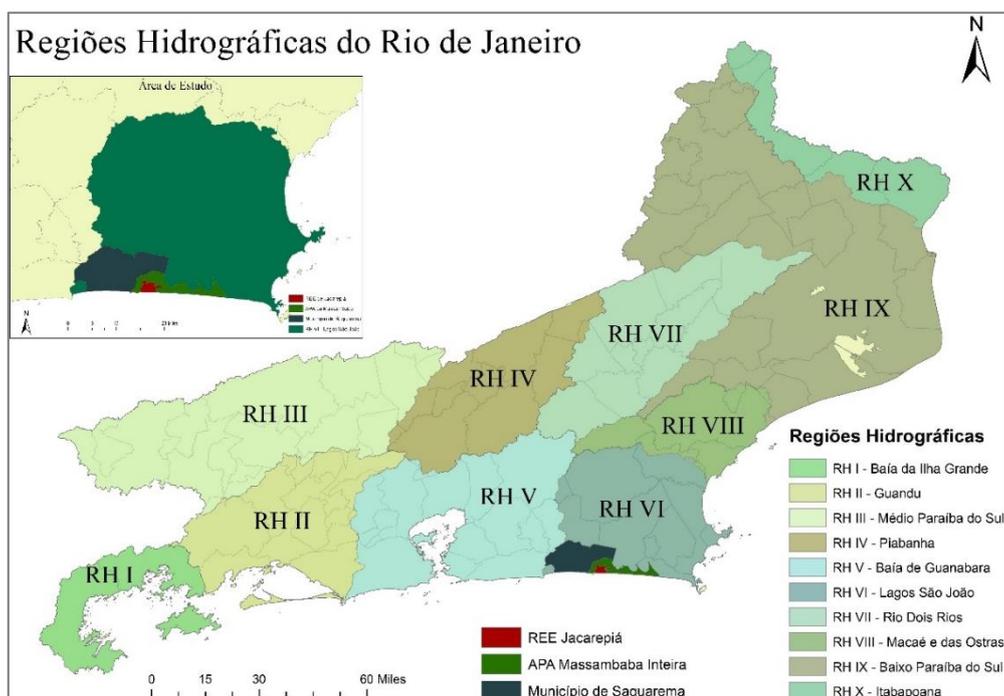


Figura 1. Mapa da área de estudo, com destaque para a RH VI, onde localiza-se o município de Saquarema, parte da APA de Massambaba e a Reserva Estadual Ecológica de Jacarepiá. Elaboração própria.

#### Referências

- Barros, S. R. S.; Wallner-Kersanach, M. & Wasserman, J. C. A. Proposta de um Plano de Ação para o Gerenciamento Integrado da Zona Costeira no Município de Saquarema – RJ. *Gestão Costeira Integrada*, n.5, ano 4, pgs. 23-33, Portugal, 2006.
- Diegues, A. C. *Ecologia Humana e Planejamento em Áreas Costeiras*. 2ª ed. São Paulo: Núcleo de Apoio à Pesquisa sobre Populações Humanas em Áreas Úmidas Brasileiras, USP, 2001.
- Kepner, C.H. & Tregoe, B. B. *O administrador racional: uma abordagem sistemática para solução de problemas*. São Paulo: Atlas, 1980.
- Instituto Estadual do Ambiente (INEA). INEA discute criação do Parque da Costa do Sol. Publicado em 03/03/2010. Disponível em: <[http://www.inea.antigo.rj.gov.br/noticias/noticia\\_dinamica1.asp?id\\_noticia=712](http://www.inea.antigo.rj.gov.br/noticias/noticia_dinamica1.asp?id_noticia=712)>. Acesso em 13/06/2015.
- Petersen, P. & Romano, J. O. *Abordagens participativas para o desenvolvimento local*. Rio de Janeiro: AS-PTA/Actionaid - Brasil, 1999. 144 p.



## ANÁLISE DE PERDA DE VEGETAÇÃO E OCUPAÇÃO DO SOLO COMO POTENCIAL DA VULNERABILIDADE À EROÇÃO COSTEIRA NA ILHA DE ITAMARACÁ-PE ATRAVÉS DE SENSORIAMENTO REMOTO MULTITEMPORAL

Luciana Dantas dos Santos<sup>1</sup>, Athos Farias Menezes<sup>1</sup>, Anderson Pereira Lino<sup>1</sup>, Pedro de Souza Pereira<sup>1</sup>  
Bruno Olímpio dos Santos<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Programa de Pós-graduação em Geociências. Laboratório de Oceanografia Geológica – Departamento de Oceanografia – Centro de Tecnologia e Geociências – Universidade Federal de Pernambuco; <sup>2</sup> Programa de Pós-graduação em Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação - Centro de Tecnologia e Geociências – Universidade Federal de Pernambuco.

O litoral brasileiro destaca-se por apresentar um elevado contingente populacional, onde cerca de 26,6% da população nacional reside em municípios litorâneos, totalizando 50,7 milhões de habitantes (IBGE, 2011). No entanto, à medida que é verificado o aumento do percentual de ocupação do litoral, observa-se um destaque sobre a erosão, principalmente nas grandes cidades ou municípios adjacentes. Devido a essa concentração populacional, busca-se tomar medidas mitigadoras a fim de proteger os recursos costeiros susceptíveis à erosão encontradas nestas localidades (Muehe, 2006). A erosão costeira é um fenômeno mundial que ocorre também na costa brasileira, estando relacionado ao aumento do nível do mar, ou não, afetando diretamente a vulnerabilidade costeira (Souza, 2007). Em virtude destes riscos, a vulnerabilidade à erosão costeira apresenta-se como um arranjo de variáveis que destacam uma maior fragilidade, passividade, ou susceptibilidade em relação à incidência de um evento, fenômeno ou ação de potencial destrutivo. Neste sentido, vários são os indicadores que caracterizam a vulnerabilidade à erosão costeira, onde segundo Sousa *et al.* (2013) os principais são: a morfologia praial, posição da linha de costa, configuração das dunas, exposição à onda, distância da foz de rios, elevação do terreno, estruturas costeiras, percentual de ocupação e permeabilidade do solo. Tendo em vista cada um destes indicadores, o uso de ocupação do solo presa por um dos indicadores, merece maior atenção devido à alteração do ambiente natural e à retirada da vegetação. Para melhor compreender as mudanças antrópicas ocorridas na Ilha de Itamaracá que, por conseguinte, provocam a vulnerabilidade à erosão costeira, foi proposta a realização de um diagnóstico interdecadal da vegetação através de sensoriamento remoto orbital, onde se observou de maneira condicional melhores resultados obtendo o Índice de Vegetação da Diferença Normalizada (IVDN). Este índice se dá pela relação entre as refletâncias das bandas do Infravermelho Próximo (IVP) e do Vermelho (V), e visa eliminar as diferenças sazonais do ângulo de elevação solar assim como minimizar os efeitos da perda gradual de incidência solar na atmosfera em imagens multitemporais (Huete *et al.*, 2002). A avaliação multitemporal foi realizada através de imagens dos anos de 1984, 1995, 2005 e 2015, definindo quatro classes com valores entre -1 e 1, sendo estas: [-1 – -0,007804 = Água; [-0,007804 – 0,236647 = Solo Exposto e Ocupação Urbana; [0,236647 – 0,465971 = Vegetação Rala; [0,465971 – 1] = Vegetação Densa. A partir dos dados gerados foram observados um aumento percentual da classe 2 (Solo Exposto e Ocupação Urbana): 21% (1984), 24% (1995), 28% (2005) e 63% (2015) (Figura 1). As classes 3 e 4 (Vegetação Rala e Densa respectivamente) apresentam os valores de 63% (1984), 62% (1995), 49% (2005), 16% (2015). Os demais valores foram identificados como água para a mesma classificação. Tais dados são comprovados pelo aumento da especulação imobiliária na Ilha de Itamaracá nos últimos anos, provocando um aumento das casas de veraneio trazendo consigo um decréscimo da vegetação local através de construção de edificações próximas à praia. Este aumento das classes de ocupação urbana e solo exposto, traz consigo a potencialidade da vulnerabilidade à erosão costeira, sendo notório o avanço do nível do mar em alguns trechos, trazendo consigo a destruição de construções que estão próximas a linha de costa.

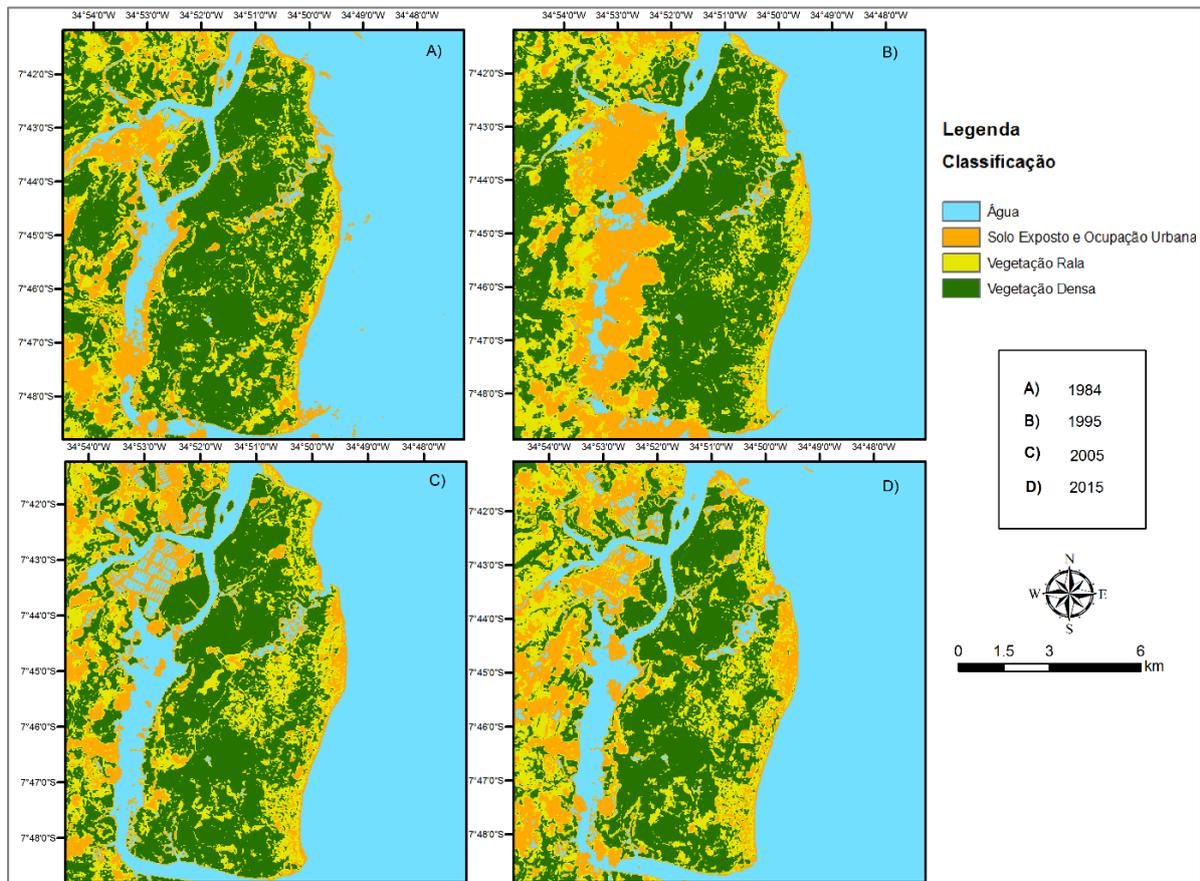


Figura 1. Diagnóstico multitemporal da Ilha de Itamaracá-PE obtido através do Índice de Vegetação da Diferença Normalizada (IVDN), para os anos de (A) 1984, (B) 1995, (C) 2005 e (D) 2015. Sistemas de Coordenadas Geográficas, Datum WGS 1984.

## Referências

- Huete, A., Didan, K., Miura, T., Rodriguez, E.P., Gao, X. & Ferreira, L.G. 2002. Overview of the radiometric and biophysical performance of the MODIS vegetation indices. *Remote Sensing of the Environment*, 83(1-2): 195-213.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2011. Censo demográfico 2010. Características da população e domicílios: resultados do universo. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2010>>. Acesso em: maio de 2015.
- Muehe, D., Lima, C.F. & Lins-de-barros, F.M. (2006) - Rio de Janeiro. In: Muehe, D. (org.). *Erosão e progradação do litoral brasileiro*. Ministério do Meio Ambiente, MMA e Programa de Geologia e Geofísica Marinha (PGGM), Brasília, DF, Brasil, p. 265-296.
- Sousa, P.H.G.O., Siegle, E. & Tessler, M.G. 2013. Vulnerability assessment of Massaguaçu Beach (SE Brazil). *Ocean and Coastal Management*, 77:23-40.
- Souza, C.R.G. 2007. Determination of net shore-drift cells based on textural and morphological gradations along foreshore of sandy beaches. *Journal of Coastal Research*, 55:620-625.



## DISTRIBUIÇÃO SEDIMENTAR ATUAL E COMPORTAMENTO DA MOT NO ESTUÁRIO DO RIO FORMOSO - PE

Luciana Dantas dos Santos<sup>1</sup>, Roberto Lima Barcellos<sup>1</sup>, Maria Eduarda da Costa Beltrão<sup>1</sup>, Maria Elisabeth Araújo<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Laboratório de Oceanografia Geológica do departamento de Oceanografia - Centro de Tecnologia e Geociências – Universidade Federal de Pernambuco. <sup>2</sup>Laboratório de Nécton do Departamento de Oceanografia - Centro de Tecnologia e Geociências – Universidade Federal de Pernambuco.

O estuário do Rio Formoso está localizado a cerca de 90 km ao sul do município do Recife e pertence à Área de Proteção Ambiental (APA) de Guadalupe. Essa região estuarina está sujeita a uma série de alterações físicas e estruturais que exemplificam algumas formas de desequilíbrio causadas pelo crescimento desordenado da população, ocupação e uso do solo em zonas costeiras, principalmente na devastação da área para implantação de loteamentos, bares, restaurantes, hotéis e resorts. O presente resumo visa analisar o comportamento sedimentar na região estuarina do Rio Formoso – PE a partir dos parâmetros sedimentológicos: granulometria, análise do teor de carbonato e análise da matéria orgânica sedimentar. Foram coletadas 24 amostras de sedimentos superficiais no fim de uma estação chuvosa (setembro de 2014) ao longo de todo estuário do Rio Formoso (Tabela 1). No laboratório, as amostras foram secas em estufa a 60°C para a realização das análises sedimentológicas: granulometria e análises composicionais do sedimento (conteúdo de carbonatos e de matéria orgânica total determinados a partir da diferença em peso seco, antes e após ataque com solução de HCl a 10% e de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> a 10%, respectivamente) de acordo com os métodos descritos em Suguio (1973). De acordo com os parâmetros estatísticos de Folk & Ward (1957) os resultados quanto à classificação das amostras em relação ao grau de seleção, diâmetro, assimetria e curtose foram bastante heterogêneos. Com relação ao grau de seleção, os sedimentos foram classificados de muito pobremente selecionados a moderadamente selecionados, predominando as amostras classificadas como muito pobremente selecionadas em quase todo o canal (37,5% das amostras), com exceção da foz que teve o predomínio de amostras classificadas como pobremente selecionadas a moderadamente selecionadas. Quanto à classificação de acordo com o diâmetro médio, a distribuição dos sedimentos indica a predominância de areia (grossa, média e fina) em todo o canal na região da desembocadura do estuário e sedimentos mais finos (silte grosso e médio) na região mais a montante. Quanto à assimetria foram classificadas de negativa a muito positiva. Já com relação à curtose foram classificadas de muito leptocurticas a muito platicurticas. Os conteúdos de carbonato de cálcio observados apresentaram teores variando de 0,02 a 57,40%, dos quais 93,33% das amostras foram classificadas como litoclásticas, 3,33% como litobioclásticas, 3,33% biolitoclásticas e nenhuma das amostras foram classificadas como bioclásticas de acordo com a proposta de Larssoneur *et al.* (1982). Em geral, os maiores teores de Carbonato biodetrítico (ST16/ST12/ST15) com teores de 57,40, 43,60 e 29,00%, respectivamente, foram encontrados nas amostras coletadas no baixo estuário próximo à desembocadura. Na qual a amostra da ST16, classificada como biolitoclástica (57,40%) e que apresenta o maior teor de carbonato está localizada mais próxima aos bancos de recifes de corais, representando a estação mais externa do estuário. Os percentuais de Matéria Orgânica Total (MOT) variaram de 1,07 a 29,57%, com o predomínio de valores abaixo de 4% (45,83% das amostras) associados a sedimentos mais arenosos na foz do estuário. O maior teor foi encontrado na estação 1A no montante associado a um sedimento mais lamoso (silte grosso). A distribuição dos sedimentos, com base no diagrama triangular de Shepard (1954), indicou predomínio de areias, seguida de areias argilosas e com uma estação classificada como areia-siltico-arenosa (estação 4). Observa-se que os sedimentos siltosos ocorrem na porção mais central e norte do estuário, e correspondem à porção meandrante e mais confinada do Canal, associados à desembocadura de pequenos tributários. As variações na sedimentação observadas ocorrem devido à diminuição de energia, aumento na dinâmica de correntes e a aportes de materiais locais. Segundo Kutner (1976), a distribuição de matéria orgânica tem relação direta com o padrão de circulação da área, com a conformação topográfica do fundo e com a composição textural do sedimento. E também em áreas de aportes localizados de materiais, como às adjacentes aos tanques de



carcinicultura e desembocaduras fluviais. A análise espacial da distribuição dos sedimentos e da matéria orgânica total no estuário do Rio Formoso revelou, com base nos parâmetros estudados, uma tendência à diminuição da granulometria associada aos teores mais elevados de matéria orgânica. Conforme indicado pelas análises de correlação linear que apresentaram valores significativos ( $r^2 = 0,64$ ). Dessa forma, as áreas mais confinadas do canal, parecem funcionar como retentoras de matéria orgânica e de finos.

Tabela 1. Resultados dos parâmetros sedimentológicos analisados no estuário do Rio Formoso – PE.

Estações	MOT (%)	CaCO <sub>3</sub> (%)	Classificação (Média)	Classificação (Seleção)	Classificação (Simetria)	Classificação (Curtose)
St 0	4,03	4,3	Areia média	Moderadamente selecionado	Aproximadamente simétrica	Mesocúrtica
St 1	29,57	13,4	Silte médio	Muito pobremente selecionado	Positiva	Muito platicúrtica
St 1A	14,93	1,9	Areia fina	Muito pobremente selecionado	Muito positiva	Leptocúrtica
St 2	1,3	0,2	Areia média	Moderadamente selecionado	Aproximadamente simétrica	Mesocúrtica
St 3	13,5	5,9	Silte grosso	Muito pobremente selecionado	Muito positiva	Muito leptocúrtica
St 4	17,87	9,2	Silte grosso	Muito pobremente selecionado	Muito positiva	Platicúrtica
St 5	19,77	10,5	Silte grosso	Muito pobremente selecionado	Muito positiva	Muito platicúrtica
St 6	18,47	11,4	Silte grosso	Muito pobremente selecionado	Muito positiva	Muito platicúrtica
St 7	1,63	3,6	Areia média	Moderadamente selecionado	Aproximadamente simétrica	Mesocúrtica
St 8	6,8	7,4	Areia fina	Pobremente selecionado	Positiva	Muito leptocúrtica
St 9	3,87	15,1	Silte grosso	Muito pobremente selecionado	Muito positiva	Platicúrtica
St 10	1,07	2,6	Areia grossa	Pobremente selecionado	Positiva	Mesocúrtica
St 11	7,03	8,2	Areia muito fina	Muito pobremente selecionado	Muito positiva	Platicúrtica
St 12	7,4	43,6	Silte grosso	Muito pobremente selecionado	Muito positiva	Muito platicúrtica
St 13	3,23	8,7	Areia fina	Pobremente selecionado	Negativa	Leptocúrtica
St 14	3,67	9,9	Areia fina	Pobremente selecionado	Negativa	Leptocúrtica
St 15	2,1	29	Areia média	Moderadamente selecionado	Negativa	Platicúrtica
St 16	3,4	57,4	Areia média	Pobremente selecionado	Negativa	Platicúrtica
St 17	1,17	8,7	Areia média	Moderadamente selecionado	Negativa	Mesocúrtica
St 18	6,77	13,4	Areia muito fina	Moderadamente selecionado	Aproximadamente simétrica	Muito leptocúrtica
St 19	2,33	3,5	Areia média	Moderadamente selecionado	Aproximadamente simétrica	Mesocúrtica
St 20	6,53	12,5	Areia fina	Pobremente selecionado	Aproximadamente simétrica	Mesocúrtica
St 21	17,67	7,2	Areia grossa	Pobremente selecionado	Positiva	Platicúrtica
St 22	1,47	11,1	Areia grossa	Moderadamente selecionado	Aproximadamente simétrica	Mesocúrtica

#### Referências

- Folk, R.L. & Ward, W.C. 1957. Brazos River Bar: Study of the Significance of Grain Size Parameters. *Journal of Sedimentary Petrology*, p. 3-27.
- Kutner, A.S. 1962. Granulometria dos Sedimentos de Fundo da Região de Cananéia (SP). *Sociedade Brasileira de Geologia*, v. 11, p. 41-54. São Paulo.
- Larssoneur, C., Bouysse, P. & Aufret, J.P. 1982. The superficial Sediments of the English Channel and its Western Approach. *Sedimentology*, v. 29, p. 851-864.
- Shepard, F.P. 1954. Nomenclature based on sand-silt-clay ratios. *Journal Sedimentary Petrology*, v.24, p.15a-158.
- Suguio, K. 1973. Introdução à sedimentologia. Ed. Edgard Blucher. EDUSP, 317 p., São Paulo.



## EVENTOS CLIMÁTICOS DO HOLOCENO REGISTRADOS NOS DEPÓSITOS DA CAVERNA DO URUBU, NORDESTE DO BRASIL

Giselle Utida<sup>1</sup>, Francisco William da Cruz Junior<sup>1</sup>, André Sawakuchi<sup>1</sup>, Hong Wang<sup>2</sup>, Luiz Carlos R. Pessenda<sup>3</sup>, Carlos Conforti Ferreira Guedes<sup>4</sup>, Sônia Maria Barros de Oliveira<sup>1</sup>, Luciana Prado<sup>5</sup>, Johan Etourneau<sup>6</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Geologia Sedimentar e Ambiental, Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo-SP, Brasil. <sup>2</sup>Geochronology Laboratory, Illinois State Geological Survey, Prairie Research Institute, University of Illinois, Illinois-USA. <sup>3</sup>Centro de Energia Nuclear na Agricultura, Laboratório de C14, Universidade de São Paulo, Piracicaba-SP, Brasil. <sup>4</sup>Instituto do Mar, Universidade Federal de São Paulo, Campus Baixada Santista. <sup>5</sup>Departamento de Oceanografia Física, Instituto Oceanográfico, Universidade de São Paulo, São Paulo-SP. <sup>6</sup>Université Bordeaux I, Bordeaux, France.

O depósito sedimentar e o acúmulo de guano da Caverna do Urubu, em Felipe Guerra, no Estado do Rio Grande do Norte apresentam variações climáticas ocorridas desde o Holoceno Médio ao Recente, correlacionadas com dados isotópicos de espeleotemas da mesma região. Idades OSL (Optically Stimulated Luminescence) em grãos de quartzo na fração areia sugerem acumulação de sedimentos terrígenos a partir de 7.400 anos atrás, provavelmente devido a erosão do solo ao redor da Caverna do Urubu. Este período equivale ao mínimo de insolação no Nordeste do Brasil e ao máximo de umidade, de acordo com dados de  $\delta^{18}\text{O}$  de espeleotemas de cavernas do Rio Grande do Norte (Cruz *et al.*, 2009). O depósito de sedimentos terrígenos foi interrompido por um evento abrupto de seca, que produziu diversos fragmentos de carvão, datados por AMS em torno de 4.200 anos cal BP. Sobre a camada contendo carvão, depositou-se um pacote de sedimentos terrígenos com cerca de 40 cm de espessura, sobre o qual ocorre o acúmulo de guano. O guano é um material rico em carbono e nitrogênio, e na Caverna do Urubu é composto por ureia produzida por morcegos, que ainda hoje ocupam o local, e provavelmente consomem predominantemente flores e frutos, pois a concentração de exoesqueletos de insetos é pequena. O acúmulo de guano iniciou-se por volta de 2800 anos atrás. Os perfis B\*1 e B\*4, estudados em alta resolução, revelam um acúmulo contínuo de guano entre 1.785 a 677 anos cal BP. Nesse intervalo o guano está misturado com sedimentos da caverna, possui altas concentrações de enxofre e gipso, conforme constatado por análises de XRF e DRF. O gipso ocorre associado a depósitos de guano e pode indicar ambiente mais seco, pois é solúvel em água. Em 677 anos cal BP (1.272 anos AD) há interrupção no acúmulo de guano, indicando que as condições ambientais para a manutenção da população de morcegos não era mais adequada. Isso indica a redução de chuva na região Nordeste do Brasil que afetou a população de morcegos pela alteração da vegetação, fonte de alimento para esses animais frugívoros. O guano volta a se acumular em 210 anos cal BP até o Recente de forma constante. Estudos mais detalhados deste período poderão fornecer informações sobre o impacto da atividade humana e as mudanças climáticas ocorridas nos últimos dois séculos.

### Referências

Cruz, F., Vuille, M., Burns, S., Wang, X., Cheng, H., Werner, M., Edwards, R., Karmann, I., Auler, A. & Nguyen, H. 2009. Orbitally driven east-west antiphasing of South American precipitation. *Nature Geoscience*, 2(3):210-214.



## CONTRIBUIÇÃO AO CONHECIMENTO DE SUBSUPERFÍCIE DO COMPLEXO DELTAICO DO RIO PARAÍBA DO SUL, REGIÃO NORTE FLUMINENSE (RJ)

Josiane Plantz<sup>1</sup>, Pamela Cardoso Vilela<sup>1,2</sup>, João Paulo Miranda Oliveira<sup>1</sup>, Thiago Carelli<sup>1,2</sup>, Claudio Limeira Mello<sup>1</sup>, Leonardo Borghi<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Laboratório de Geologia Sedimentar (Lagesed) - Instituto de Geociências – Universidade Federal do Rio de Janeiro.

<sup>2</sup>Programa de Pós-graduação em Geologia da Universidade Federal do Rio de Janeiro.

O registro sedimentar do Complexo Deltaico do Rio Paraíba do Sul (CDRPS) (Figura 1) tem sido alvo de estudos desde a década de 1950, que contribuíram na elaboração de modelos paleoambientais evolutivos para a região (Martin *et al.*, 1993). No entanto, ainda há divergências quanto à idade, posição estratigráfica e interpretação paleoambiental das unidades cenozoicas, principalmente em virtude da carência de informações geológicas de subsuperfície (testemunhos profundos), o que, associado ao pobre conteúdoossilífero, não permite estabelecer parâmetros precisos de crono- e litocorrelação. O objetivo do presente estudo é apresentar os principais resultados de investigações de subsuperfície que têm sido realizadas na área do CDRPS, com a finalidade de contribuir ao conhecimento geológico da região. O material de estudo consta de 2 poços estratigráficos (2-MU-1-RJ e 2-JU-1-RJ) estudados por Plantz *et al.* (2014) e Vilela *et al.* (“submetido”), além de dados sísmicos 2D e perfis de poços obtidos no Banco de Dados de Exploração e Produção da Agência Nacional do Petróleo (BDEP/ANP), analisados por Oliveira (2015) – Figura 1. Este Autor, ao analisar seções sísmicas terrestres e perfis públicos da região, reinterpreto um refletor de alta impedância acústica e com boa continuidade lateral, comumente associado ao topo do embasamento, como o topo do Cretáceo. Este refletor é atribuído a um conjunto de discordâncias erosivas, que pode compreender, no tempo geológico, desde o Albiano até o final do Cretáceo (Figura 2). Essa informação foi também respaldada pela reanálise do poço 2CST-0001-RJ, feita por Lana (2011) através de análises palinológicas, onde foi reconhecida uma espessa seção eocretácea (aproximadamente 936 m), representada, sobretudo, por sedimentos siliciclásticos relacionados à porção mais superior do Albiano ao Cenomaniano Inferior, primeiramente descrita como Formação Emborê (Membro São Tomé), de idade cenozoica. Plantz (2014) teve por objetivo a descrição litológica e a análise de fácies do testemunho do poço 2-MU-1-RJ, executado na região de Mussurepe, distrito de Campos dos Goytacazes. O poço alcançou cerca de 200 m de profundidade, sem atingir o embasamento, e apresenta baixa recuperação, principalmente na parte basal, devido à natureza friável do material. Foram identificadas 16 fácies sedimentares, incluindo fácies areníticas, fácies híbridas (sedimentos siliciclásticos e carbonáticos misturados em proporções relativas), fácies heterolíticas e fácies lutíticas, posteriormente agrupadas em cinco sucessões de fácies representativas de intervalos associados a diferentes estágios de sedimentação. Os paleoambientes foram interpretados, da base para o topo, como: I) fluvial meandrante de baixa sinuosidade, II) planície de maré, III) marinho, IV) lagunar e V) fluvial recente. Essas sucessões de fácies são atribuídas ao preenchimento de um vale tectônico, associado a um paleoambiente estuarino. Vilela *et al.* (“submetido”) tiveram por objetivo a caracterização litológica do testemunho do poço 2-JU-1-RJ, executado no município de Quissamã (RJ). Com base nas características texturais, composicionais e estruturas sedimentares, foi confeccionado um perfil litológico na escala 1:50. A sondagem atingiu a profundidade de 138 m, atravessando três diferentes intervalos sedimentares, denominados informalmente como intervalos B, C e D, e avançando 10 metros no embasamento gnáissico, considerado como o intervalo A (128 a 138 m). O Intervalo B (53,6 m a 128 m) é composto, sobretudo, de arenitos arcossianos, conglomerados finos e lamitos, esverdeados. O Intervalo C (21 m a 53,6 m) apresenta principalmente arenitos lamosos e lamitos, esbranquiçados a avermelhados, ferruginizados, com níveis de conglomerados finos quartzosos na base. O Intervalo D (0 m a 21 m) constitui-se de areias quartzosas, finas a grossas, maduras, localmente bioclásticas. O Intervalo B foi correlacionado aos clásticos continentais proximais da Formação Emborê (Membro São Tomé), sendo interpretados como depósitos de ambiente fluvial entrelaçado/leque aluvial (base). O Intervalo C foi associado aos depósitos fluviais da Formação Barreiras e o Intervalo D a sedimentos costeiros, pleistocênicos, distribuídos amplamente na região investigada.

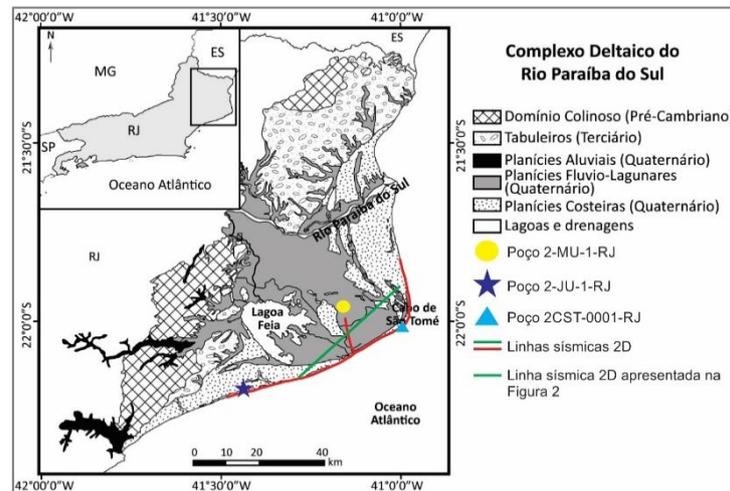


Figura 1. Mapa do Complexo Deltaico do Rio Paraíba do Sul, Região norte estado do Rio de Janeiro. Note localização dos poços e linhas sísmicas utilizados neste estudo (Modificado de CPRM, 2001).

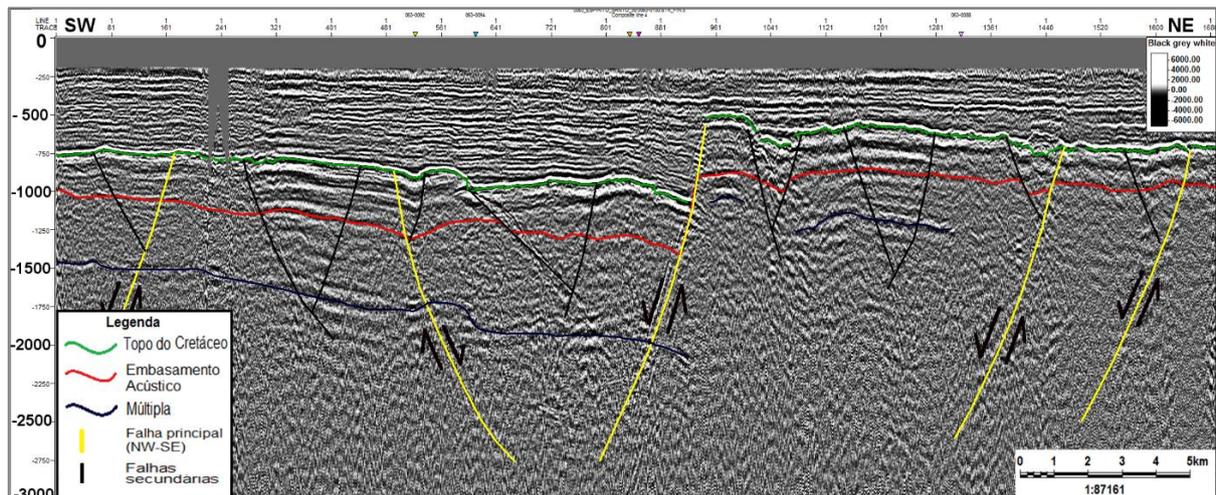


Figura 2. Seção sísmica *strike* terrestre 95, de direção SW-NE, mostrando os principais refletores mapeados e as principais falhas. Observe o refletor de alta impedância acústica interpretado como o topo do Cretáceo (sismo-horizonte verde), anteriormente associado ao topo do embasamento (sismo-horizonte vermelho). Seção sísmica apresentada em tempo duplo.

## Referências

- Martin, L.; Suguio, K. & Flexor, J. M. 1993. As Flutuações do Nível do Mar Durante o Quaternário Superior e a Evolução Geológica de “Deltas” Brasileiros. Boletim IG-USP, Publicação Especial, 15, 186p.
- Lana, C.C. 2011. Dinoflagelados como Indicadores Paleoambientais durante a Sedimentação Eocretácea da Porção Terrestre da Bacia de Campos. In: CARVALHO, I.S.; SRIVASTAVA, N.K.; STROHSCHOEN, O.; LANA, C.C. (Ed.) Paleontologia: cenários de vida, Rio de Janeiro, Ed. Interciência, v.3, p.211-219.
- Oliveira, J.P.M. 2015. Caracterização sismoestrutural do embasamento do Complexo Deltaico do Rio Paraíba do Sul. Rio de Janeiro. 125p. Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-Graduação em Geologia. Instituto de Geociências. Universidade Federal do Rio de Janeiro.
- Plantz, J.B. 2014. Análise Faciológica e Interpretação Paleoambiental em um Testemunho de Sondagem do Complexo Deltaico do Rio Paraíba do Sul (RJ). Rio de Janeiro. 92p. Monografia de Conclusão de Curso, Curso de Geologia, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.
- Vilela, P.C.; Mello, C. L.; Carelli, T.G. & Borghi, L. 2015. Caracterização Litológica do Testemunho do Poço 2-JU-1-RJ, na Porção Emersa da Bacia de Campos. Submetido em abril de 2015 à Revista Geociências, Rio Claro, SP, Brasil - eISSN: 1980-900X.



## **ANÁLISE AMBIENTAL DE UNIDADES DE CONSERVAÇÃO UTILIZANDO METODOLOGIA SWOT: CASO DA RESERVA ECOLÓGICA DE JACAREPIÁ, INSERIDA NA ÁREA DE PROTEÇÃO AMBIENTAL DE MASSAMBABA – REGIÃO HIDROGRÁFICA VI – RJ**

Dimas Almeida Zanelli<sup>1</sup>, Grazielle Noronha dos Santos<sup>1</sup>, Sergio Ricardo Barros<sup>2</sup>, Julio Cesar de Faria  
Alvim Wasserman<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*Graduando em Ciência Ambiental - Instituto de Geociências – Universidade Federal Fluminense;* <sup>2</sup>*Departamento de Análise Geoambiental- Instituto de Biociências – Universidade Federal Fluminense*

Atualmente, temos como um dos principais temas das agendas globais é a chamada crise ambiental. O ambiente passou a ser tratado como recurso natural e receptáculo (depósito) para os resíduos decorrentes dos processos de produção. Embora tenha tido uma urbanização menos rápida e apresente estado de degradação menos avançado que outros sistemas da região (Wasserman *et al.*, 2000), Saquarema vem sofrendo com uma ocupação desordenada. Até a década de 60, as atividades econômicas características do município eram pesca, pecuária e citricultura. A população do Município, segundo o censo de 1960 era de 19.865 habitantes, hoje já conta com 74.234 segundo ultimo censo em 2010. Porém, a partir da década de 70, o Sistema Financeiro de Habitação impulsionou a expansão imobiliária do veraneio na região (Barros, 2003). Pode-se observar que recentemente a região vem sofrendo pressão pelo crescente processo de urbanização no município. O contexto de zona costeira já pressupõe um ambiente dinâmico, onde as interações de diversos fatores ambientais físicos e bióticos modelam constantemente a paisagem. O Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (SNUC) define a unidade de conservação (UC) como um espaço territorial e seus recursos ambientais, incluindo as águas jurisdicionais, com as características naturais relevantes, legalmente instituído pelo Poder Público, com objetivos de conservação e limites definidos, sob regime especial de administração, ao qual se aplicam garantias adequadas de proteção. Sendo dessa maneira, constituinte fundamental para manutenção e proteção da biodiversidade, e realizam um papel essencial para o bem-estar e/ou qualidade de vida da sociedade. Porém, como nos apresenta Faria (2004), somete a criação de unidades de conservação não é suficiente para assegurar este patrimônio natural. É necessário geri-las de modo eficaz para conservação dos recursos nela existentes. Segundo Terborgh e Schaik (2002), uma grande fração das unidades de conservação no mundo representa os chamados “parques de papel”, ou seja, nunca foram realmente implantadas e não há sequer diretrizes que auxiliem na gestão e manejo adequados. A área do estudo localiza-se na zona costeira do Estado do Rio de Janeiro, inserida na Região dos Lagos, atualmente caracterizada como Região Hidrográfica VI. Os ecossistemas lagunares, presentes ao longo da costa do Estado do Rio de Janeiro, apresentam uma grande riqueza geomorfológica sendo considerado ponto de interesse geológico. São sistemas de interface, que por um lado servem de filtro à contaminação oceânica dos materiais de origem continental e, por outro, fornecem nutrientes para a manutenção de cadeias tróficas que abrangem toda a margem continental. É largamente propalada a noção de que o equilíbrio ecológico das lagoas costeiras afeta diretamente a atividade pesqueira ao longo da costa, além de fornecer criadouro natural para muitas espécies de elevado valor econômico como crustáceos e peixes (Barroso & Bernardes, 1995). O objeto de estudo será a Reserva Ecológica de Jacarepiá e seu entorno, a reserva foi criada pelo Decreto Estadual 9529-A de 15 de dezembro de 1986, localizada na APA Massambaba, e seus limites, encontram-se no Município de Saquarema. Esta categoria de unidade de conservação, de acordo com SNUC é de proteção integral, ou seja, livre de alterações causadas por interferência humana, admitindo apenas o uso indireto dos seus atributos naturais. Esta reserva foi criada com objetivo de proteger os ecossistemas associados à Lagoa de Jacarepiá. O presente estudo visa efetuar uma análise crítica da condição atual da reserva utilizando uma metodologia consagrada de análise de gestão chamada SWOT (*Strengths, Weaknesses, Opportunities, Threats*), identificando seus pontos fortes e fracos através de análises interna e externas dentro do contexto da UC reconhecendo as possíveis ameaças e oportunidades. Avaliando desse modo se a gestão

está assegurando os objetivos da Unidade de Conservação Reserva Ecológica Restinga de Jacarepiá de acordo com sua categoria. Cruzando os pontos fracos e as ameaças ressaltam-se as forças restritivas que dificultam o manejo, quando fazemos o mesmo com os pontos fortes e as oportunidades destacamos as forças impulsoras que auxiliam a unidade, contribuindo para o manejo e se aproximando dos seus objetivos. Em uma análise geral dos fatores internos e externos, podemos observar no quadro abaixo que as forças estão mais baixas que as fraquezas alertando que existem pontos de melhoria que precisam ser trabalhados na UC. Como pode ser observado na Figura 1 abaixo que é um gráfico do tipo radar que exibe os valores das variáveis trabalhadas. Os dados apontam que o quadro atual da gestão é de sobrevivência, sendo dessa maneira pouco favorável, pois as fraquezas estão sendo potencializadas pelas ameaças. Diante da grande dificuldade de implementação e posterior gestão de UC's de uso e proteção integral ou sustentável, a utilização de ferramentas de análises gestoriais se apresentam como auxílio a execução do objetivo principal que é proteção. No presente estudo, é uma reserva de relevante interesse ambiental por se localizar em zona costeira constituindo um mosaico de ecossistemas como praias, restingas e florestas do bioma Mata Atlântica.

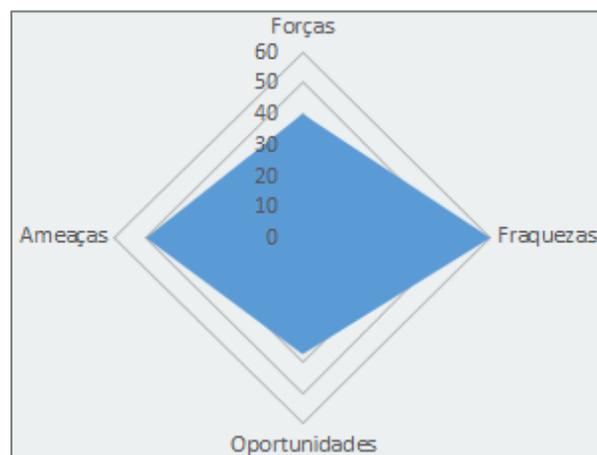


Figura1. Gráfico radar da análise SWOT.

### Referências

- Barros S.R. 2003. Proposta de um Plano de Ação para o Gerenciamento Integrado da Zona Costeira no Município de Saquarema-RJ. Dissertação (Mestrado) Curso de Pós-Graduação em Ciência Ambiental - Universidade Federal Fluminense, Niterói. 2003.
- Barroso, L. V. & Bernardes, M. C. 1995. Um patrimônio ameaçado: poluição, invasão e turismo sem controle ameaçam as lagoas fluminenses. Artigo. *Ciência hoje*, v. 19, n. 110, p. 70-74, 1995.
- Brasil. 2000. Lei n. 9.985, de 20 de julho de 2000. Regulamenta o art. 225, § 1º, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/CCivil\\_03/LEIS/L9985.htm](http://www.planalto.gov.br/CCivil_03/LEIS/L9985.htm). Acesso em: 20 de maio de 2015.
- Faria, H.H. 2004. Eficácia de gestão de unidades de conservação gerenciadas pelo Instituto Florestal de São Paulo, Brasil. 2004. 401f. Dissertação (Doutorado em Geografia) – Universidade Estadual de São Paulo, 2004.
- Rio De Janeiro. 1986. Decreto nº 9.529-A de 15 de dezembro de 1986. Cria a Área de Proteção Ambiental de Massambaba, Rio de Janeiro. 1986.
- Terborgh, J. & Schaik, C. V. 2002. Por que o mundo necessita de parques? In: Tornando os parques eficientes: estratégias para conservação da natureza nos trópicos. Curitiba: Universidade Federal do Paraná, 2002.
- Wasserman, J.C.; Alves, A.R., Muehe, D.H.; Silva, T.T.; Barcellos, C.; Knoppers, B.A.; Bassani, T.C.M.; Ribas, W.M.M. & Gomes, A. 2000. Estudo do Impacto Ambiental da Barra Franca na Lagoa de Saquarema-RJ. UFF. Saquarema, p.316.



## FORAMINÍFEROS PLANCTÔNICOS E A ESTIMATIVA DA TAXA DE SEDIMENTAÇÃO NOS TESTEMUNHOS SA5-031 E SA5-033 DO QUATERNÁRIO DA BACIA SERGIPE-ALAGOAS

Fernanda Luft de Souza<sup>1</sup>, Guilherme Krahl<sup>2</sup>, Gerson Fauth<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Laboratório de Paleontologia e Estratigrafia/NEPALE, Universidade Federal de Pelotas. <sup>2</sup>Instituto Tecnológico de Micropaleontologia/itt FOSSIL, Universidade do Vale do Rio dos Sinos.

O Quaternário (Pleistoceno/Holoceno) caracteriza-se por alterações climáticas cíclicas, com períodos de aquecimento (interglaciais/pós-glacial) e de resfriamento (glacial). Como resultado destas alterações no clima, variações eustáticas do nível do mar, registram uma ampla ocorrência de material sedimentar nas bacias oceânicas. A partir da análise de foraminíferos planctônicos, o presente trabalho analisa a estimativa para taxa de sedimentação em dois testemunhos a pistão, denominados de SA5-031 e SA5-033, perfurados na porção central do talude continental da Sub-Bacia de Alagoas. O testemunho SA5-031 (recuperação de 1,55 m), perfurado a uma cota batimétrica de 1.895 m nas coordenadas 10°20'24,36"S – 35°68'00,17"W e o testemunho SA5-033 (recuperação de 1 m) a uma cota de 1.604 m nas coordenadas 10°18'86,08"S – 35°72'22,56"W. Tendo como base a caracterização bioestratigráfica e o limite Pleistoceno/Holoceno, foi possível estabelecer a taxa de sedimentação para os dois testemunhos analisados a partir do reconhecimento da fauna de foraminíferos planctônicos, onde foram identificadas taxonomicamente as espécies para o biozoneamento do Quaternário, baseado no esquema zonal proposto por Ericson & Wollin (1968). O limite do posicionamento das biozonas levou em consideração o aparecimento (reaparecimento) e/ou ausência das espécies com base na sua frequência, ou seja, não envolve eventos evolutivos (extinção ou especiação). As zonas foram delimitadas primeiramente com base na frequência relativa do plexo *Globorotalia menardii* e nas frequências relativas de *Globorotalia inflata*, *G. truncatulinoides*, *G. crassaformis crassaformis* e *Pulleniatina obliquiloculata*. Para este trabalho foram reconhecidas duas zonas: Y (limite inferior 84 ka e limite superior 11,7 ka) e Z (limite inferior 11,7 ka até o Recente). Partindo desta premissa, foram atribuídas idades absolutas entre o topo de ambos os testemunhos e o limite entre das zonas Y (Pleistoceno) e Z (Holoceno) de 11,7 ka (Vicalvi, 1999; Barbosa, 2002; Cohen *et al.*, 2014). No testemunho SA5-031, limite Pleistoceno/Holoceno (limite da zona Y e Z referente aos ciclos Glacial e Pós-Glacial, respectivamente) foi determinado na profundidade de 0,70 m atribuído a idade 11,7 ka, enquanto o topo do testemunho (0 cm) ao Recente (0 ka). A estimativa da taxa de sedimentação no Holoceno (zona Z; Pós-Glacial) é de aproximadamente 5,98 cm/ka (Figura 1). No testemunho SA5-033, o limite Pleistoceno/Holoceno foi delimitado na profundidade de 0,60 m, atribuído a idade 11,7 ka, enquanto o topo do testemunho (0 cm) ao Recente (0 ka). A estimativa de taxa de sedimentação ao Holoceno (zona Z; Pós-Glacial) neste testemunho refere-se a aproximadamente 5,12 cm/ka. Apesar de ser reconhecida a zona Y (Pleistoceno-Glacial) em ambas as seções analisadas, não se torna possível estabelecer uma relação da taxa de sedimentação para este intervalo, devido à ausência de uma idade pontual (subzonas) para esta porção dos testemunhos analisados.

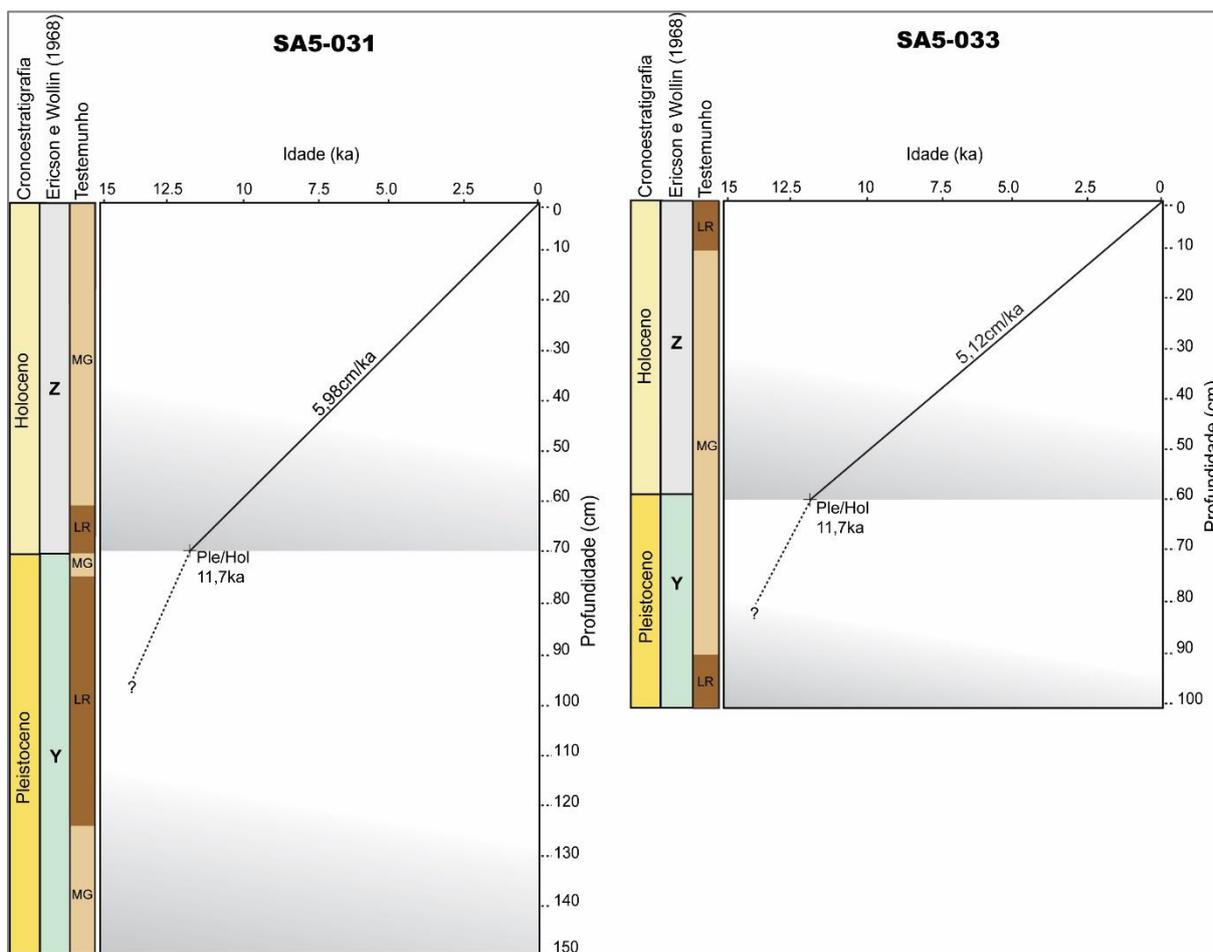


Figura 1. Estimativa da taxa de sedimentação dos testemunhos SA5-031 e SA5-033. Abreviações: LR = Lama siliciclástica rica em carbonato; MG = Marga; Ple/Hol = Pleistoceno/Holoceno.

## Referências

- Barbosa, V. P. 2002. Sistemática, Bioestratigrafia e Paleoceanografia de foraminíferos do Quaternário do talude continental das bacias de Santos e Campos. 2002. 455f. Tese (Doutorado em Geociências) – Curso de Pós-Graduação em Geologia, Universidade Federal do Rio de Janeiro.
- Cohen, K. M; Finney, S. C.; Gibbard, P. L. & Fan, J. 2015. The ICS International Chronostratigraphic Chart. Episodes 36, p. 199-204.
- Ericson, D. B. & Wollin, G. 1968. Pleistocene climates and chronology in deep-sea sediments. Science, Washington, v. 162, p. 1227-1243.
- Vivalvi, M. A. (1999). Zoneamento Bioestratigráfico e Paleoclimático do Quaternário Superior do talude da Bacia de Campos e Platô de São Paulo adjacente, com base em foraminíferos planctônicos. 1999. 184 f. Tese (Doutorado em Geociências) – Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro.



## DEFINIÇÃO DE ZONA TAFONOMICAMENTE ATIVA PARA SEDIMENTOS CARBONÁTICOS PELÁGICOS

Sandro Monticelli Petró<sup>1</sup>, Matias do Nascimento Ritter<sup>1</sup>, María Alejandra Gómez Pivel<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Programa de Pós-Graduação em Geociências – Instituto de Geociências – Universidade Federal do Rio Grande do Sul;

<sup>2</sup>Departamento de Paleontologia e Estratigrafia – Instituto de Geociências – Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

O intervalo físico dinâmico onde ocorrem os processos de alteração de remanescentes biológicos é denominado Zona Tafonomicamente Ativa (ZTA, do inglês *Taphonomically Active Zone*; Olszewski 1999). Adicionalmente, o tempo que os restos biogênicos permanecem na ZTA é importante para determinar o grau de mistura de idades (*time-averaging*) a que esses indivíduos e a associação como um todo estarão sujeitos. Os remanescentes biológicos podem deixar a ZTA por destruição completa ou por soterramento permanente (Olszewski, 1999). A ZTA apresenta diferentes características dependendo do ambiente sedimentar. Em ambientes marinhos, por exemplo, seu limite inferior corresponde aproximadamente à profundidade de bioturbação (Kidwell & Bosence 1991). Em contrapartida, em ambientes estuarinos, devido a alterações geoquímicas decorrente do influxo misto salino e dulceaquícola, a dissolução contrabalança negativamente o aporte de conchas (Ritter *et al.*, 2013), podendo alcançar, por vezes, 25 cm (Ritter & Erthal, 2011). O soterramento final ocorre quando a taxa de sedimentação é muito alta, o que desloca a ZTA para cima na coluna sedimentar, ou por retrabalhamento físico ou biogênico (bioturbação). O intervalo de sedimento tafonomicamente inerte – quando não há mais processos de destruição de material esquelético – é chamado de Profundidade de Soterramento Final (PSF, do inglês *Depth of Final Burial*). A acumulação dos sedimentos carbonáticos pelágicos e a consequente formação de um registro fóssil depende do aporte do material biogênico e da taxa de sedimentação na ZTA (Kidwell, 1985). Para ambientes proximais têm-se a definição de Zona Tafonomicamente Ativa (ZTA) (Olszewski, 1999), delimitada da interface sedimento-água à profundidade de ação dos organismos bioturbadores. Porém esta definição é somente válida para ambientes habitados por organismos bentônicos de origem marinha e continental. No caso dos foraminíferos planctônicos e coccolitoforídeos, por exemplo, os processos tafonômicos, principalmente a dissolução, começam a afetar as carapaças muito antes delas atingirem a interface, ainda acima da lisoclina (Berger, 1970) e se intensificam até atingir a profundidade de compensação do carbonato (CCD, do inglês *Calcite Compensation Depth*). Então a ZTA para os organismos carbonáticos pelágicos pode ser definida desde, no topo, a profundidade imediatamente abaixo da habitada pelo organismo em vida passando pela interface sedimento/água, até, na base, a profundidade com ação de organismos bioturbadores (Fig. 1). A dissolução do carbonato de cálcio pelágico dentro desta ZTA pode ser utilizada como *proxy* paleoceanográfico, uma vez que a intensidade da dissolução varia ao longo do tempo conforme mudam a concentração do íon carbonato, o volume de CO<sub>2</sub> e o pH nas massas d'água. Por exemplo, Frenz & Henrich (2007) observaram variações nos padrões de dissolução entre o Último Máximo Glacial (UMG) e o Holoceno, ao encontrar um relativo enriquecimento em nanofósseis calcários (mais resistentes) e uma redução nas testas de foraminíferos planctônicos (mais solúveis) no UMG, devido à maior influência da Água Antártica de Fundo (AAF), subsaturada no íon carbonato, no leste do Atlântico Sul.

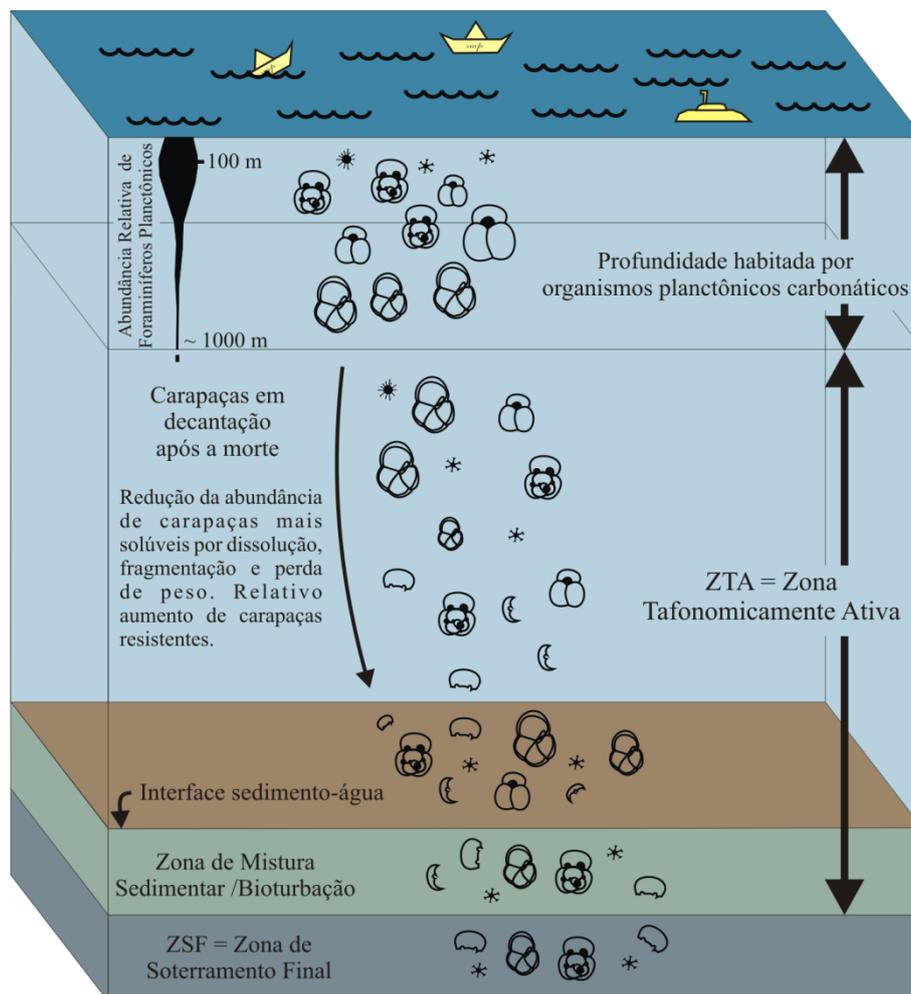


Figura 1. Representação esquemática da zona tafonomicamente ativa (ZTA) em ambientes sedimentares pelágicos com base em organismos calcários. Note que a dissolução se inicia na coluna d'água e não apenas na interface sedimento-água como originalmente o conceito foi definido. A partir disto, é possível então a dissolução servir como um *proxy* para estudos paleoceanográficos.

### Referências

- Berger, W.H., 1970. Planktonic foraminifera: selective solution and the lysocline. *Marine Geology*, 8: 111-138.
- Frenz, M. & Henrich, R. 2007. Carbonate dissolution revealed by silt grain-size distribution: comparison of Holocene and Last Glacial Maximum sediments from the pelagic South Atlantic. *Sedimentology*, 54: 391-404.
- Kidwell, S.M. 1985. Palaeobiological and sedimentological implications of fossil concentrations. *Nature*, 318: 457-460.
- Kidwell, S.M. & Bosence, D.W.J. 1991. Taphonomy and time-averaging of marine shelly faunas. In: Allison, P.A. & Briggs, D.E.G. (Eds.) *Taphonomy: releasing the data locked in the fossil record*. New York, Plenum Press, p. 115-209.
- Olszewski, T.D. 1999. Taking advantage of time-averaging. *Paleobiology*, 25: 226-238.
- Ritter, M.N. & Erthal, F. 2011. Zona tafonomicamente ativa em ambiente estuarino lagunar com base em moluscos da planície costeira do Rio Grande do Sul, Brasil. In: Carvalho, I.S., Srivastava, N.K., Strohschoen Jr., O. & Lana C.C. (Eds.) *Paleontologia: Cenários da Vida*. Rio de Janeiro, Interciência, v. 4, p. 355-365.
- Ritter, M.N., Erthal, F. & Coimbra, J.C. 2013. Taphonomic signatures in molluscan fossil assemblages from the Holocene lagoon system in the northern part of the coastal plain, Rio Grande do Sul State, Brazil. *Quaternary International*, 305: 5-14.



## UM MODELO DE CLASSIFICAÇÃO DAS PRAIAS NO BRASIL PARA ADEQUAÇÃO À NORMA ISO/DIS 13009:2013 (E) - BEACHES — CRITERIA TO RENDER THE SERVICE

Vivianne Lima<sup>1</sup>, Sergio Barros<sup>2</sup>, Julio Wasserman<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Graduanda no Curso de Bacharelado em Ciência Ambiental – Universidade Federal Fluminense. <sup>2</sup>Departamento de Análise Geoambiental – Instituto de Geociências – Universidade Federal Fluminense.

O processo de valorização do litoral brasileiro é um fenômeno recente. Somente no início do século XX ocorreu o loteamento de trechos significativos da orla marítima, passando a ser socialmente aceita como uma figura urbana. A criação do bairro de Copacabana, na cidade do Rio de Janeiro, é um marco desse processo (Macedo, 2004.). A linha de costa é sem dúvida uma das feições mais dinâmicas do planeta, suas feições mudam constantemente em várias escalas temporais. A praia é um dos espaços mais singulares e tem como principal característica a interface entre dois macro-compartimentos, o marinho e o terrestre. Do ponto de vista geomorfológico, a praia é segundo Short (1999), um sistema composto por sedimentos arenosos não coesivos e inconsolidados sobre a zona costeira. Sendo assim, este estudo tem como objetivo propor um modelo de avaliação e classificação das praias no Brasil de modo a facilitar a adequação no país da recente Norma de Certificação de praias da International Organization for Standardization - ISO/DIS 13009:2013 (E) (Beaches — Criteria to render the service) que foi aprovada no ano de 2014. Para alcançar este objetivo foi necessária a construção de um modelo para avaliar o ritmo e a magnitude dos impactos ambientais da ocupação dos espaços terrestres adjacentes às praias. Assim, foi criado um modelo multicritério, através dos parâmetros de avaliação seguindo a Escala de Likert, onde cada item avaliado varia segundo o grau de intensidade, o menor 0 (zero) que é considerado muito baixo até 4 (quatro), considerado muito alto. Essa escala é definida através de categorias (critérios) bem ordenadas e com o mesmo número de categorias em todos os itens de análise, sendo esta escala largamente utilizada em pesquisas organizacionais que investigam as práticas da gestão (Saraph, Benson *et al.*, 1989; Bradi, Donald *et al.*, 1995). Os critérios de análise do modelo estão relacionados em sete categorias, sendo três voltadas ao processo de urbanização e quatro relacionadas aos padrões de qualidade ambiental. Como resultado final desta análise, temos uma classificação das praias segundo seus usos e seu estado de preservação. O modelo irá proporcionar ao gestor da praia (beach operator) os intervalos de pontuação os quais irão gerar a classificação da Ocupação e das Condições Ambientais da praia da seguinte forma: (1) Praias sem ocupação – excelentes condições ambientais 0 - 4; (2) Ocupação em consolidação - condições ambientais muito boas 5 – 10; (3) Ocupação em consolidação - condições ambientais boas; (4) Ocupação consolidada - condições ambientais regulares 15 – 20; (5) Ocupação consolidada - condições ambientais degradadas > (maiores) 20. Foram avaliadas duas praias em situação bem diferentes dentro do Estado do Rio de Janeiro, primeiramente, como representada na Figura 1, a praia de Itaúna – Saquarema – RJ (A) e depois a praia de Ipanema, no centro urbano da cidade do Rio de Janeiro (B). Conclui-se que este modelo de avaliação e classificação das praias é fundamental para que se definam o escopo e as ações dos planos de gestão para busca da certificação, que será conseguida a partir da adequação aos critérios definidos na Norma ISO/DIS 13.009, a qual define, por exemplo, como praias de alta e baixa atividade, sendo estas, respectivamente, praias que ocorrem atividades recreativas e comerciais, e praias pouco usadas para recreação, por consequência da dificuldade de acesso, portanto, o cruzamento das classificações proposta neste estudo e da Norma permite a orientação para o gerenciamento do turismo em praias a nível global, garantindo qualidade nos serviços oferecidos, como por exemplo: segurança, acessibilidade, etc, e na preservação das características socioambientais do local.



Figura 1: Visão parcial da Praia de Itaúna – Saquarema. (Imagem de alta resolução do Google Earth™ serviço de imagens, obtida em dezembro de 2009).

#### Referências

- Badri, M.A.; Davis, D. & Davis, D. 1995. A study of measuring the critical factors of quality management. *International Journal of Quality & Reliability Management* *Journal of Remote Sensing*, v.12, n.2, p.36 - 53.
- International Organization for Standardization. Norma ISO/DIS nº 13009:2013 (E) – Beaches - Criteria to render the service.
- Macedo, S. S. Paisagem, litoral e formas de urbanização. In: (Ed.). *Projeto Orla: subsídios para um projeto de gestão*. Brasília: MMA & MPO, v.2, 2004. Paisagem, litoral e formas de urbanização, p.104p
- Saraph, J. V. & P. G. Benson, *et al.* An instrument for measuring the critical factors of quality management. *Decision Sciences*, v.20, n.4, p.810 - 819. 1989.
- Short, A. D. *Handbook of beach and shoreface morphodynamics* New York: John Wiley. 1999



## MORPHOLOGIC AND SEDIMENTOLOGIC PATTERNS OF ACTIVE AEOLIAN DUNE-FIELDS ON THE EAST COAST OF MARANHÃO, NORTHEAST BRAZIL

Natalia Naches Hilbert<sup>1</sup>; Carlos C. F. Guedes<sup>2</sup>; Paulo C. F. Giannini<sup>1</sup>

<sup>1</sup> – Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo; <sup>2</sup> – Departamento de Ciências do Mar, Universidade Federal de São Paulo.

The eastern portion of the Maranhão coast is characterised by large active dune-fields located in a tropical setting (Figure 1). This study combines the analysis of dune-field morphologic patterns with the classical analysis of grain size and heavy minerals to study the sedimentary dynamics of the active aeolian system in this region. The aeolian system main boundary conditions include wind regime, sediment supply, source area geometry, areal limits and antecedent conditions (Ewing & Kocurek, 2010). The most representative dune-field patterns have been found in two morphometric parameters: dune spacing and crest length. Statistical data from desert aeolian systems suggest an evolution of these parameters with the logarithm of time, with increasing dune spacing and crest length trends (Ewing *et al.*, 2006). Other trends found as time increases include decreasing defect density (breaks in the dune pattern or terminations of a dune) and more tightly clustered crest orientations. Sedimentological data, such as grain size and heavy mineral composition, also provide important information about sedimentary systems. Based on the heavy mineral analysis, the main sedimentary suppliers feeding the eastern Maranhão aeolian system are the westward alongshore drift bringing sand from the coast east of the Parnaíba River mouth and the river itself. The absence of well-defined variation patterns, as defined by Ewing *et al.* (2006), of the two morphometric parameters studied, dune spacing and crest length, reflects a complex sedimentary dynamics and transport pathways, inside the aeolian system, despite the unidirectional wind. During the wet season, the interdune plains are flooded and the system is intensely reworked by intermittent braided drainages. During the dry season, the deposits formed by the drainages and interdune lakes become temporary internal sedimentary sources for the system. The influence of this internal source is corroborated by the grain size and heavy mineral data. The incipient decrease in granulometric sorting and the increase in denser heavy mineral concentrations (more zircon and rutile and less hornblende and sillimanite) with distance inland in the Lençóis Maranhenses dune field suggest an effective sedimentary reworking seaward. In addition to the temporary rivers, another factor that may contribute to the existence of an internal source area in the Lençóis Maranhenses dune-field is the extensive flooding of the interdune depressions during the rainy season when the aeolian transport becomes restricted to the dune crests. The seasonal water table reduces the availability of non-cohesive sand in the interdune areas. The material reworked from the dune crests is then transported into the flooded interdune areas, where in the next dry season they again become available to wind transport as a source of sand for the dunes downwind. This slow exchange between sand dunes and interdune areas, occurring over many seasonal cycles, should contribute as an internal dune-field source. Due to this combined aeolian-fluvial transport, the sediment source area has a planar geometry, with contributions from the beach and interdune plains, and not linear as expected in a typical case of source only in the beach. The planar geometry is known by the absence of dune-field variation pattern (Ewing & Kocurek, 2010). The areal limits of the dune-fields and its source area is the main boundary condition controlling the dune-field patterns, as dune spacing and crest length, by changing the sedimentary inflow-outflow balance and interactions between migration dunes. An alternative explanation for the Lençóis Maranhenses dune-field pattern, which differs from the Ewing & Kocurek (2010) theoretical model, argues that the pattern of self-organisation is still inchoate or incomplete, based on the low degree of morphological evolution of this dune-field. This interpretation is consistent with the typology of this dune-field, indicative of a stage of maximum sand saturation (excess sand supply with respect to the area occupied by the system). In this stage, the area and internal configuration (distribution of depositional forms) of the dune-field have typically not yet reached their equilibrium dimensions, as evidenced by the poor development of deflation plains.

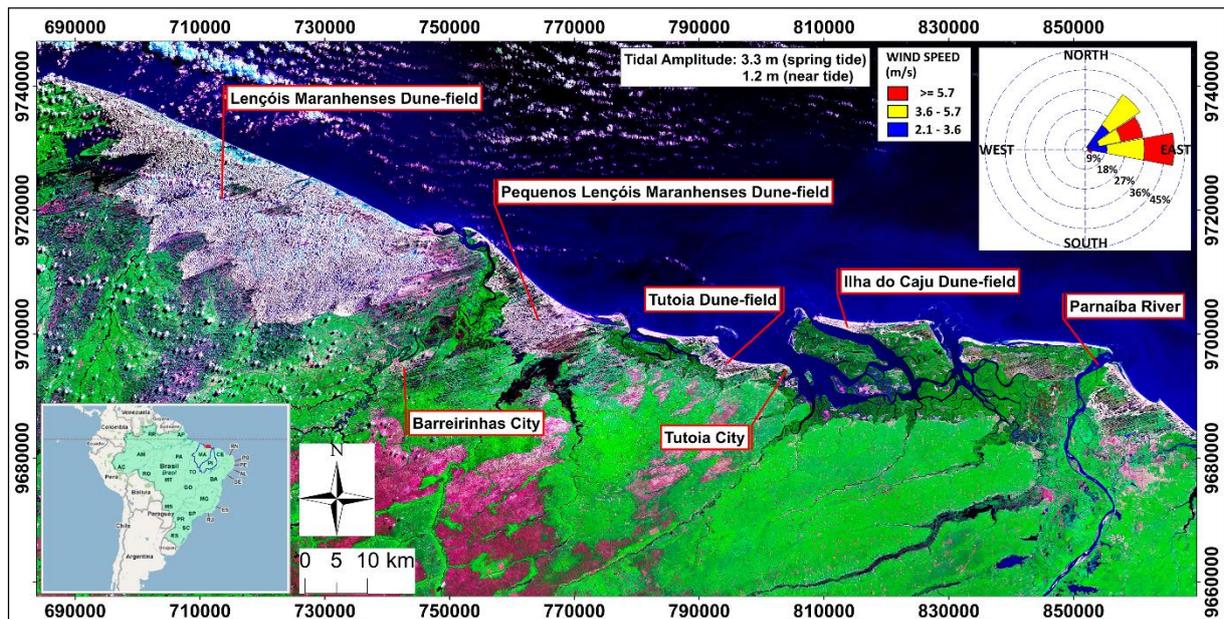


Figure 1. Location map of the studied dune-fields, with the main cities (Barreirinhas and Tutoia) and river (Parnaíba) of the area. The tidal range data from the Tutoia harbour was taken from the DHN (Departamento de Hidrovias e Navegação). The wind regime data was taken from NCEP/NCAR Reanalysis (Kalnay *et al.*, 1996) at 43°W to 41°W and 1°S to 3°S between the years of 1948-2014. Image: Satellite Landsat (2000).

#### Referências

- Ewing, R.C.; Kocurek, G. & Lake, L.W. 2006. Pattern analysis of dune-field parameters. *Earth Surf. Proc. Land.*, 31: 1176-1191.
- Ewing, R.C. & Kocurek, G. 2010. Aeolian dune-field pattern boundary conditions. *Geomorphology*, 114: 175-187.



## GEOTECNOGÊNESE E RISCO AMBIENTAL EM VOLTA REDONDA (RJ)

Sarah Almeida de Oliveira<sup>1a</sup>, Maria Naíse de Oliveira Peixoto<sup>1b</sup>, Eduardo Vieira de Mello<sup>1c</sup>, Josilda Rodrigues da Silva de Moura<sup>1b</sup>, Simone Magalhães Silva<sup>1d</sup>, Juliana Consolação Dias<sup>1d</sup>, Viviane Lima Silva<sup>1d</sup>

1- Núcleo de Estudos do Quaternário & Tecnógeno (Nequat) – Universidade Federal do Rio de Janeiro (IGEO/UFRJ); a- Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Geografia da UFRJ; b – Professoras do Depto. de Geografia da UFRJ, coordenadoras do NEQUAT; c- Doutorado do Programa de Pós-Graduação em Geografia da UFRJ, Professor do Colégio Pedro II; d- Graduandas em Geografia da UFRJ.

A cidade de Volta Redonda, situada no Médio Vale do rio Paraíba do Sul fluminense, foi implantada na década de 1940 em função da construção da Usina Presidente Vargas da Companhia Siderúrgica Nacional (CSN) sobre terraços e planícies e fluviais quaternários deste rio. A malha urbana, inicialmente planejada para ocupar terrenos a sul da planta industrial, vem se expandindo pelas colinas, morros e fundos de vale das bacias hidrográficas afluentes do Paraíba do Sul, desenvolvidos sobre o embasamento cristalino pré-cambriano e os sedimentos da Bacia de Volta Redonda e do Gráben Casa de Pedra. A disposição de resíduos industriais pela CSN e o crescimento urbano especialmente a partir da década de 1970 geraram diferentes tipos de feições e depósitos e tecnogênicos, os quais são apontados como causadores de inúmeros danos ambientais. As feições e depósitos tecnogênicos de Volta Redonda têm sido estudados pelo NEQUAT/UFRJ dentro de uma abordagem voltada ao estabelecimento de relações com as transformações na dinâmica dos sistemas de drenagem e com os diferentes tipos de processos erosivos, além do registro de sua ocorrência e distribuição espacial (Castro, 2004; Mello *et al.*, 2005; Peixoto *et al.*, 2010; Peixoto *et al.*, 2011). No presente trabalho, busca-se efetuar uma análise dos terrenos tecnogênicos em uma importante área de expansão urbana - o Setor Leste da cidade - visando discutir suas relações com a configuração de riscos ambientais. Nesta área encontram-se importantes rodovias, atividades industriais e de mineração, e ocupações residenciais, tanto orgânicas como em loteamentos, alguns criados para abrigar trabalhadores da CSN não contemplados nos programas de habitação destinados aos operários (Brígida, 2015). Para a análise proposta foram executados: a) reconhecimento em campo das feições tecnogênicas documentadas nos mapeamentos prévios; b) levantamento de bases e documentos cartográficos e históricos para reconstituição da evolução urbana e da cobertura e uso do solo; c) mapeamento dos terrenos tecnogênicos através de imagens e levantamentos de campo e classificação com base nas propostas de Peloggia *et al.* (2014); d) elaboração de mapas em ambiente ArcGis para representação e análise integrada das informações coligidas e produzidas. Os resultados obtidos permitiram identificar, primeiramente, uma elevada concentração de terrenos tecnogênicos no Setor Leste de Volta Redonda, relacionada ao fato de ter permanecido à margem tanto da planificação da “cidade-empresa”, na fase inicial de implantação da Usina, bem como em relação ao planejamento urbano municipal ocorrido nas décadas posteriores. Foram reconhecidos dezenove terrenos notadamente marcados pela geotecnogênese, cuja distribuição espacial é sumarizada a seguir (Figura 1). Na área centro-leste do setor, registra-se um conjunto de Terrenos Tecnogênicos de Agradação (a) e Terrenos Tecnogênicos de Degradação (b), destacando-se: (a) Depósitos Construídos de 1ª geração, associados à atividade de empresas de mineração e de produção de cimento; (b) Cicatrizes Tecnogênicas Construídas, produzidas pelas intervenções nas encostas adjacentes às rodovias, e Cicatrizes Tecnogênicas Induzidas, resultantes da instalação de canais erosivos acelerados nos cortes de estrada e terraplanagens em encostas e topo de colinas. Na porção centro-norte do setor analisado destaca-se a ocorrência de Depósitos Construídos de 1ª geração, produzidos pela disposição de resíduos industriais (c), configurando áreas sob suspeita de contaminação química, em investigação pelo Ministério Público Federal, e um grande depósito de rejeitos com presença de efluentes industriais (Brígida, 2015; MPF, 2012), vinculado à atividade siderúrgica, constituindo um Terreno Tecnogênico Misto (d). As áreas adjacentes a este terreno foram doadas ao Sindicato dos Metalúrgicos de Volta Redonda para a construção de um condomínio residencial em meados da década de 1990, resultando no quadro atual de risco ambiental que necessita ser avaliado, considerando-se os aspectos de extensão e alcance espacial da contaminação atual assim como o potencial de contaminação dos terrenos, das águas subterrâneas e

dos cursos fluviais circundantes. A porção centro-norte do setor apresenta uma condição especialmente crítica de potencial de risco considerando-se a localização de depósitos tecnogênicos de diferentes tipos às margens do Rio Paraíba do Sul, sobre depósitos aluviais quaternários, bem como nas áreas marginais ou nas calhas de pequenos canais fluviais existentes, em grande parte embrejados, que vêm sendo canalizados e sofrem grande pressão de ocupação.

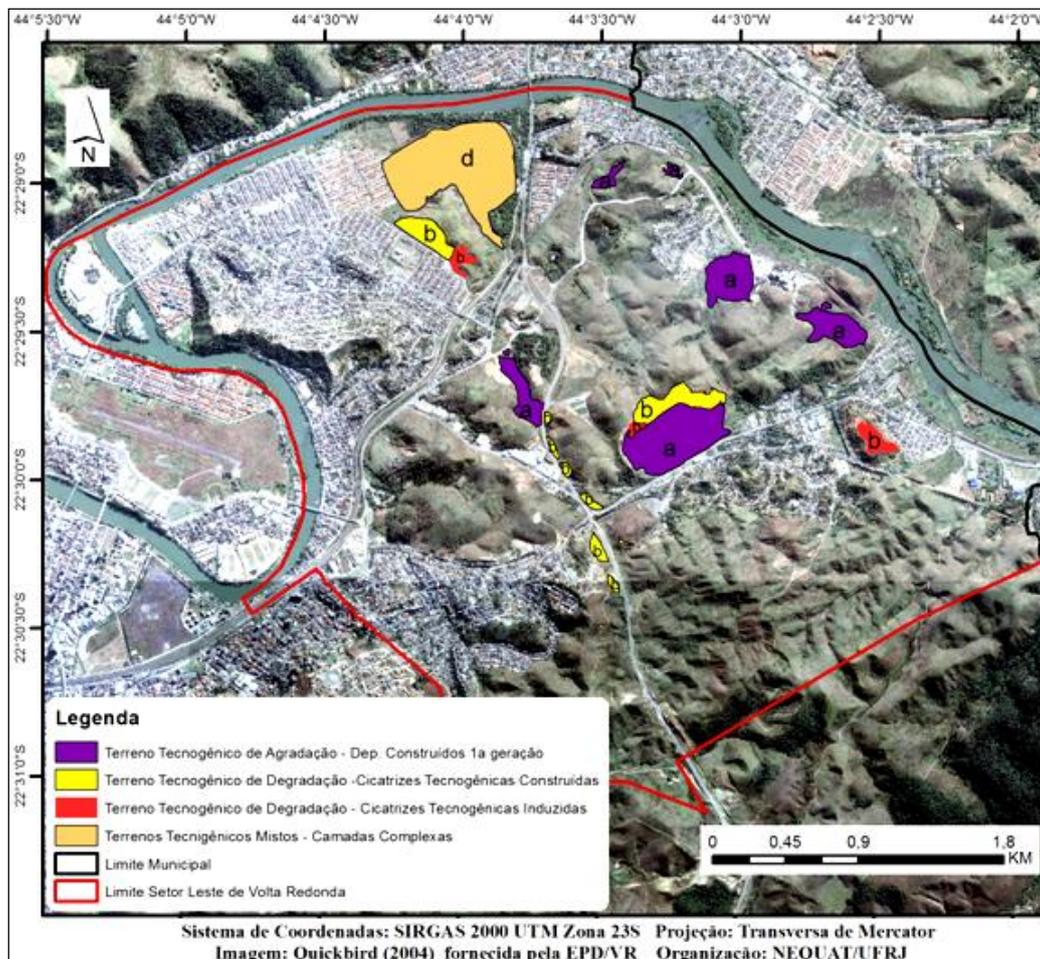


Figura 1. Mapa de Terrenos Tecnogênicos em Volta Redonda

## Referências

- Brígida, I. 2015. Conflitos socioambientais em Volta Redonda: O caso Volta Grande IV. Dissertação (Mestrado em Tecnologia Ambiental). Universidade Federal Fluminense.
- Castro, C.M. 2004. Vulnerabilidade dos Sistemas Hídricos e Riscos Ambientais em Volta Redonda. X p. Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-Graduação em Geografia, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro (link).
- Mello, E. V.; Peixoto, M. N. O.; Silva, T. M. & Moura, J. R. S. 2005. Evolução da rede de drenagem e transformações tecnogênicas nos canais fluviais em Volta Redonda (RJ), Médio vale do Rio Paraíba do Sul. In: X Congresso da Associação Brasileira de Estudos do Quaternário – ABEQUA / I Encontro do Tecnógeno, Gurarapari (ES).
- Peixoto, M.N., Mello, E. V., Silva, S. M., Moura, J. R. D. S., Lopes, C. Q. G. & Telles, S. 2011. Feições Tecnogênicas em Volta Redonda (RJ). XIII Congresso da Associação Brasileira de Estudos do Quaternário ABEQUA, Rio de Janeiro
- Peloggia, A. U. G., Oliveira, A. M.S, Oliveira, A. A., Silva, E. C. N. & Nunes, J. O. R. 2014. Technogenic geodiversity: a proposal on the classification of artificial ground. Quaternary and Environmental Geosciences, v. 5, n. 1.



## DETERMINAÇÃO DE METAIS, ARSÊNIO E FÓSFORO EM UMA COLUNA SEDIMENTAR DO ESTUÁRIO DO RIO CAETÉ – PA (BRASIL)

Carolina Miyoshi<sup>1</sup>, Rubens C. L. Figueira<sup>2</sup>, Eduardo Siegle<sup>3</sup>, Nils E. A. Neto<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Laboratório de Química Inorgânica Marinha – Instituto Oceanográfico – Universidade de São Paulo; <sup>2</sup>Laboratório de Química Inorgânica Marinha – Instituto Oceanográfico – Universidade de São Paulo; <sup>3</sup>Laboratório de Dinâmica Costeira – Instituto Oceanográfico – Universidade de São Paulo; <sup>4</sup>Instituto de Estudos Costeiros – Universidade Federal do Pará.

Os sedimentos são importantes sistemas deposicionais de poluentes, como metais, e possuem um papel importante na remobilização de contaminantes nos sistemas aquáticos (Ikem *et al.*, 2003). Tais sistemas possuem alta capacidade de acumular contaminantes que se encontram na água, e por esta característica de bioacumulação, são altamente utilizados como indicadores ambientais. A coluna sedimentar analisada neste trabalho foi coletada entre a baía do Caeté e a baía do Maiaú, na península de Bragança, no estuário do rio Caeté, latitude 0°50'25.90'' e longitude 46°38'24.05''. Esta península possui cerca de 40 km de linha de costa, e situa-se em uma região que faz parte de um dos maiores sistemas de manguezais do mundo, com aproximadamente 6000 km<sup>2</sup>, abrigando a parte nordeste do Pará e parte noroeste do Maranhão (Herz, 1991). O estuário do rio Caeté, assim como este sistema de manguezal, é caracterizado, principalmente, pelo sistema de macromaré semi-diurna, com variações de 4 a 8 m. Este trabalho teve como objetivo caracterizar as concentrações de metais (Cd, Cr, Cu, Ni, Pb e Zn), As e P ao longo de uma coluna sedimentar coletada no estuário do Rio Caeté, e relacionar estes valores com a geocronologia recente. Foram realizadas análises de metais, As e P em secções sedimentares, de 2 a 2 cm, ao longo de um testemunho coletado no estuário do rio Caeté, através do procedimento de digestão parcial – SW 846 US EPA 3050b (USEPA, 1996). Após esta etapa, as amostras foram lidas por Espectrometria de Emissão Óptica com Plasma Indutivamente Acoplado (ICP OES), marca VARIAN, que seguiu a metodologia SW 846 US EPA 6010c (USEPA, 2007). Ao longo deste trabalho, foi utilizado o material de referencia certificado SS-2 da SCP Science<sup>®</sup> para verificar a reprodutibilidade da metodologia aplicada. As atividades dos elementos <sup>137</sup>Cs, <sup>210</sup>Pb e <sup>226</sup>Ra foram determinadas por Espectrometria Gama de alta resolução, com o uso de um espectrômetro gama constituído de um detector de Ge hiperpuro (HPGe) de modelo GMX25190P da EG&G ORTEC. Os resultados dos níveis de <sup>210</sup>Pb<sub>xs</sub> permitiram estabelecer as taxas de sedimentação e datação do testemunho. Por meio da Tabela 1, é possível visualizar que o cádmio, chumbo e cobre obtiveram um aumento de concentração a partir do ano de 1964. Onde o cádmio apresentou nível máximo, 5,5 mg.kg<sup>-1</sup>, no ano de 2004. A partir das concentrações apresentadas, foi calculado o índice de geoacumulação Fator de Enriquecimento (Andrew & Sutherland, 2004), no qual foi utilizado o escândio como elemento normalizador. Através deste índice foi possível observar que o cádmio foi o elemento que sofreu maior enriquecimento com o decorrer dos anos, apresentando seu máximo no ano de 2004, com Fator de Enriquecimento = 85 (extremamente enriquecido – FE > 40). Chumbo e cobre apresentaram características de enriquecimento moderado (2 < FE < 5) a partir do ano de 1964.

### Referências

- Andrews, S. & Sutherland, R.S. 2004. Cu, Pb and Zn contamination in Nuuanu watershed, Oahu, Hawaii. *Science of the Total Environment*, n.324, p. 173 – 182.
- Herz, R. 1991. *Manguezais do Brasil*. Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo, 27 p., São Paulo.
- Ikem A., Egiebor N.O. & Nyavor K. 2003. Trace elements in water, fish and sediment from Tuskegee Lake, Southeastern USA. *Water, Air, and Soil Pollution*, n.149, p. 51 – 75.
- USEPA - United States Environmental Protection Agency. 1996. Method 3050B. Acid digestion of sediments, sludges and soil. Revision 2.
- USEPA - United States Environmental Protection Agency. 2007. Method 6010C. Inductively Coupled Plasma-Atomic Emission Spectrometry. Revision 3.



Tabela 4: Dados de profundidade, ano e concentração, em mg.kg<sup>-1</sup>, dos elementos analisados.

Profundidade (cm)	Ano	Concentrações (mg kg <sup>-1</sup> )								
		As	Cd	Cr	Cu	Ni	P	Pb	Sc	Zn
2	2014	4,375	-	16,520	10,561	3,370	369,815	11,961	1,593	23,263
4	2004	5,337	5,495	14,686	9,412	2,912	399,099	7,527	1,405	21,179
6	1994	5,781	2,561	14,324	6,880	2,959	389,899	5,767	1,450	18,663
8	1984	6,142	1,510	14,278	6,128	3,154	379,627	4,650	1,513	16,137
10	1974	6,420	0,878	15,843	5,882	3,515	388,233	4,311	1,757	17,205
12	1964	4,922	0,532	13,246	4,232	7,663	338,702	3,931	1,339	14,260
14	1944	3,731	0,450	11,945	4,281	7,758	308,729	3,113	1,101	14,128
16	1934	4,786	0,250	13,875	3,950	7,429	345,038	3,656	1,411	15,102
18	1924	5,202	0,244	11,836	3,246	7,288	330,526	3,398	1,184	12,789
20	1914	4,151	0,457	13,458	3,350	7,545	326,093	3,729	1,396	15,223
22	1904	3,496	0,000	11,973	3,202	7,885	337,354	2,865	1,176	15,287
24	1894	4,922	0,264	12,614	3,127	7,610	351,860	3,226	1,258	12,545
26	1884	5,149	0,160	12,023	2,904	7,089	328,339	2,998	1,245	12,346
28	1874	7,246	0,087	14,379	3,063	8,238	381,922	3,505	1,471	14,154
30	1864	6,158	0,042	14,180	3,297	8,409	369,638	3,219	1,456	15,180
32	1854	4,284	0,000	10,383	2,692	4,407	346,672	2,661	1,090	12,473
34	1844	5,023	0,046	9,257	2,609	4,414	353,256	2,569	0,944	11,390
36	1834	4,320	0,131	10,186	2,695	4,702	349,577	2,785	1,075	11,913
38	1824	5,244	0,086	10,686	2,822	4,757	391,755	3,037	1,133	12,053
40	1814	3,672	0,000	10,344	2,663	4,733	329,475	2,593	1,063	11,038
42	1804	3,833	0,137	12,232	2,814	8,373	334,173	3,131	1,236	15,502
46		4,238	0,032	11,538	2,582	8,184	317,358	2,743	1,117	13,501
52		4,581	0,149	9,125	2,322	4,115	258,491	2,942	0,941	10,381
56		4,907	0,151	9,482	2,400	4,307	317,347	2,756	0,993	10,685
60		5,076	0,000	9,282	2,256	4,357	315,490	2,410	0,951	10,413
62		4,484	0,064	9,724	2,657	2,603	316,157	2,526	1,079	11,159
72		4,447	0,030	9,812	2,321	2,625	316,298	2,592	1,103	10,641
82		4,092	0,013	9,282	2,168	2,582	309,400	2,085	1,049	10,309
90		4,455	0,086	8,560	2,311	2,416	317,512	2,329	0,956	10,840



## GEOQUÍMICA PRELIMINAR DE ÁGUAS SUPERFICIAIS DO MUNICÍPIO DE CAÇAPAVA DO SUL – RS – BRASIL

Issacar Barroso<sup>1</sup>, Juliana Gimenes de Oliveira<sup>1</sup>, Cristiane Heredia Gomes<sup>2</sup>, Rafael Lima Dessart<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Aluno do Curso de Geologia, Universidade Federal do Pampa, Caçapava do Sul – RS, <sup>2</sup>Profa. Dra. Universidade Federal do Pampa, Campus Caçapava do Sul – RS, <sup>3</sup>Prof. Msc. Universidade Federal do Pampa, Campus Caçapava do Sul – RS

A crescente ocupação urbana desordenada nos últimos anos, nos municípios brasileiros, vêm sofrendo constantemente com a poluição e contaminação das águas superficiais e do solo, influenciando assim diretamente a qualidade de vida de seus moradores. Por meio de análises químicas de água é possível se identificar as características geoquímicas de drenagens que abastecem uma população e entender a influência de materiais introduzidos ao meio por atividade antrópica. Assim, objetivou-se neste estudo coletas de água ao longo de dois arroios limítrofes ao perímetro urbano do município de Caçapava do Sul, importantes no abastecimento da região. Ao longo desses dois recursos hídricos foram identificados vários locais onde o esgoto é lançado diretamente sem qualquer tratamento prévio. Foram coletadas sistematicamente cinco amostras de água em pontos espaçados em cada um dos dois arroios. Nas amostras de água, preservadas conforme NBR 9898 (1987), foi determinado o pH, a dureza total (DT) e alcalinidade total (AT) e coliformes totais (CT). Medidas de pH foram realizadas em aparelhos de bancada logo após a coleta. Análises de alcalinidade e dureza foram realizadas por volumetria de neutralização e complexação (Bacan, 2001; Vogel, 1992). Todas as análises foram realizadas no Laboratório de Química da Universidade Federal do Pampa – UNIPAMPA. O pH das amostras, a 25°C, apresentou variações de 7,17 a 8,83, indicando águas consideradas básicas. Contudo, observa-se que as amostras do Arroio 1 (1A, 1B, 1C, 1D e 1E, Figura 1) apresentam os maiores valores de pH em relação as amostras do Arroio 2 (2A, 2B, 2C, 2D e 2E). Isto pode ser devido a dissolução de carbonatos provenientes da extração de calcário na região. A portaria nº 36/GM de 1990 do Ministério da Saúde estabelece valores de pH entre 6,5 e 8,5 aceitáveis para consumo humano, e na Portaria nº 1469 de 2000 consta valores de pH entre 6,0 e 9,5 de aceitação para consumo humano. As análises indicam que os pontos de coleta 1A, 1B, 1C, 1E, 2A, 2B, 2C, 2D e 2E estão com dureza entre 100 a 300 mg/l CaCO<sub>3</sub>, sendo classificadas como água dura (Tabela 1), enquanto que o ponto de coleta 1D está com dureza entre 50,00 a 100 mg/l CaCO<sub>3</sub>, sendo classificada como água com dureza moderada. A portaria nº 2.914 de 12-12-2011 do Ministério da Saúde estabelece para dureza o teor de 500 mg/L em termos de CaCO<sub>3</sub>. As análises de Alcalinidade Total (Figura 2) indicam aumento significativo para os pontos de coleta 2C, 2D e 2E em relação aos outros pontos de coleta. Este comportamento pode estar relacionado com o aumento das temperaturas, já que a amostragem foi realizada no mês de maio, e com o lançamento direto do esgoto sem tratamento prévio. Assim, as reações podem favorecer a dissolução de carbonatos e bicarbonatos aumentando a alcalinidade total. A presença de coliformes totais ao longo dos dois recursos hídricos estudados indica que a águas dos pontos amostrados é imprópria para consumo humano. Após as análises químicas feitas conclui-se que as águas com caráter básico são compatíveis com os processos de dissolução-precipitação de carbonatos de cálcio e magnésio. Foi observado em ambos Arroios a presença de coliformes totais como era esperado, visto que o esgoto é lançado diretamente sem tratamento prévio. Estes resultados mostram que o impacto ambiental, neste caso, deve-se principalmente às alterações de pH, alcalinidade total e a presença de coliformes totais consequentes da atividade antrópica e geologia da região. Alguns fatores como a falta de urbanização e a falta de conscientização da população contribuem de forma significativa para o aumento da poluição ao longo dos anos.

### Referências

- Bacan, N., Andrade, J., Godinho, O. & Barone, J. (2001) “Química Analítica Quantitativa Elementar”, Ed. Edgar Blucher, São Paulo, SP, 308 p.  
Vogel, A., (1992) “Análise Química Quantitativa”, LTC, 5ª edição, Rio de Janeiro.



Tabela 1: Resultados obtidos nas análises

Amostra	PH	DT (CaCO <sub>3</sub> /L)	AT - CaCO <sub>3</sub> (mg/L)	CT
1A	8,73	137,75	136	Positivo
1B	8,59	117,93	96	
1C	8,83	132,79	140	Positivo
1D	8,50	98,11	140	
1E	8,59	159,55	120	Positivo
2A	7,58	167,48	100	Positivo
2B	7,45	202,16	140	
2C	7,17	152,61	200	Positivo
2D	7,42	144,68	220	
2E	7,28	137,75	320	Positivo

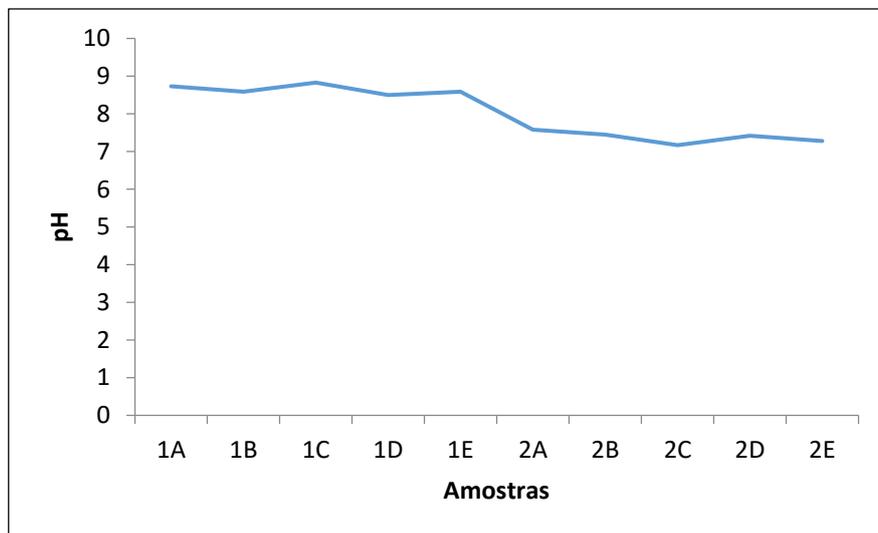


Figura 1. Gráfico de pH versus Amostras indicando que os maiores valores de pH foram determinados nas amostras do Arroio 1 (1A, 1B, 1C, 1D e 1E) em relação as amostras do Arroio 2 (2A, 2B, 2C, 2D e 2E).

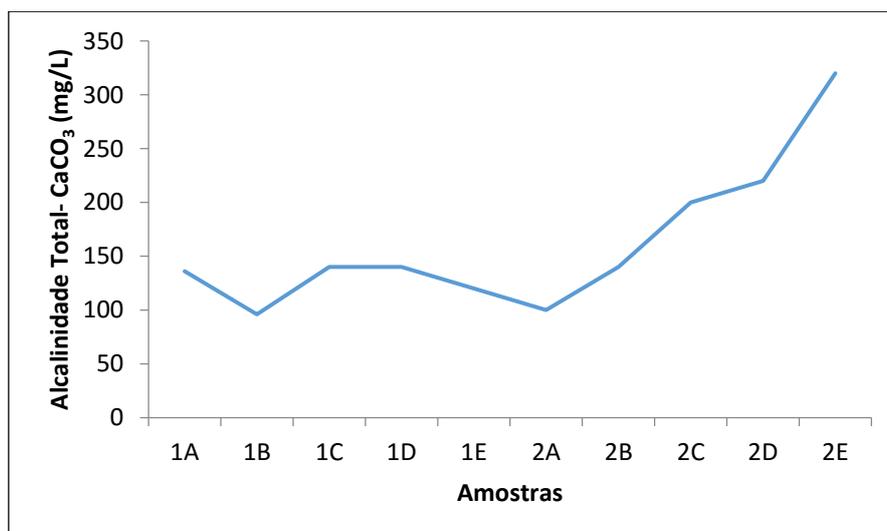


Figura 2. Gráfico de Alcalinidade Total – CaCO<sub>3</sub> (mg/L) versus Amostras, indicando que nas amostras do Arroio 2 foram determinados os maiores valores de Alcalinidade Total em relação as amostras do Arroio 1.



## O USO DO SOFTWARE *S*GEOLGY 1.4 COMO AUXÍLIO NO ESTUDO DA MINERALOGIA

Antônio Jonathan De Moura Lima<sup>1</sup>, Issacar Barroso<sup>1</sup>, Felipe Barbosa<sup>2</sup>, Maximilian Fries<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Discente, Universidade Federal do Pampa, Curso de Geologia, Caçapava do Sul – RS; <sup>2</sup>Técnico de informática, especialista em Programação Discente, Faculdade Eniac <sup>3</sup>Professor adjunto, Laboratório de Geofísica Aplicada, Universidade Federal do Pampa, Campus Caçapava do Sul – RS

O *Software* SGeology 1.4 desenvolvido por alunos da Universidade Federal do Pampa visa ser uma ferramenta de consulta e auxílio na identificação de minerais. Tem como finalidade, auxiliar o ensino das Geociências e aperfeiçoar o trabalho de profissionais no uso da mineralogia como subsídio aos outros estudos na área das geociências. Foi desenvolvido com a linguagem de programação Visual Basic<sup>®</sup>. NET vinculado ao banco de dados Access<sup>®</sup> utilizando a *Integrated Development Environment* (IDE) *Visual Studio Express* 2013, versão gratuita disponibilizada pela Microsoft. O banco de dados foi criado no *Microsoft Access* 2013. O Software permite pesquisar minerais estudados através do nome ou por características físicas como cor, brilho, clivagem, dureza, traço, fratura entre outras as quais estão armazenadas e vinculadas por meio de um banco de dados Access, o qual o usuário necessita apenas da versão gratuita do *Access* (Microsoft) que visualiza os dados. É possível, também, se optar pela pesquisa das características do mineral, exibidas em um formulário com várias informações do mineral. O banco de dados é o espaço na memória ROM do computador onde ficam armazenados os dados necessários para a execução do *software*, uma vez criado, foi necessário realizar a conexão com o *software*, para depois, “chamar” as funções desejadas dentro de cada rotina do programa. Foi necessário criar-se uma conexão da linguagem com o banco de dados. Para isso, utilizou-se uma classe dentro do próprio *Visual Basic*, chamada de “Módulo/Module” (classe que será acessível para todas as outras classes do *software*). O SGeology 1.4 funciona em Windows XP ou superior e pode ser utilizado tanto no meio acadêmico quanto em atividades profissionais, facilitando e diminuindo o tempo de consulta a bibliografias uma vez que o banco de dados já trabalha em sinergia com a mesma, apresentando um tutorial sobre o uso das ferramentas para a determinação dos minerais, como são aplicadas estas ferramentas e definições das características. Dessa maneira, auxiliando de uma forma mais eficaz no entendimento da mineralogia. Para otimização da interface usuário/aplicativo foi realizada uma pesquisa junto aos alunos dos cursos de graduação de Geologia, Geofísica e Engenharia Sanitária e Ambiental do Campus Caçapava do Sul, a fim de se observar as funcionalidades, eficácia e limitações das versões desenvolvidas. Foram feitas melhorias nas interfaces visuais do *SGeology*, através do cadastramento de uma grande quantidade de imagens interativas com o usuário e uma revisão bibliográfica dos dados já inseridos. Na fase atual de desenvolvimento, foi realizada a inserção de 300 minerais (com respectivas imagens) e outros minerais para as novas versões que serão desenvolvidas. Espera-se atingir diferentes usuários, proporcionar um ensino e aprendizado da mineralogia mais atraente considerando sua forma de utilização simples e interativa. Como evolução deste estudo, uma versão para Android<sup>®</sup> foi elaborada possibilitando o uso em celulares e tablets, além das versões já disponíveis para desktop. Tornando, assim, a difusão e o acesso amplo a um grande público.

### Referência

Klein Cornelis, Barbara Dutrow, 2012 – Manual de Ciências dos Minerais (ed.23<sup>a</sup>), Porto Alegre, Bookman, 716p.



## DESCRIÇÕES PALINOLÓGICAS DE REGIÕES DE MARISMAS, PORÇÃO EMERSA DA BACIA DE PELOTAS

Ávila, Andréia<sup>1</sup>; Diniz, Débora<sup>1</sup>; Leonhardt, Adriana<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Laboratório de Paleoceanografia e Palinologia - Instituto de Oceanografia - Universidade Federal do Rio Grande (FURG)

A palinologia é o estudo dos diferentes microfósseis de composição orgânica, com ênfase em polens e esporos. Esta ciência é de grande importância para os estudos ecológicos atuais e também para os realizados em amostras sedimentares, possibilitando reconstituições paleoambientais. Uma ferramenta de fundamental importância para a correta identificação dos diferentes táxons em assembleias fósseis são os atlas palinológicos de diferentes regiões, já que trazem descrições morfológicas dos grãos, permitindo assim, um melhor entendimento da flora existente nas mesmas (exemplo: Willard *et al.*, 2004). Portanto, o presente trabalho visa realizar descrições morfológicas dos polens de diferentes espécies de plantas encontradas nas regiões de marismas adjacentes à Lagoa dos Patos, extremo sul do Brasil, tendo como base levantamentos florísticos anteriormente realizados no marisma da Ilha da Pólvora, Rio Grande, RS (Figura 1). As regiões de marisma apresentam uma vegetação formada por plantas herbáceas, anuais e perenes, podendo, algumas vezes, apresentar associação com alguns pequenos arbustos (Azevedo, 2000). Foram utilizadas lâminas palinológicas disponíveis no Núcleo de Oceanografia Geológica da Universidade Federal do Rio Grande - FURG. Também foram realizadas coletas de material polínico em exsicatas do herbário da universidade. As análises são realizadas a partir de lâminas preparadas pelo método da acetólise. As mesmas são observadas em microscópio biológico, em aumento de 40x. Até o momento, foram descritos os seguintes táxons: *Ambrosia spp.*, *Conyza floribunda*, *Conyza pampeana*, *Cyperus sp.*, *Eupatorium sp.*, *Ipomea sp.*, *Paspalum vaginatum*, *Pluchea sagittalis*, *Salicornia gauchaudiana*, *Sesuvium portulacastrum*, *Sida rhombifolia* e *Solanum spp.*, que apresentam grande variabilidade morfológica, em relação a tamanho, tipo de ornamentação e abertura (Tabela 1). Foram realizadas fotografias, medições e descrições dos polens de cada exemplar acima citado. As plantas representadas são em sua maioria herbáceas, presentes em diferentes sub-ambientes dos marismas, como planos vegetados, planos lamosos e fragmentos de mata palustre. Saídas de campo e visitas ao herbário permitirão a continuidade do trabalho, possibilitando uma caracterização mais completa da diversidade e morfologia dos polens de plantas da região. Com a construção deste atlas palinológico, esperamos dar suporte às pesquisas palinológicas e paleoambientais nos ambientes de marisma da região sul do Brasil, onde transgressões e regressões marinhas pretéritas poderão ser detectadas. Além disso, muitos polens e esporos da região costeira são transportados para o oceano; portanto, são também importantes em pesquisas paleoceanográficas. [Bolsista ANP, PRH-27; CNPq 460054/2014-7].

### Referências

- Azevedo, A.M.G. 2000. Hábitats, associações vegetais e fenologia das plantas das marismas da Ilha da Pólvora, Estuário da Lagoa dos patos (RS, Brasil). Dissertação de mestrado (Oceanografia Biológica). Universidade Federal do Rio Grande – FURG.
- Willard, D.A.; Bernhardt, C.E.; Weimer, L.; Cooper, S.R.; Gamez, D. & Jensen, J. 2004. Atlas of pollen and spores of the Florida everglades. *Palynology*: 28: 175-227.

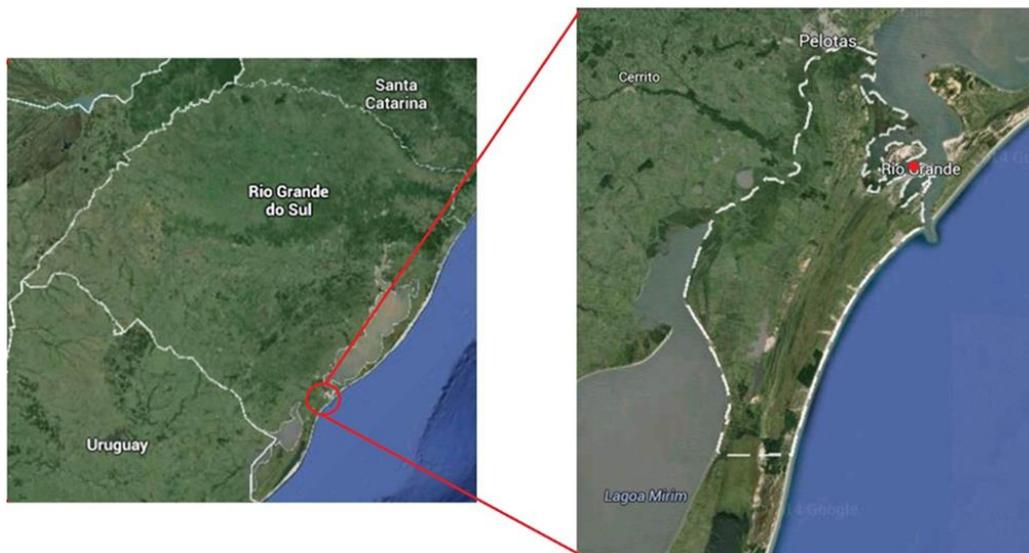


Figura 1. Local de estudo: Ilha da Pólvora, Rio Grande, RS.

Tabela 1. Classificação quanto à forma e descrição polínica de cada táxon analisado.

<b>Táxon</b>	<b>Classificação quanto à forma</b>	<b>Descrição polínica</b>
<i>Ambrosia spp.</i>	Subprolato	Tricolpadoequinado
<i>Cyperus caetus</i>	Prolato	Escabrado com aberturas irregulares
<i>Cyperus giganteus</i>	Prolato-esferoidal	Escabrado com aberturas irregulares
<i>Cyperusincostatus</i>	Prolato-esferoidal	Escabrado com aberturas irregulares
<i>Cyperus obtusatus</i>	Subprolato	Escabrado com aberturas irregulares
<i>Conyza floribunda</i>	Oblato-esferoidal	Tricolporado equinado
<i>Conyza pampeana</i>	Prolato-esferoidal	Tricolporado equinado
<i>Eupatorium sp.</i>	Subprolato	Tricolporado equinado
<i>Ipomea sp.</i>	Esférico	Pantoporado equinado
<i>Paspalum vaginatum</i>	Prolato-esferoidal	Monoporadopsilado
<i>Pluchea sagittalis</i>	Prolato-esferoidal	Tricolpadoequinado
<i>Salicornia gauchaudiana</i>	Esférico	Pantoporado psilado
<i>Sesuvium portulacastrum</i>	Prolato	Tricolpora domicro-reticulado
<i>Sida rhombifolia</i>	Esférico	Pantoporado baculado
<i>Solanum spp.</i>	Prolato	Tricolporado psilado
<i>Vigna luteola</i>	-----	Triporado reticulado



## EVOLUÇÃO PEDOSSEDIMENTAR DA PLANÍCIE DE INUNDAÇÃO DO MÉDIO CURSO DO RIO PARDO (RS) NO PLEISTOCENO SUPERIOR E NO HOLOCENO

Ney Fett Júnior<sup>1</sup>, Marcelo Accioly Teixeira de Oliveira<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Departamento Interdisciplinar da Direção Acadêmica do Campus Litoral Norte – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. <sup>2</sup>Laboratório de Geodinâmica Superficial – Departamento de Geociências – Universidade Federal de Santa Catarina

As planícies de inundação polifásicas são encontradas ao longo de rios lateralmente estáveis ou com migração lateral lenta e podem guardar registros de regimes de fluxo pretéritos, sobretudo em suas partes basais e distais (Nanson & Croke, 1992). Deste modo, essas morfologias contêm informações fundamentais para reconstituir a evolução de ambientes continentais durante períodos de tempo que, segundo Thomas (2000), variam de  $10^4$  até  $10^5$  anos. No Brasil, o modelo paleoclimático elaborado por Bigarella & Mousinho (1965) considera que as planícies de inundação atuais ter-se-iam originado sob climas úmidos do Holoceno, enquanto dois baixos terraços com cascalheiras representariam as condições climáticas semiáridas da última glaciação. Tal enfoque, baseado em datações relativas, foi utilizado por Dutra (1974) para interpretar a evolução do médio curso do Rio Pardo, na região centro-leste do Estado do Rio Grande do Sul, durante o Período Quaternário. Somente a partir da década de 1990, com as pesquisas realizadas no alto curso do Rio Paraná (Stevaux, 1994; Stevaulx & Santos, 1998; Stevaulx, 2000), surgiram novos dados sobre a dinâmica fluvial quaternária. De acordo com tais estudos, a região se caracterizou pela alternância de duas fases semiáridas (> 40.000 a 8.000 anos AP; 3.500 a 1.500 anos AP) e duas fases úmidas (8.000 a 3.500 anos AP; 1.500 anos AP ao presente), com mudanças no padrão de canal do Rio Paraná. Diante disso, o presente trabalho propõe novo modelo de evolução paleoambiental para a planície de inundação do médio curso do Rio Pardo no Pleistoceno Superior e no Holoceno, que se fundamenta na integração entre aloestratigrafia, análise de fácies e classificação de solos e paleossolos. As unidades aloestratigráficas representam fases de instabilidade da paisagem, caracterizadas por sedimentação fluvial, e os diferentes conjuntos de fácies sedimentares permitem identificar ambientes deposicionais específicos. Por outro lado, os solos e paleossolos são importantes marcadores de estabilidade da paisagem (Gerrard, 1981; Catt, 1990; Kraus, 1999). Assim, os tipos de solos e paleossolos formados ao longo de descontinuidades limitantes indicam a duração aproximada de períodos de não deposição e fornecem informações sobre condições paleoambientais. Localizada no contato entre o Planalto Meridional e a Depressão Periférica gaúcha, a área de estudo se caracteriza por escarpamento relativamente baixo e festonado, com orientação leste-oeste, geralmente associado a patamares estruturais, pedimentos e rampas de colúvio. A planície de inundação do médio curso do Rio Pardo está depositada principalmente sobre siltitos da Formação Santa Maria (Triássico Médio e Superior) e apresenta altitudes entre 20 e 60 m. Inicialmente, foi realizada a descrição das unidades pedossedimentares em campo e a coleta de amostras para análises granulométricas, químicas e micromorfológicas. As fácies sedimentares foram classificadas conforme Miall (1996), enquanto as classes de solos e paleossolos foram determinadas de acordo com a Base de Referência Mundial para Recursos do Solo (FAO, 2007) e o sistema de Krasilnikov & Calderón (2006), respectivamente. Por fim, foram datadas seis amostras de sedimentos por luminescência opticamente estimulada (LOE), por meio da técnica de alíquotas múltiplas de grãos de quartzo (MAR), na empresa Datação, Comércio e Prestação de Serviços LTDA (São Paulo, SP). Além disso, foi datada uma amostra de matéria orgânica de paleossolo enterrado com o método do radiocarbono ( $^{14}\text{C}$ ) no *Center for Applied Isotope Studies* da Universidade da Geórgia (EUA). Basicamente, as quatro seções estratigráficas descritas apresentam estrutura semelhante: uma camada basal de cascalhos, constituída pela fácies cascalho suportado por clastos, com acamamento horizontal incipiente (Gh), e espesso pacote de material fino sobreposto (1,4 – 5,6 m de espessura), no qual geralmente predomina a fácies lama maciça, com raízes e bioturbação (Fr). Tais fácies são similares àquelas geradas pela dinâmica fluvial no presente e sua sucessão vertical está associada à sequência dos três principais processos formadores da planície de inundação do médio curso do Rio Pardo: corrasão lateral, acreção lateral e acreção vertical, respectivamente. Os dois perfis situados mais para o interior dos vales foram depositados a partir de  $19.100 \pm 2.200$  anos e antes de



12.400 ± 1.800 anos e têm apenas o desenvolvimento de solos atuais no topo dos pacotes (Luvisolos). Esses depósitos constituem a unidade aloestratigráfica Linha do Rio (Fett Júnior, 2011). Nas duas seções estratigráficas localizadas a jusante, ocorre uma sequência mais antiga, com idades máximas superiores a 72.000 ± 11.350 anos e 70.700 ± 12.500 anos. Denominado unidade aloestratigráfica Rebentona (Fett Júnior, 2011), esse pacote exhibe o limite superior marcado por paleossolos enterrados (Infraluvisolos), com propriedades hidromórficas e lixiviação de bases moderada a intensa, datados de 8.200 ± 25 anos AP e mais de 3.400 ± 600 anos. Esses paleossolos foram parcialmente erodidos e enterrados pela deposição da unidade aloestratigráfica Linha do Rio. Nesses dois perfis, a formação dos solos atuais – Luvisolo e Cambissolo – começou depois de 6.200 ± 780 anos e 3.400 ± 600 anos, respectivamente. Os dados faciológicos indicam que possivelmente não houve alterações significativas no estilo deposicional ou no padrão de canal do Rio Pardo e seus tributários durante a maior parte do Último Ciclo Glacial. Todavia, as fases de pedogênese aparentemente estão relacionadas a mudanças climáticas do Pleistoceno Superior e do Holoceno. Estima-se que formação dos paleossolos no topo da unidade aloestratigráfica Rebentona teria começado entre 30.000 anos (EIM 3) e 22.000 anos (EIM 2), provavelmente devido à diminuição da magnitude e/ou da frequência de cheias, atribuída ao aumento da sazonalidade do clima subtropical, com estações seca e úmida bem distintas (Fett Júnior, 2011). Nas áreas próximas à borda do Planalto Meridional, a deposição fluvial continuou durante o Último Máximo Glacial (EIM 2). A sedimentação na planície de inundação foi retomada no Holoceno e ter-se-ia estendido até cerca de 5.000 a 2.000 anos, com o início da pedogênese no limite superior da unidade aloestratigráfica Linha do Rio. Esse período de formação de solos coincide com a expansão das florestas de galeria sob condições climáticas relativamente mais úmidas, que teria resultado em cheias menores e/ou menos frequentes no médio curso do Rio Pardo (Fett Júnior, 2011).

#### Referências:

- Bigarella, J. J. & Mousinho, M. R. 1965. Considerações a respeito de terraços fluviais, rampas de colúvio e várzeas. *Boletim Paranaense de Geografia*, 16-17: 153-197.
- Catt, J. A. 1990. Paleopedology manual. *Quaternary International*, 6: 1-95.
- Dutra, T. L. 1974. O Quaternário da área do Rio Pardo – Rio Grande do Sul. 41 p. Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-Graduação em Geociências, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). 2007. World Reference Base for Soil Resources 2006: a framework for international classification, correlation and communication. 1<sup>st</sup> update, Rome, World Soil Resources Reports, n. 103, 115 p.
- Fett Júnior, N. 2011. Aloestratigrafia e evolução do relevo do Pleistoceno Médio ao Holoceno no médio curso do Rio Pardo, região centro-leste do Estado do Rio Grande do Sul, Brasil. 467 p. Tese de Doutorado, Programa de Pós-Graduação em Geografia, Departamento de Geociências, Universidade Federal de Santa Catarina.
- Gerrard, A. J. 1981. *Soils and landforms: an integration of Geomorphology and Pedology*. London, George Allen & Unwin Ltd., 219 p.
- Krasilnikov, P. & Calderón, N. E. G. 2006. A WRB-based buried paleosol classification. *Quaternary International*, 156/157: 176-188.
- Kraus, M. J. 1999. Paleosols in clastic sedimentary rocks: their geologic applications. *Earth-Science Reviews*, 47: 41-70.
- Miall, A. D. 1996. *The geology of fluvial deposits: sedimentary facies, basin analysis, and petroleum geology*. Berlin, Springer-Verlag, 582 p.
- Nanson, G. C. & Crooke, J. C. 1992. A genetic classification of floodplains. *Geomorphology*, 4(6): 459-486.
- Stevaux, J. C. 1994. The Upper Paraná River (Brazil): geomorphology, sedimentology and paleoclimatology. *Quaternary International*, 21: 143-161.
- Stevaux, J. C. 2000. Climatic events during the Pleistocene and Holocene in the Upper Paraná River: correlation with NE Argentina and South-Central Brazil. *Quaternary International*, 72: 73-85.
- Stevaux, J. C. & Santos, M. L. 1998. Paleohydrological changes in the Upper Paraná River during the Late Quaternary: a facies approach. *In: Benito, G.; Baker, V. R. & Gregory, K. J. (eds.). Paleohydrology and Environmental Change*. London, John Wiley, p. 273-298.
- Thomas, M. F. 2000. Late Quaternary environmental changes and the alluvial record in humid tropical environments. *Quaternary International*, 72: 23-36.



## LATE QUATERNARY SEA SURFACE TEMPERATURE CHANGES AT THE SOUTHERN BRAZILIAN CONTINENTAL MARGIN

Txai M. Schwamborn<sup>1</sup>, María A. G. Pivel<sup>2</sup>, Natalie Umling<sup>3</sup>, Robert Thunell<sup>3</sup>, Adriana Leonhardt<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Laboratório de Paleoceanografia e Palinologia - Instituto de Oceanografia - Universidade Federal do Rio Grande;

<sup>2</sup>Laboratório de Microfósseis Calcários - Departamento de Paleontologia e Estratigrafia - Universidade Federal do Rio Grande do Sul. <sup>3</sup>Marine Sediment Research Laboratory - Department of Earth & Ocean Science - University of South Carolina

Seawater temperature and salinity data are fundamental parameters to investigate climate change. In paleoceanography, oxygen isotope records have been used to estimate past water temperature, ice-sheet sizes, and local salinity variations (Wright, 2000). The oxygen isotope composition of foraminiferal calcite ( $\delta^{18}\text{O}_c$ ), represents a combined signal from the test's calcification temperature and the oxygen isotope composition of seawater ( $\delta^{18}\text{O}_w$ ) at the moment that calcite was precipitated. Moreover, the  $\delta^{18}\text{O}_w$  is dependent on ice volume variations and regional hydrological balance, which influences the local salinity (Dekens *et al.*, 2002). Several studies have shown that using paired  $\delta^{18}\text{O}$  and Mg/Ca ratio presents advantages to estimate past temperature due to the simultaneity between these approaches (Dekens *et al.*, 2002, Lea *et al.*, 2002, Newton *et al.*, 2006). In order to improve the understanding of past climate conditions in the western South Atlantic Ocean, this study aims to obtain late Quaternary sea surface temperature (SST) and salinity (SSS) estimates through paired  $\delta^{18}\text{O}$  and Mg/Ca analyses in foraminiferal tests of the species *Globigerinoides ruber* (white). *G. ruber* was picked from the core SAT-073, which was taken at 47°W and 29°S, from a water depth of 1613 m, on the Rio Grande Plateau, a submarine feature located within Pelotas Basin. The studied area is marked by the hydrodynamic influence from the Brazil-Malvinas Confluence (30–50°S and 30–70°W) (Garcia *et al.*, 2004) associated with freshwater fluxes from local evaporation precipitation balance and continental runoff from the Plata River and secondarily from Patos Lagoon. These features control salinity distribution in the region. Preliminary chronology of the core was done based on biostratigraphy and  $\delta^{18}\text{O}$  curve. It seems that this core recorded the Marine Isotopic Stages (MIS) 1 – 5.  $\delta^{18}\text{O}$  and Mg/Ca analyses were performed at the Marine Sediment Research Laboratory at the University of South Carolina using around 60 *G. ruber* tests with size fraction > 250  $\mu\text{m}$  and collected on intervals of 3 cm. For the Mg/Ca analyses, a cleaning procedure modified from Boyle (1981) was adopted in order to eliminate organic matter and silicate contaminants. SST estimates were obtained using the equation of Dekens *et al.* (2002) for the Atlantic Ocean. The mean SST value found was 24.46 °C, while the highest temperature was 25.75 °C and the lowest 23.43 °C (Figure 1). These results show a relative stability of SST throughout MIS 5 to 1 since the actual SST average is 24 °C even though this period witnessed large climate changes, including glacial and interglacial intervals. Toledo *et al.* (2007) also observed the small contribution of temperature to the  $\delta^{18}\text{O}$  signal in samples retrieved along the Brazilian Continental Margin between 14.4 and 24.4°S. This work will continue until complete the analysis of the core samples, radiometric dating and sea surface salinity estimates.

### Acknowledgments

This study is partially funded by IODP-CAPES Project n° 88887.091727/2014-01.

### References

- Boyle, E. A. 1981. Cadmium, copper, zinc, and barium in foraminiferal tests. *Earth and Planet. Science Letter*, 53: 11– 35.
- Dekens, P. S., Lea, D. W., Pak, D. K., Spero, H. J. 2002. Core top calibration of Mg/Ca in tropical foraminifera: Refining paleotemperature estimation. *Geochemistry, Geophysics, Geosystems*, 3(4).
- Garcia, C. A. E., Sarma, Y. V. B., Mata, M. M., Tavano Garcia, M. T. 2004. Chlorophyll variability and eddies in the Brazil-Malvinas Confluence Region. *Deep Sea Research Part II: Topical Studies in Oceanography*. 1:159-172

- Kim, S. T., O'Neil, J.R. 1997. Equilibrium and nonequilibrium oxygen isotope effects in synthetic calcites. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 61: 3461–3475
- Lea, D. W., Martin, P. A., Pak, D. K., Spero, H. J. 2002. Reconstructing a 350 ky History of Sea level Using Planktonic Mg/Ca and Isotope Records from Cocos Ridge Core. *Quaternary Science Reviews*. 21: 283-293.
- Newton, A., Thunell, R., Stott, L. 2006. Climate and Hydrographic Variability in the Indo-Pacific Warm Pool During the Last Millennium. *Geophysical Research Letter*, 33(L19710).
- Toledo, F. A. L., Costa, K. B., Pível, M. A. G. 2007. Salinity changes in the western tropical South Atlantic during the last 30 kyr. *Global and Planetary Changes*, 57: 383–395.
- Wright, J. D. 2000. Global Climate Change in Marine Stable Isotope Records. *Quaternary Geochronology: Methods and Applications*. American Geophysical Union. p. 427–43.

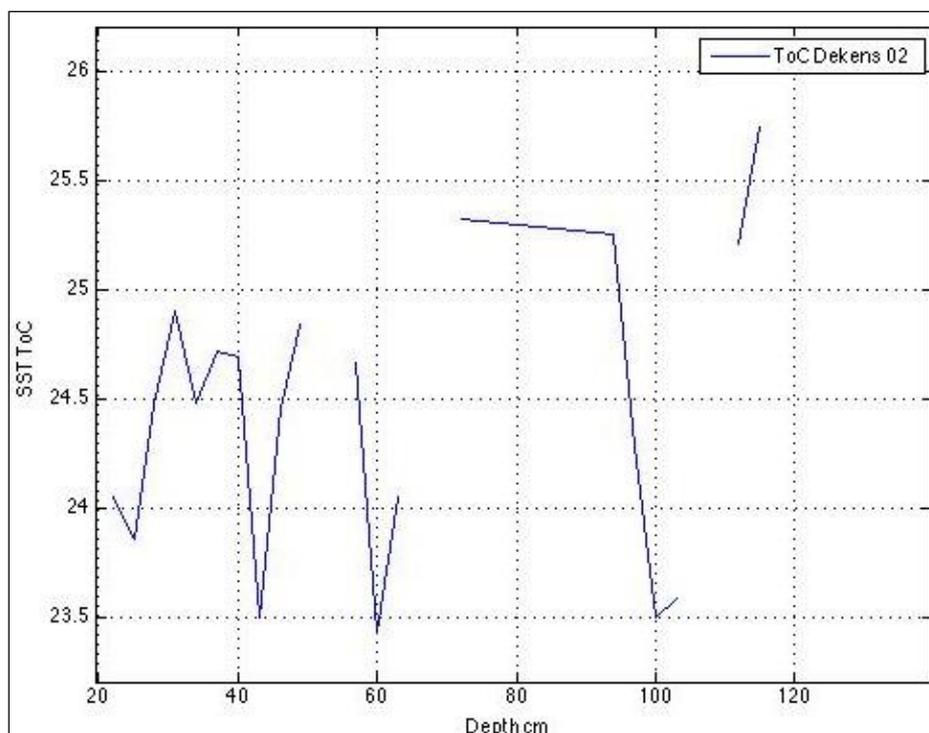


Figure 1. SST variation of the south Brazilian Continental Margin in the late Quaternary based on Mg/Ca ratio in foraminifera tests (equation from Dekens *et al.* (2002)).



## COBERTURAS HOLOCÊNICAS NA BACIA COSTEIRA CAUEIRA/ABAÍIS (SERGIPE - BRASIL)

Heleno dos Santos Macedo<sup>1</sup>, Hélio Mário de Araújo<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Programa de Pós-Graduação em Geografia (PPGEO); Universidade Federal de Sergipe (UFS). <sup>2</sup>Professor Doutor do departamento de Geografia (DGE) e do Programa de Pós-graduação em Geografia (PPGEO, Universidade Federal de Sergipe (UFS).

As coberturas holocênicas na bacia costeira Caueira/Abaíis, englobam os depósitos fluvio-lagunares, terraços marinhos e os depósitos eólicos litorâneos. Os depósitos fluvio-lagunares ocupam a rede de drenagem instalada sobre os terraços marinhos pleistocênicos, as regiões baixas entre os terraços marinhos pleistocênicos e holocênicos e a parte inferior dos vales entalhados no Grupo Barreiras. Litologicamente são constituídos por areias e siltes argilosos, ricos e, matéria orgânica e, localmente, com conchas e pedaços de madeira (Bittencourt *et al.*, 1983; Bruni Silva, 1983). Esses sedimentos foram depositados em antigas lagunas formadas durante a parte terminal da última transgressão que, tendo cortadas suas comunicações com o mar na regressão subsequente, passaram por colmatação e evoluíram para pântanos, onde, segundo Lima *et al.* (1992), se desenvolveram importantes depósitos de turfa. Datações com C<sup>14</sup> em conchas e pedaços de madeira ( $5.415 \pm 95$  anos AP. -  $6150 \pm 150$  anos AP), confirmam a idade holocênica (Figura 01). Os terraços marinhos holocênicos são encontrados ao longo de toda a faixa costeira do Estado de Sergipe, dispostos na parte externa dos terraços marinhos pleistocênicos (QP<sub>a</sub>); são menos elevados e com o topo variando de poucos centímetros a quatro metros acima do nível da atual preamar. São depósitos Litologicamente constituídos de areias litorâneas, bem selecionadas, com conchas marinhas e tubos fósseis de Callianassa (Bittencourt *et al.*, 1983). Foram gerados durante a regressão subsequente à última Transgressão e sempre apresentam, na superfície, contínuas cristas de cordões litorâneos paralelos entre si. Por vezes, estão separados dos terraços marinhos pleistocênicos por uma zona baixa pantanosa. Sobre os terraços marinhos holocênicos e durante a regressão imediata à Última Transgressão, desenvolveu-se uma terceira geração de dunas mais recentes que 5.100 anos AP e que se subdividem em dois conjuntos, um mais antigo e outro mais recente, formados por dunas parabólicas e barcanas, respectivamente (Bittencourt *et al.*, 1983). São constituídas de sedimentos arenosos, bem selecionados, com grãos arredondados. As dunas parabólicas, fixadas pela vegetação ocorrem na parte mais interna dos terraços marinhos holocênicos e estão bem desenvolvidas na zona de progradação associada à foz do rio São Francisco. As dunas do tipo barcana têm distribuição contínua, bordejando todo o litoral sergipano, particularmente o da bacia costeira Caueira/Abaíis (Figura 02 – A, B, C e D).



Figura 01 - Terraços marinhos holocênicos. (Município de Estância, 2013). Créditos: Heleno dos Santos Macedo, 2013.

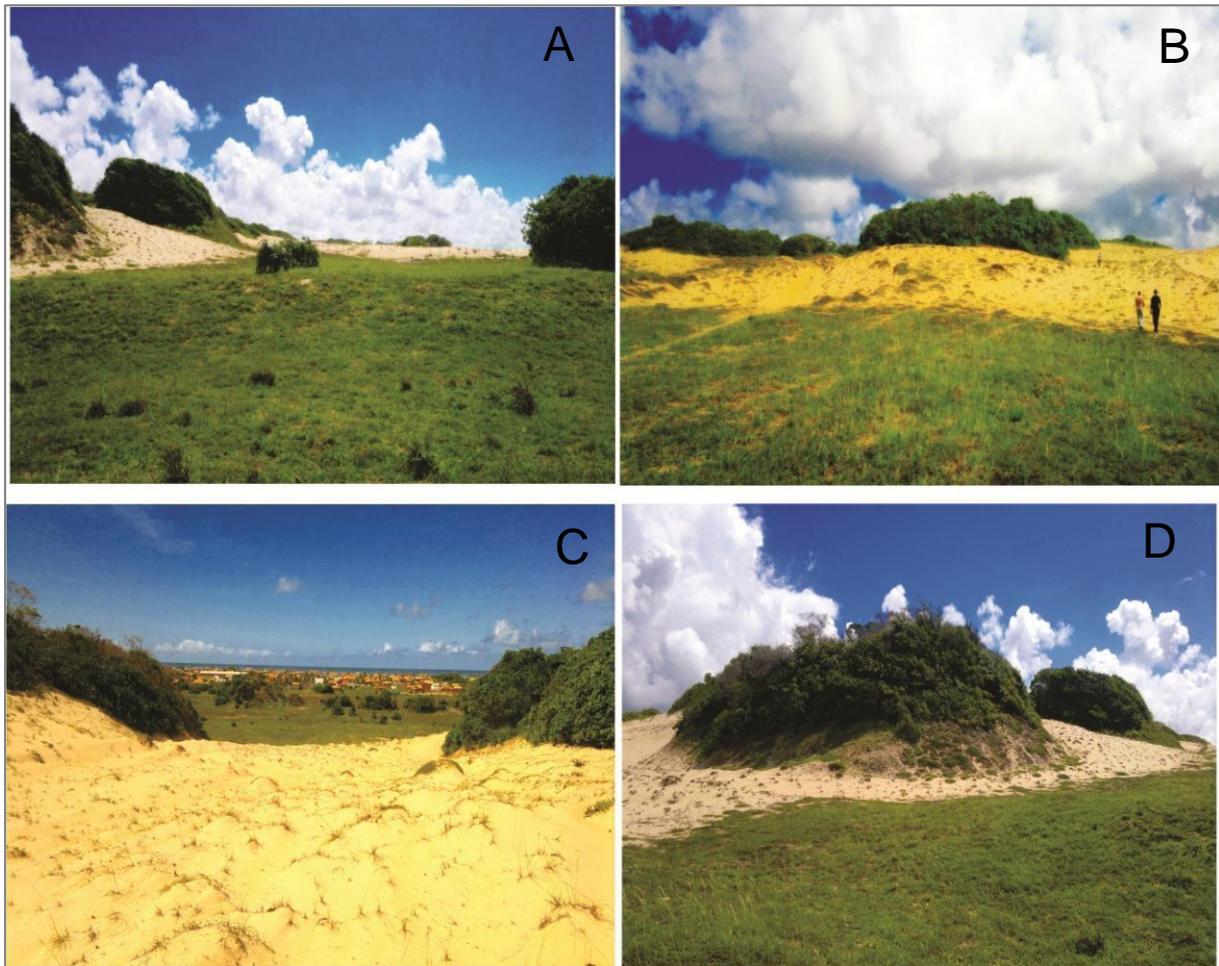


Figura 02 – A, B, C e D - Terceira geração de dunas. (Município de Estância, 2013). Créditos: Ivo Matias Campos, 2013.

#### Referências

- Bittencourt, A.C.S.P.; Martins, L.; Dominguez, J.M. & L.; Ferreira, Y. A. Evolução Paleogeográfica Quaternária da Costa do Estado de Sergipe e da Costa Sul do Estado de Alagoas. In: Revista Brasileira de Geociências 13(2):93-97, Junho, 1983 - São Paulo.
- Bruni, M.A.L. & Silva, H.P. Mapa Geológico do Estado de Sergipe. Aracaju: CODISE, 1983.
- Lima, R.C.C.; Rocha, A.C. & Costa, J.V.G. Projeto turfa na faixa Costeira Bahia-Sergipe: relatório final. Salvador: CPRM, 1992. 129 p.



## PARQUE ESTADUAL DE ITAPEVA (RS): OS CONFLITOS AMBIENTAIS NO ENTORNO DE UNIDADES DE CONSERVAÇÃO LOCALIZADAS EM ÁREAS LITORANEAS

Igor Buffon<sup>1,3,4</sup>, Clódis Oliveira Andrades Filho<sup>1,2,4</sup>, Marcia dos Santos Ramos Berreta<sup>1,2,4</sup>, Maria Eduarda Moraes Andrade<sup>1,3,4</sup>, Mateus da Silva Reis<sup>1,3,4</sup>

<sup>1</sup>Laboratório de Gestão Ambiental e Negociação de Conflitos GANECO (UERGS/SEMA); <sup>2</sup>Prof Dr do Curso de Bacharelado em Gestão Ambiental; <sup>3</sup>Graduando do Curso Bacharelado e Tecnologia em Gestão Ambiental; <sup>4</sup>UERGS/Unidade de São Francisco de Paula<sup>4</sup>

A proposta do referente estudo é analisar os principais conflitos ambientais que ocorrem no entorno de uma Unidade Conservação (UC), temática que faz parte da linha de pesquisa do Laboratório de Gestão Ambiental e Negociação de Conflitos – UERGS/SEMA, que desde o ano de 2008 corrobora com pesquisas acerca destas questões. De acordo com o Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro (BRASIL, 1988), a Zona Costeira abriga um mosaico de ecossistemas de alta relevância ambiental, cuja diversidade é marcada pela transição de ambientes terrestres e marinhos, com interações que lhe conferem um caráter de fragilidade e que requerem, por isso, atenção especial do poder público, conforme demonstra sua inserção na Constituição brasileira como área de *patrimônio nacional*. No Estado do Rio Grande do Sul encontram-se duas Unidades de Conservação com objetivo de preservar a biodiversidade do ecossistema litorâneo: Parque da Lagoa de Peixe, no litoral médio, e Parque Estadual de Itapeva (PEVA), no norte. O PEVA, criado pela Lei nº 42.009 de 12 de dezembro de 2002, atualmente sofre com a pressão do mercado imobiliário e da urbanização decorrentes da atração exercida pelo balneário na região do litoral norte do RS. O objetivo da pesquisa é identificar os diversos conflitos ambientais decorrentes da implementação desta Unidade de Conservação, onde a existência de uma população em seu entorno configura-se numa área de conflito. Para isso foi realizado um estudo para caracterização da área no Diagnóstico e Plano de Manejo do PEVA (UFRGS, 2005), uma visita técnica no dia 15 de abril de 2015 e uma entrevista com o diretor do Parque. A Unidade delimita-se numa área com aproximadamente 1.000 hectares, aprisionado entre a zona urbana municipal de Torres ao norte, Balneário Itapeva ao sul, Oceano Atlântico ao leste e ao oeste, a Estrada do Mar (RS 389). Conforme o Sistema Nacional de Unidades de Conservação (BRASIL, 2000) é uma Unidade de Conservação de Proteção Integral que visa à preservação da natureza, pesquisas científicas, educação ambiental e turismo ecológico. Atualmente o Parque é administrado pelo Departamento Estadual de Florestas e Áreas Protegidas, da Secretaria do Ambiente e Desenvolvimento Sustentável do Rio Grande do Sul. É uma das poucas Unidades de Conservação onde se encontram ambientes variados da Mata Atlântica, o que diversifica sua fauna e flora. Também é um dos últimos remanescentes de restingas e dunas no litoral norte do Rio Grande do Sul possuindo ainda trechos de turfeiras, campos, banhados e mata paludosa, o que ajuda na preservação de espécies ameaçadas. Segundo o Plano de Manejo (RS, 2005), a região do Parque pertence ao domínio Tropical Atlântico, embora sua localização geográfica sobre a planície costeira externa faça com que não se manifestem localmente as características fisionômicas mais marcantes desse domínio morfoclimático, que são o relevo montanhoso e a presença das florestas de caráter tropical como a vegetação predominante. Dentre as formações morfológicas do Parque, podemos encontrar formações rochosas, ao sul, como o Morro de Itapeva com vegetação arbustiva e arbórea que serve como uma barreira de contenção natural para as dunas móveis. Ainda apresenta dunas interiores fixas e algumas em processo de fixação, assim como as dunas frontais, que estão junto à linha de praia a oeste, sendo parcialmente coberta por gramíneas. No que se diz a fauna e flora, podemos encontrar uma diversidade característica da Mata Atlântica, que apresenta ecossistemas variados, bem como espécies ameaçadas de extinção, como a palmeira juçara (*Euterpe edulis*) e o sapinho-da-barriga-vermelha (*Melanophryniscus dorsalis*). Por intermédio dos procedimentos metodológicos pode-se dizer que os principais conflitos ambientais que estão relacionados ao PEVA referem-se à pressão da população que mora na zona norte, numa área invadida, e a construção de condomínios e loteamentos, ao sul. Isto ocorre devido a forte atração que a área no entorno do Parque exerce sobre a população de outros municípios no período de veraneio, decorrendo duas formas de conflitos, que são: A existência

de uma pressão do mercado imobiliário pelas áreas ainda não urbanizadas, que demandam por construção de loteamentos e condomínios. Ao sul há o balneário da praia de Itapeva, onde a ocupação do loteamento ocorre no período de veraneio (dezembro a março), além de um condomínio de luxo construído sem regramento do Plano Diretor Municipal, planejados sob as dunas frontais; O incremento na oferta de empregos aos moradores locais e regionais, que se deslocam para o município, a princípio de forma temporária e, em alguns casos, tornam-se moradores. Esses moradores, de baixa renda, procuram lugares possíveis de morar, de baixo custo. Assim invadem terrenos, como ao norte do Parque (figura1). Esta área vem sofrendo com a movimentação natural das dunas frontais, que no passado estendiam-se até a lagoa do Violão e acabam por invadir moradias, muitas vezes soterrando-as. A Prefeitura Municipal de Torres utilizava de maquinário para remoção parcial desta areia que por sua vez não estava sendo realocada no seu lugar de origem. Além do entorno, ainda existem áreas ocupadas no interior do PEVA, que precisam ser regularizadas. Atualmente a área do Parque possui 888 lotes registrados em cartório que precisam ser regulamentados e indenizados pelo Estado, que demandam de negociação entre as partes. O Parque ainda sofre com pontos de acumulação de resíduos sólidos, lavouras de arroz em sua baixada úmida e extrativismo ilegal. A existência de conflitos ocorre desde a criação desta Unidade de Conservação, ora por conta da população que já se encontravam tanto no entorno quanto no interior da unidade, ora pela pressão dos novos empreendimentos imobiliários. Os conflitos acerca da implementação de UC, são constantes devido à localização das áreas de interesse, assim como a população já existente no local que muitas vezes são caracterizadas como tradicionais ou invasoras, o que acaba gerando atritos entre o Poder Público, Administração, Legislação e os moradores que vivem no local, seja em áreas no entorno ou dentro da Unidade a ser implementada ou vigente. Para continuação desta pesquisa, propõe-se gerar mapas das classes de uso e ocupação do solo, uma importante ferramenta para a gestão de Unidades de Conservação, a partir de imagens de satélite Landast 5 e 8, a fim de evidenciar estas mudanças que vem ocorrendo na PEVA e na área de entorno. Este material poderá auxiliar ao Conselho na revisão do Plano de Manejo.



Figural: Pressão da vila na parte norte do Parque Estadual de Itapeva. Fonte: Ricardo Aranha, 2007.

#### Referências

- Brasil. Lei nº 9.985, de 18 de Julho de 2000. Institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza.
- Brasil. Ministério do Meio Ambiente. Lei nº 7.661, de 16 de Maio de 1988. Institui o Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro.
- Rio Grande Do Sul. Secretaria Estadual do Meio Ambiente. Plano de Manejo do Parque Estadual de Itapeva – Porto Alegre, RS. Outubro, 2008. 272 p.
- Universidade Federal Do Rio Grande Do Sul – Instituto de Geociências Departamento de Geografia. Diagnóstico Socioeconômico e Ambiental da Unidade de Conservação do Parque Estadual de Itapeva – Porto Alegre, RS. 2005. 171p.



## PALEOCEANOLOGIA DO QUATERNÁRIO TARDIO NO SUL DA MARGEM CONTINENTAL BRASILEIRA: ESPÉCIES SUBORDINADAS DE COCOLITOFORÍDEOS

Daniela Baptista<sup>1</sup>, Adriana Leonhardt<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Laboratório de Paleoceanografia e Palinologia- Instituto de Oceanografia – Universidade Federal do Rio Grande.

Os coccolitoforídeos são microalgas do Reino Protista que estão distribuídas por todos os oceanos. Sua principal característica é a produção de um exoesqueleto calcificado que se sedimenta no assoalho oceânico, refletindo parâmetros ambientais das águas superficiais onde vivem. Por isso, são uma importante ferramenta paleoceanográfica. Comumente, táxons considerados oportunistas equivalem a 90% das assembleias fósseis do Quaternário (Leonhardt, 2011). O restante das espécies, subamostradas em análises tradicionais, podem apresentar particularidades ambientais que enriqueceriam análises paleoecológicas que usam esses organismos como *proxies* (Buccianti & Esposito, 2004). O objetivo desse trabalho é quantificar e interpretar os táxons subordinados de coccolitoforídeos no sul da Margem Continental Brasileira. As contagens estão sendo realizadas em um testemunho coletado no talude da Bacia de Pelotas, a uma profundidade de 2148 m de lâmina d'água. As 22 amostras coletadas foram preparadas por dissolução e pipetagem e analisadas ao microscópio petrográfico com aumento de 1000x. Para cada amostra, foi contado o número mínimo de 300 cocólitos, excluindo-se táxons dominantes: *Emiliana huxleyi*, *Gephyrocapsa* spp. e *Florisphaera profunda*. A cronologia do testemunho foi estimada com base na bioestatigrafia de foraminíferos planctônicos. Estima-se que a base do testemunho pertença ao último intervalo glacial e a porção superior ao atual período interglacial (Holoceno). Até o momento, 8 amostras foram analisadas, onde os seguintes táxons destacaram-se: *Calcidiscus leptoporus*, *Micrascidites* spp., *Helicosphaera hyalina*, *Thoracosphaera* spp., *Rhabdosphaera clavigera*, *Coccolithus pelagicus* e *Helicosphaera carteri*. Alguns táxons respondem à passagem de um estágio glacial para um interglacial. O gênero *Helicosphaera* (Figura 1) e a espécie *Coccolithus pelagicus* (Figura 2), caracterizados por se estabelecer melhor em águas frias e ricas em nutrientes (Winter *et al.*, 1994), tem suas proporções diminuídas a partir das amostras que representam o intervalo interglacial. A espécie *Rhabdosphaera clavigera* (Figura 3) apresenta o mesmo comportamento, o que leva a acreditar que também se desenvolva melhor nessas condições ambientais (ressaltamos que existem poucas informações sobre o nicho ecológico desta espécie). *Calcidiscus leptoporus* (Figura 4) apresenta comportamento inverso, por ser uma espécie características de águas com maiores temperaturas (Boeckel & Baumann, 2004): a entrada do intervalo interglacial favorece seu desenvolvimento e sua representatividade nas amostras aumenta. Dados como esses ressaltam que as espécies normalmente subamostradas respondem bem a mudanças globais e poderão ser peças-chave na compreensão da evolução paleoceanográfica do Atlântico Sudoeste. Este trabalho terá continuidade através da contagem de cocólitos nas demais amostras do testemunho, análise de isótopos de oxigênio em carapaças de foraminíferos, datações radiométricas e comparações com dados de foraminíferos planctônicos/bentônicos. [Bolsista ANP, PRH-27; CNPq 460054/2014-7; FAPERGS 1676 12-3].

### Referências

- Buccianti, A. & Esposito, P. 2004. Insights into Late Quaternary calcareous nannoplankton assemblages under the theory of statistical analysis for compositional data. *Paleogeography, Paleoclimatology, Paleoecology*, 202: 209-227.
- Leonhardt, A. 2011. Reconstituição paleoceanográfica no Atlântico Sudoeste com base em coccolitoforídeos durante o Quaternário tardio. Programa de Pós-Graduação em Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Tese de Doutorado, 161 p.
- Boeckel, B. & Baumann, K.H. 2004. Distribution of coccoliths in surface sediments in the south-eastern South Atlantic Ocean: ecology, preservation and carbonate contribution. *Marine Micropaleontology*, 51: 301-320.
- Winter, A., Jordan, R.W. & Roth, P.H. 1994. Biogeography of living coccolithophores in ocean waters. In: Winter, A. & Siesser, W.G. (eds). *Coccolithophores*. Cambridge University Press, Cambridge, p. 161-177.

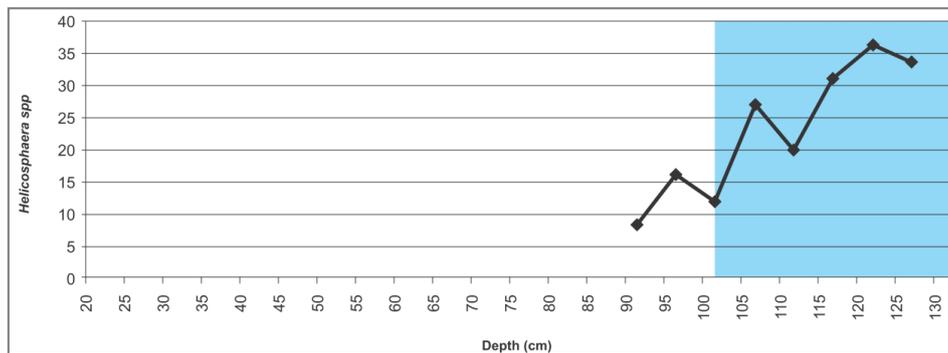


Figura 1. Porcentagem de *Helicosphaera* em testemunho da Bacia de Pelotas. Intervalo glacial destacado em azul.

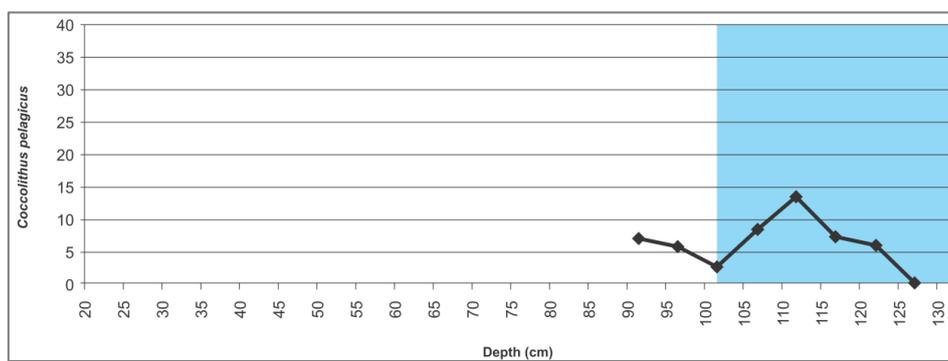


Figura 2. Porcentagem de *Coccolithus pelagicus* em testemunho da Bacia de Pelotas. Intervalo glacial destacado em azul.

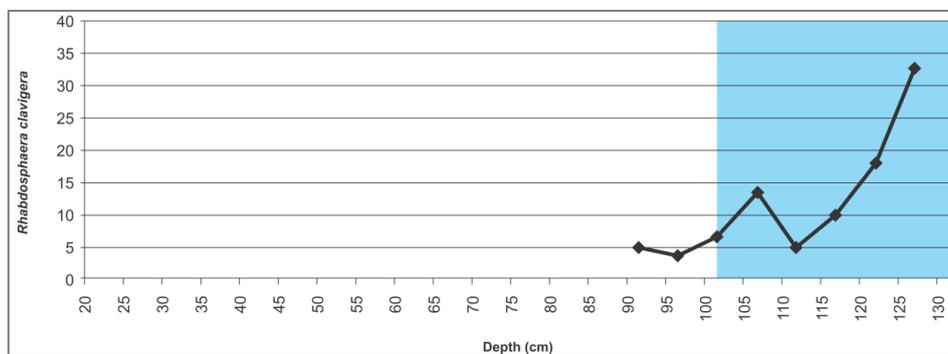


Figura 3. Porcentagem de *Rhabdosphaera clavigera* em testemunho da Bacia de Pelotas. Intervalo glacial destacado em azul.

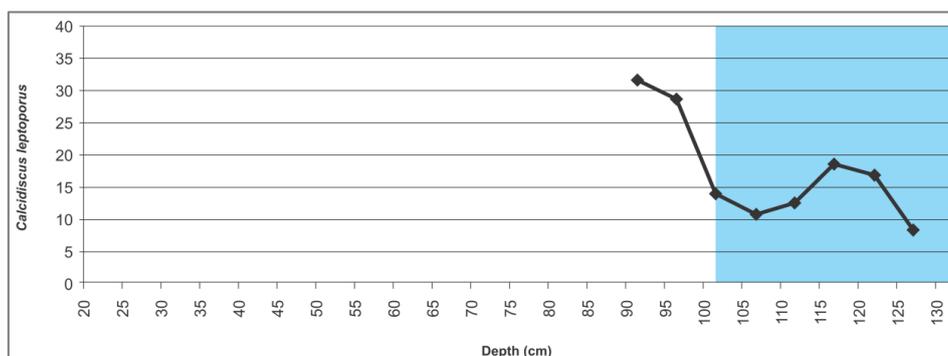


Figura 4. Porcentagem de *Calcidiscus leptoporus* em testemunho da Bacia de Pelotas. Intervalo glacial destacado em azul.



## EVOLUÇÃO SEDIMENTAR E CRONOLOGIA DA BARREIRA COSTEIRA QUATERNÁRIA DE MAÇAMBABA: A INFLUÊNCIA DE VENTOS DE RUMOS OPOSTOS E SEU POSSÍVEL SIGNIFICADO PALEOCLIMÁTICO

Helena A. de A. Andrade<sup>1</sup>, Paulo C. F. Giannini<sup>1</sup>, Fernanda C. G. Rodrigues<sup>1</sup>, Caio S. Pereira<sup>2</sup>, Carlos C. F. Guedes<sup>3</sup>, Luciana N. de P. Souza<sup>4</sup>, Thays D. Mineli<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Instituto de Geociências – Universidade de São Paulo; <sup>2</sup>Serviço geológico do Brasil; <sup>3</sup>Universidade Federal De São Paulo; <sup>4</sup>Laboratório de Espectrometria Gama e Luminescência – Instituto de Geociências – Universidade de São Paulo

A barreira arenosa costeira quaternária de Maçambaba situa-se na Região dos Lagos, entre Saquarema e Arraial do Cabo, imediatamente a W da mudança abrupta de orientação da linha de costa do Estado do Rio de Janeiro, de SW-NE para W-E, um dos fatores determinantes do fenômeno da ressurgência na região. Representa-se em superfície por duas barreiras alongadas, paralelas à costa, depositadas ao final dos últimos eventos de subida do nível relativo do mar (NRM) do Pleistoceno e Holoceno. A barreira externa, de idade holocênica, apresenta cotas de 3 a 5 m em maior parte de sua extensão, mesmo a poucas dezenas de metros da praia atual. Já a interna alcança mais de 10 m de altitude e tem sido considerada pleistocênica, relacionada à transgressão ocorrida por volta de 120000 anos antes do presente (AP) (Martin *et al.*, 1997; Turcq *et al.*, 1999; Dias & Kjerfve, 2009). O sistema hipersalino lagunar de Araruama, com extensão ao longo de toda a barreira, corresponde a um vale inciso afogado de até 10 m de profundidade que isola o terreno pleistocênico do continente. Na metade oeste, outro sistema lagunar, mais estreito e raso, e também hipersalino, desenvolve-se na retrobarreira holocênica, com limite interno na barreira pleistocênica. Idades máximas obtidas por Turcq *et al.* (1999) na base dos depósitos lagunares de vale inciso afogado (6000 anos AP) e de retrobarreira (7000 anos AP) indicam que os dois sistemas lagunares se instalaram simultaneamente na transgressão do Holoceno. O sistema eólico da barreira de Maçambaba é controlado por ventos de rumos opostos, que se alternam no tempo e no espaço. O sistema eólico com rumo de migração NE forma-se a partir da praia de mar aberto e caracteriza-se por dunas frontais de alturas crescentes de oeste para leste, com presença também de *blowouts* na parte leste, o que reflete aumento de dissipatividade da costa e de aporte sedimentar, relacionados com a deriva litorânea longitudinal nesse rumo. Os *blowouts*, por interromperem dunas frontais, servem como condutos para eventos de sobrelavagem. As feições eólicas com rumo de migração SW originam-se da margem externa da laguna de Araruama e da parte distal dos leques de sobrelavagem da parte leste da barreira. Nos leques de sobrelavagem, ele caracteriza-se por *blowouts* e dunas parabólicas reversas. Na margem da laguna de Araruama, formam-se campos de dunas parabólicas lateralmente coalescidas, que constituem o tipo de sistema eólico mais saturado em areia de toda a barreira. A influência do aporte sedimentar no desenvolvimento do sistema eólico formado pelos ventos de NE também é perceptível, a exemplo do verificado no sistema de SW. No espaço, esta influência é evidenciada pelo fato de que o sistema só se desenvolve nas porções central e leste da barreira, onde existe mais disponibilidade de areia seca. No tempo, nota-se que as gerações de dunas parabólicas formadas a partir da margem da laguna de Araruama manifestam controle por momentos de erosão da costa lagunar. A geração mais antiga de dunas de NE possui idade LOE ( $7654 \pm 673$  e  $6029 \pm 376$  anos) imediatamente anterior a contemporânea à máxima inundação lagunar holocênica, quando a transgressão marinha gerou intensa erosão do terraço pleistocênico. O fato de esta geração de dunas de NE mais antigas desenvolver-se na porção central da barreira é uma decorrência da posição da desembocadura lagunar na época da transgressão (evidenciada pela ausência de barreira pleistocênica). Já a geração mais nova ( $1502 \pm 125$  a  $274 \pm 231$  anos) situa-se imediatamente a oeste, o que decorre da mudança de posição do polo de erosão da costa lagunar quando da formação do primeiro e principal pontal lagunar, o de Acaíra. O segundo controle na formação das dunas da margem externa da laguna de Araruama é o climático, isto é, a coincidência da disponibilidade de suprimento na margem lagunar com a ação de ventos de NE, sob condição de baixa pluviosidade. O aumento da frequência e intensidade destes ventos, nesta região, intensifica a ressurgência, que, por sua vez, traz águas frias para a costa e, desse modo, reduz a evaporação da água do mar, com conseqüente queda na precipitação. Desse modo,



a formação das dunas de NE pode guardar relação com momentos de acentuação do microclima semiárido na região. Isto é especialmente claro nas dunas da segunda geração, cujas idades mostram coincidência com momentos de formação de calcretes (2400 cal anos AP até os dias atuais) nos sedimentos lagunares e com evidências bio e geo-oceanográficas de intensificação da ressurgência, relatadas em trabalhos anteriores. A maior saturação em areia do sistema eólico de NE, em comparação com o de SW, demonstra que, em termos de transporte e deposição eólica, os ventos de NE são os mais efetivos. Por outro lado, nos processos de costa afora que influenciam na barreira, os ventos de SW ou SSW são os mais determinantes (Lourenço 2012). Eles são responsáveis pelas ondas de tempestade que ocasionam os processos de sobrelavagem, ao longo de toda a praia. Como a barreira de Maçambaba apresenta orientação W-E, estas ondas determinam também a deriva litorânea para E, talvez o principal fator responsável pelo aumento de saturação do sistema eólico nesse rumo. A menor importância dos ventos de SW na produção e incorporação de depósitos eólicos no registro morfoestratigráfico é evidenciada pelo fato de que o único exemplo de paleoduna antiga (com mais de 500 anos) voltada para SW corresponde a uma rampa eólica no leste da barreira. Neste local, a acumulação expressiva de areia eólica trazida pelos ventos *onshore* só foi possível graças ao efeito de anteparo exercido a esses ventos pelo morro do embasamento cristalino em Arraial do Cabo. Adicionalmente, o mesmo morro protege esta porção da barreira da ação dos ventos de NE. Por fim, os ventos de NE são os mais determinantes também na dinâmica de circulação da laguna interna, como demonstrado pela orientação perpendicular (NW) dos pontais lagunares de Araruama, bem como pela assimetria destes pontais, com lado mais linear e erosivo a leste e côncavo a oeste. O encurvamento para oeste da terminação da ponta da Maçambaba, provavelmente ligado à refração das ondas de NE no fundo lagunar, ajudou a acentuar o isolamento da baía lagunar adjacente a sotamar, onde vêm se desenvolvendo, desde pelo menos 700 anos cal AP, recifes de poliquetas.

#### Referências

- Dias, G.T.M. & Kjerfve, B. 2009. Barrier and Beach Systems of Rio de Janeiro Coast. *In*: Dillenburg, S.R. & Hesp, P.A. (eds.). *Geology and Geomorphology of Holocene Coastal Barriers of Brazil*. Berlin Heidelberg: Springer Verlag, p. 225-248
- Lourenço, T.S. 2012. Variabilidade Interanual do Clima de Ondas e sua Influência no Litoral Sudeste e Sul do Brasil. São Paulo, Instituto Oceanográfico, Universidade de São Paulo. Dissertação de mestrado (iné.). 105p.
- Martin, L., Dominguez, J.M.L., Suguio, K. & Flexor, J.M. 1997. Geologia do Quaternário Costeiro do Litoral Norte do Rio de Janeiro e do Espírito Santos. CPRM, 112p.
- Turcq, B., Martin, L., Flexor, J.M, Pierre, C. & Ortega, L.T. 1999. Origin of the Quaternary Coastal Plain Between Guaratiba and Cabo Frio, State of Rio de Janeiro, Brazil. *In*: Bidone, E., Knoppers, B., Lacerda, L.D. (eds) *Environmental Geochemistry of Coastal Lagoon Systems*, Niterói, EDUFF, p. 25-46.



## ANÁLISE DO CONTEÚDO DE CARBONATO EM ESTUDOS PALEOCEANOGRÁFICOS DA BACIA DE PELOTAS

Tobias Rosa Oliveira<sup>1</sup>, Adriana Leonhardt<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Laboratório de Paleoceanografia e Palinologia – Instituto Oceanográfico - Universidade Federal do Rio Grande.

O conteúdo de carbonato de cálcio presente nos sedimentos marinhos permite estimar parâmetros paleoceanográficos. Os íons cálcio e carbonato, dissolvidos nos oceanos, estão disponíveis para organismos como cocolitoforídeos e foraminíferos, que os utilizam na construção de suas carapaças. Após a morte destes organismos, as carapaças precipitam-se na coluna d'água e se sedimentam. O objetivo deste trabalho é estimar o conteúdo de carbonato presente em sedimentos finos em um testemunho do sul da Margem Continental Brasileira que refletem principalmente a abundância de cocolitoforídeos que habitam as camadas superficiais dos oceanos. Para análise, foi escolhido o testemunho SAT-073 (-47,31 W; -29,41 S; profundidade de lâmina d'água: 1613 m), coletado no talude da Baía de Pelotas. Após a coleta das amostras, estas foram peneiradas em malhas de 0,63  $\mu\text{m}$  e transferidas para estufas a 60°C. Para a análise do conteúdo de carbonato, foi adicionado 15 mL de HCl, em uma porção de 1 a 2 gramas da fração fina do sedimento (<0,63  $\mu\text{m}$ ). Após uma série de lavagens com intervalos de 24h, as amostras foram secas e pesadas a fim de se obter o conteúdo de carbonato através da diferença entre o peso antes e depois do uso do HCl. A cronologia preliminar do testemunho se baseou na presença do foraminífero planctônico *Globorotalia menardii* e na curva isotópica de  $\delta^{18}\text{O}$  (Figura 1) em testas de *Globigerinoides ruber*, evidenciando estágios glaciais e interglaciais. As maiores porcentagens de carbonato ocorreram nas amostras mais recentes (Tabela 1). Nestas, verifica-se, a presença de *G. menardii*, foraminífero planctônico presente em massas de água tropicais e subtropicais, junto a menores valores de  $\delta^{18}\text{O}$ , indicando o período interglacial Holoceno. A maior quantidade de carbonato sugere densas populações de cocolitoforídeos, que estariam relacionadas a um ambiente oligotrófico, de águas estratificadas. Os menores valores de carbonato (Tabela 1) acontecem no período glacial (valores positivos de  $\delta^{18}\text{O}$  e ausência de *G. menardii*), incluindo o Último Máximo Glacial. Nos intervalos glaciais, a intensidade de ventos é maior, o que poderia aumentar a camada de mistura e a influência da Corrente das Malvinas e da pluma do Rio da Prata (duas fontes importantes de nutrientes para o Atlântico Sudoeste), o que beneficiaria outros grupos do fitoplâncton, como as diatomáceas, que não produzem carbonato. Sendo assim, é possível concluir que o conteúdo de carbonato de cálcio encontrado foi maior no intervalo interglacial e menor no glacial, o que foi relacionado à paleoprodutividade. Alguns trabalhos realizados na Margem Continental Brasileira buscaram elucidar as mudanças na paleoprodutividade durante o Quaternário tardio, sendo que muitos apontam uma menor produtividade durante o Holoceno quando comparado com o intervalo glacial anterior. O intervalo de deglaciação se apresenta mais controverso. Alguns autores relatam um aumento da produtividade (Leonhardt, 2013) que não é visto aqui, enquanto outros descrevem uma redução (Toledo, 2008). O trabalho terá continuidade com a análise de todas as amostras do testemunho. Nas mesmas, serão também realizadas datações radiométricas, além de análises de cocolitoforídeos, palinologia e carbono orgânico. A análise do conteúdo de carbonato de cálcio é de grande importância para a pesquisa paleoceanográfica, mas é necessário haver uma relação entre diferentes análises, pois os seus níveis podem variar em função de outras variáveis.



Tabela 1 - Porcentagens de carbonato, presença de *G. Menardii* e valores de  $\delta^{18}O$  correspondente a cada amostra.

Amostra (cm)	% de carbonato	<i>G. menardii</i>	Valores de $\delta^{18}O$
22	37,79%	Sim	-1,5
24	32,31%	Sim	-0,8
28	36,12%	Sim	0,1
40	30,79%	Não	-0,4
46	23,05%	Não	0,2
51	25,75%	Não	0,3
57	25,52%	Não	0,4
63	26,46%	Não	0,5
69	25,68%	Não	-0,4

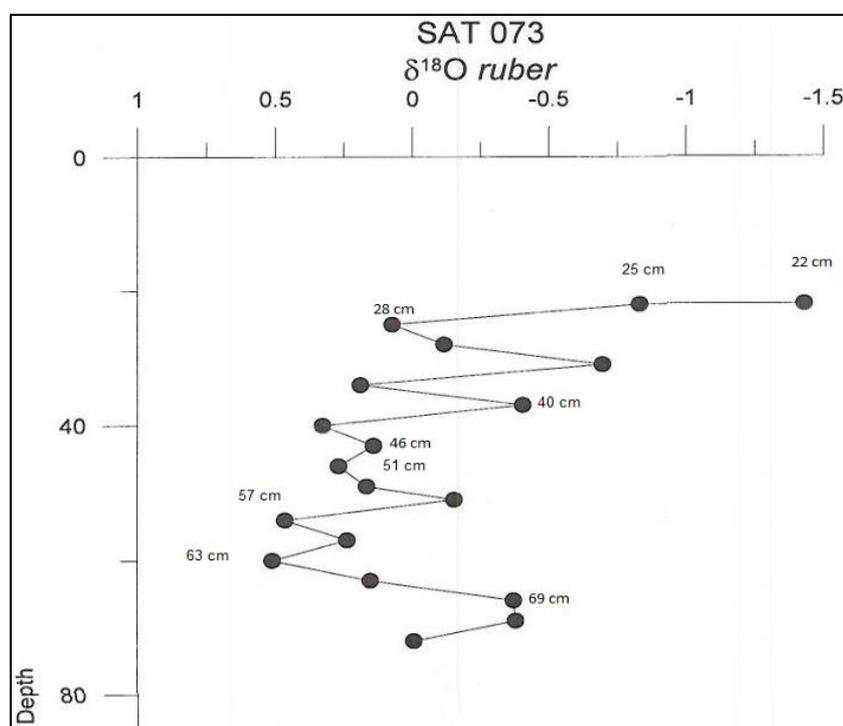


Figura 1 - Curva isotópica de oxigênio em testas de Globigerinoides ruber no testemunho SAT-073.

#### Referências

- Leonhardt, A.; Toledo, F. A. L. & Coimbra, J. C. 2013. The productivity history in the southwestern atlantic as inferred from coccolithophore record for last 130 KYR. Revista Brasileira de Paleontologia, 16: 361- 374.
- Toledo, F. A. L.; Costa K. B.; Pivel M. A. G. & Campos E. J. D. 2008. Tracing past circulation changes in the western south Atlantic based on planktonic foraminifera. Revista Brasileira de Paleontologia, 11: 169-178



## A DINÂMICA COSTEIRA AO SUL DO CABO DE SANTA MARTA, ESTADO DE SANTA CATARINA

Julio F. de Oliveira<sup>1</sup>; Eduardo G. Barboza<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Programa de Pós-Graduação em Geociências- Universidade Federal do Rio Grande do Sul - Av. Bento Gonçalves, 9500, Porto Alegre - RS. [jfgeo@gmail.com](mailto:jfgeo@gmail.com); <sup>2</sup>Centro de Estudos de Geologia Costeira e Oceânica – CECO-UFRGS - Av. Bento Gonçalves, 9500, Porto Alegre - RS.

A parte emersa da bacia de Pelotas se estende do alto do Polônio no Uruguai ao alto de Florianópolis no estado de Santa Catarina, sul do Brasil. Ao largo de sua extensão, são encontrados quatro sistemas deposicionais do tipo Laguna-Barreira (Tomazelli & Vilwoc, 2000), onde a barreira atual apresenta setores com características progradantes, retrogradantes e estacionárias (Dillenburg *et al.*, 2000). Por se tratar de uma região de micro-maré e de moderada a alta energia de ondas, estas últimas são as principais responsáveis no controle da evolução da barreira arenosa. Devido à configuração da plataforma continental e antepraia, as ondas sofrem processos de refração e dissipação quando se aproximam da costa, gerando gradientes de energia de ondas que condicionam o balanço sedimentar na região e, conseqüentemente, o comportamento da barreira (Dillenburg *et al.*, 2000). Os setores progradantes da bacia geralmente se encontram na parte central dos embaixamentos, onde a plataforma e a antepraia são mais largas e de menor pendente, enquanto que os setores retrogradantes são observados ao sul das projeções costeiras, onde há uma maior inclinação da antepraia e plataforma (Dillenburg & Barboza, 2014). No extremo norte da bacia, no litoral de Jaguaruna, a linha de costa apresenta uma significativa mudança em sua orientação (Fig. 1). Nessa região ocorre uma transição entre o embaixamento que começa no litoral norte gaúcho, para a projeção do Cabo de Santa Marta (de uma orientação de N53°E no litoral central de Jaguaruna, passa a N65°E próximo ao cabo). No presente trabalho são abordados de forma preliminar, aspectos referentes à hidrodinâmica ao sul do Cabo de Santa Marta. Para tanto, foram realizadas simulações de ondas na costa através do modelo MOPLA (Gonzalez *et al.*, 2007), que consiste em um modelo de propagação de ondas (OLUCA-SP), um modelo de correntes geradas por ondas (COPLA) e um modelo de transporte de sedimentos, todos pertencentes ao pacote SMC-Brasil (Sistema de Modelagem Costeira) desenvolvido pelo Instituto de Hidráulica Ambiental da Cantábria. A análise do clima de ondas na região mostrou que o litoral estudado está suscetível a grandes ondulações de sul e sudeste, principalmente nos meses de inverno e outono, e condições de ondas menos energéticas com maior influência das direções leste e nordeste, sobretudo no verão e primavera. Os resultados das simulações de ondas na costa apresentaram diferenças nos setores norte e sul da área de estudo. Se por um lado, no litoral centro-sul de Jaguaruna as ondas possuem menor energia e o transporte de sedimentos líquido é de sul para norte (seguindo a tendência de toda a bacia), no litoral norte de Jaguaruna, próximo ao Cabo de Santa Marta, as ondas apresentaram valores de energia mais elevados, bem como uma inversão no sentido do transporte (de norte para sul). Essas diferenças nas características hidrodinâmicas em cada setor podem ter papel fundamental no desenvolvimento da barreira holocênica na região. Nesse sentido estão sendo desenvolvidos estudos na parte emersa da bacia, para verificar se há uma correlação entre o comportamento evolutivo da barreira arenosa e as condições hidrodinâmicas do local, como observado em outros setores da bacia.

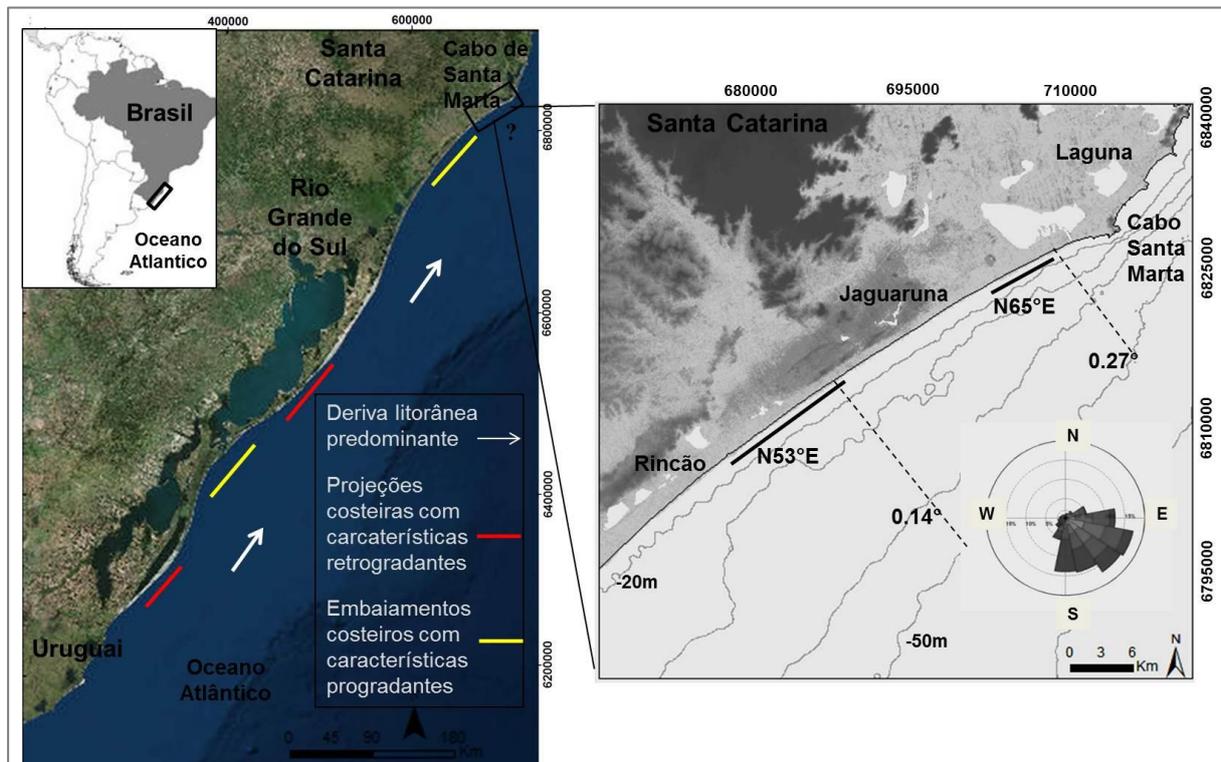


Figura 1. Características da área de estudo em escala regional (esquerda) e de detalhe (direita).

#### Referências

- Dillenburg S.R. & Barboza E.G. 2014. The strike-fed sandy coast of Southern Brazil. Geological Society, London, Special Publications, 388, 333-352.
- Dillenburg, S. R., Roy, P. S., Cowell, P. J. & Tomazelli, L. J. 2000. Influence of antecedent topography on coastal evolution as tested by the shoreface translation-barrier model (STM). Journal of Coastal Research, 16, 71–81.
- González, M.; Medina, R.; Gonzalez-Ondina, J.; Osorio, A.; Méndez, F.J. & García, E. 2007. An integrated coastal modeling system for analyzing beach processes and beach restoration projects, SMC. Computers & Geosciences, 33(7):916–931. DOI: 10.1016/j.cageo.2006.12.005
- Tomazelli, L.J. & Villwock, J.A. (2000): O Cenozóico no Rio Grande do Sul: Geologia da Planície Costeira. En: Geologia do Rio Grande do Sul (Holz, M. y de Ros, L.F. eds.). Edições CIGO/UFRGS, Porto Alegre, pp. 375-406



## EVOLUÇÃO COSTEIRA DO SETOR SUL DO LITORAL DE JAGUARUNA, SANTA CATARINA, COMO SUBSÍDIO A GESTÃO COSTEIRA

Renato Amabile Leal<sup>1</sup>; Eduardo G. Barboza<sup>2</sup>; Marinez E. Scherer<sup>3</sup>; Anderson Biancini da Silva<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Instituto de Geociências, Programa de Pós-Graduação em Geociências, Av. Bento Gonçalves 9500, 91509-900 Porto Alegre, RS, Brasil. [relealsc@gmail.com](mailto:relealsc@gmail.com); <sup>2</sup>Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Instituto de Geociências, Centro de Estudos de Geologia Costeira e Oceânica, Av. Bento Gonçalves 9500, 91509-900 Porto Alegre, RS, Brasil. [eduardo.barboza@ufrgs.br](mailto:eduardo.barboza@ufrgs.br); <sup>3</sup>Universidade Federal de Santa Catarina, Departamento de Geociências, Campus Universitário - Trindade, 88040-970 Florianópolis, SC, Brasil. [marinezscherer@gmail.com](mailto:marinezscherer@gmail.com)

Compreender os processos evolutivos que ocorreram para conformação atual do ambiente costeiro é de suma importância para estudos relacionados ao planejamento e gestão do litoral. Recentemente, a utilização do Radar de Penetração no Solo (GPR) tem sido constantemente aplicada nos estudos de evolução costeira e análise estratigráfica de barreiras holocênicas do litoral sul do Brasil. Este método geofísico possibilita a visualização da arquitetura deposicional e estratigráfica dos depósitos em subsuperfície, viabilizando a interpretação evolutiva de processos ocorridos no holoceno, além de mostrar o comportamento e possível tendência das barreiras costeiras holocênicas. Aliado a isso, tem-se o uso de geotecnologias como uma ferramenta de apoio aos estudos ambientais. As duas técnicas utilizadas conjuntamente proporcionam uma avaliação multitemporal da barreira costeira e suas feições geomorfológicas. O presente trabalho tem como objetivo a caracterização evolutiva da barreira costeira holocênica do setor sul do município de Jaguaruna, Santa Catarina, com fins ao gerenciamento costeiro integrado. O estudo foi realizado com base na interpretação de fotografia aérea dos anos de 1938, 1957, 1978 e 2010, e na análise de dados geofísicos de GPR. Para aquisição dos dados de GPR utilizou-se uma antena de contato com frequência central de 200 MHz. O arranjo utilizado foi *Common Offset* biestático. O processamento foi realizado em dois *softwares* distintos, RADAN™ 6.6 e Prism® 2.59. A interpretação dos dados seguiu o método da sismoestratigrafia adaptado de Neal (2004), a qual consistiu na interpretação das terminações (*onlap*, *toplap*, *downlap* e truncamentos) e no padrão da geometria dos refletores (Mitchum Jr. *et al.*, 1977; Vail, 1987). A barreira holocênica da área de estudo (Fig. 1A) tem sua história evolutiva intimamente relacionada à morfodinâmica do sistema fluvial do rio Urussanga sobre o ambiente praias. A presença de paleocanais em subsuperfície, juntamente com outras informações identificadas em superfície, possibilitaram caracterizar o comportamento evolutivo da barreira como progradacional (linha de costa regressiva). Ao analisar a linha de costa através de fotografias aéreas (1938, 1957, 1975 e 2010) observa-se um comportamento estável nesses 72 anos. Entretanto, a dinâmica da desembocadura do rio Urussanga associada à alternância da deriva litorânea na área (Siegle & Asp, 2007), pode gerar instabilidade em períodos mais curtos (sazonal e anual). A cobertura eólica da barreira diminuiu consideravelmente nesse tempo, apresentando-se quase que totalmente estabilizada desde 1978, evidenciando cordões litorâneos e fases de lençóis de areia (*transgressive dune sheets*) truncados por paleocanais. A seção do GPR (Fig. 1B) possibilitou interpretar os paleocanais devido à presença de uma superfície erosiva em forma côncava, com alta amplitude e continuidade lateral. Acima dessa superfície têm-se o preenchimento do canal em três fases distintas (RF-A, RF-B, RF-C). A RF-A é caracterizada por refletores *downlaps* com média amplitude, representando um momento em que o canal ainda estava ativo. A RF-B os refletores são paralelos e subparalelos com baixíssima amplitude, provavelmente indica um período de baixa energia do canal com sedimentação de materiais finos. A RF-C é o último estágio de preenchimento. Com refletores paralelos e subparalelos, contínuos, de alta amplitude e inclinação nos dois sentidos, interpretou-se como capeamento eólico. A informação sobre a interdigitação entre depósitos fluvial e marinho tem implicações importantes para estudos geotécnicos relacionados ao planejamento da ocupação de áreas em desenvolvimento urbano neste trecho do litoral. Dependendo do depósito o risco à ocupação humana pode ser menor, uma vez que em subsuperfície esses depósitos apresentam resistência mecânica diferente, e em superfície os paleocanais podem representar ambientes úmidos e alagáveis impróprios para ocupação.

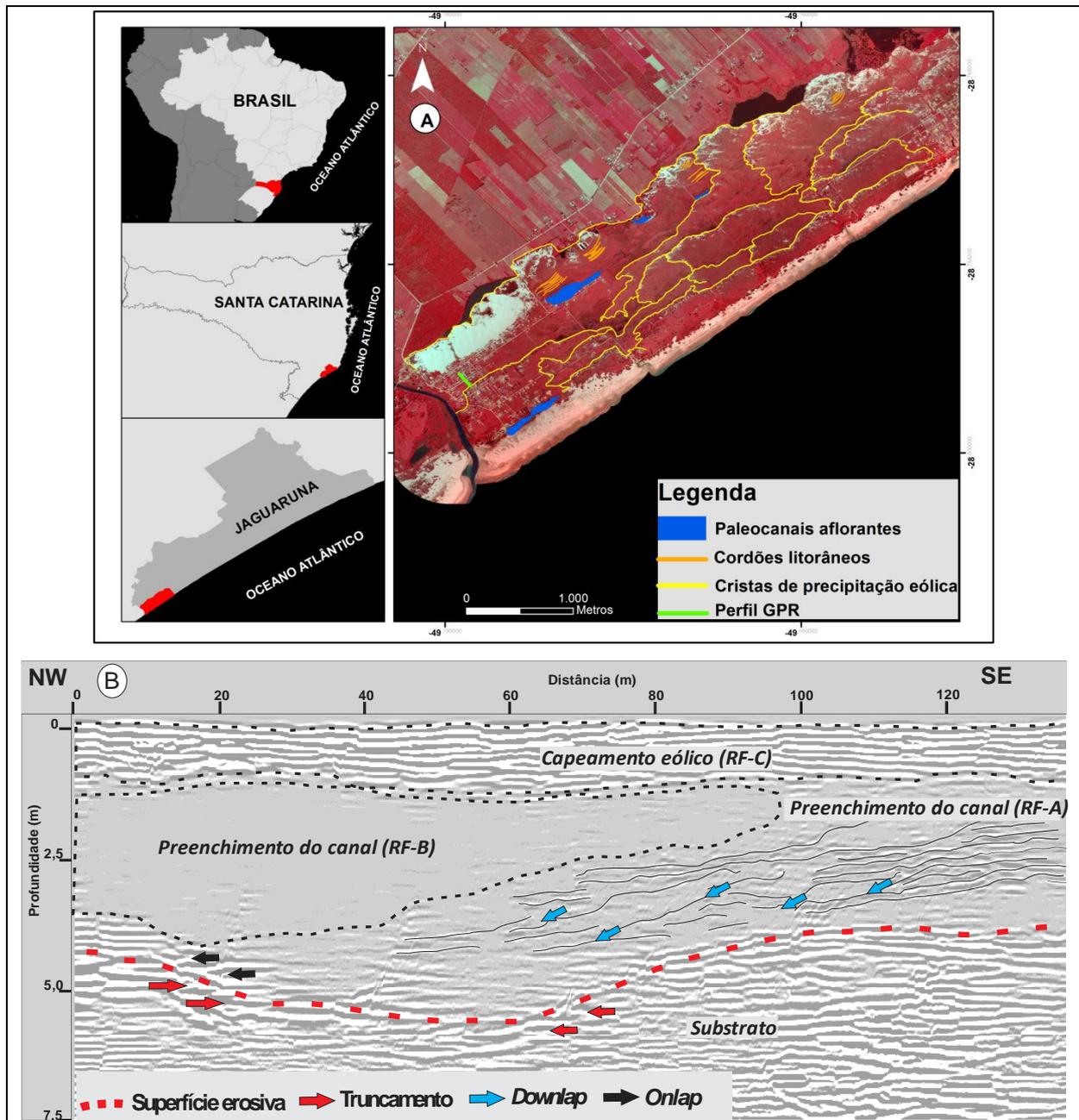


Figura 1. A) Localização da seção de GPR e principais feições geomorfológicas da área de estudo; B) Perfil GPR (200 Mhz)

### Referências

- Mitchum Jr., R. M.; Vail, P. R. & Sangree, J. B. Seismic Stratigraphy and Global Changes of Sea Level, Part 6: Stratigraphy interpretation of seismic reflection patterns in depositional sequences. In: Payton, C. E (ed.), Seismic Stratigraphy – Applications to Hydrocarbon Exploration. Tulsa, AAPG, 26, p. 117-133, 1977.
- Neal, A. Ground-penetrating radar and its use in sedimentology: principles, problems and progress. Earth Science Reviews, 66, p. 261-330, 2004.
- Siegle, E. & Asp, N.E. Wave refraction and longshore transport patterns along the Southern Santa Catarina coast. Brazilian Journal of Oceanography, v.55, n. 2, p. 109-120, 2007.
- Vail, P. R. Seismic Stratigraphy Interpretation Using Sequence Stratigraphy. Part 1: Seismic 964 Stratigraphy Interpretation Procedure. In: Bally, A.W. (Ed.). Atlas of Seismic Stratigraphy. Tulsa, AAPG, 27(1), p. 1-9, 1987.



## TRANSPORTE POTENCIAL LONGITUDINAL DE SEDIMENTOS NO LITORAL DO MUNICÍPIO DE ARACAJU, SE

Tais Kalil Rodrigues<sup>1</sup>, José Maria Landim Dominguez<sup>2</sup>, Ana Cláudia da Silva Andrade<sup>3</sup>, Luciana Vieira de Jesus<sup>3</sup>, Junia Kacenenbogen Guimarães<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Geografia - Universidade Federal de Sergipe; <sup>2</sup>Pós-Graduação em Geologia - Universidade Federal da Bahia; <sup>3</sup>Pós-Graduação em Geociências e Análise de Bacias - Universidade Federal de Sergipe; <sup>5</sup>Departamento de Geografia - Universidade Federal da Bahia.

As ondas e as correntes promovem o transporte longitudinal de sedimentos na zona costeira (Komar, 1998). A sua determinação é utilizada nos estudos de dispersão de sedimentos ao longo da costa, com a identificação de setores com tendência a erosão ou deposição. O Sistema de Modelagem Costeira (SMC) é uma ferramenta que inclui metodologias e modelos numéricos que permitem estudar os processos costeiros e quantificar as variações no litoral como consequência de eventos naturais e/ou interferências humanas (GIOC, 2003). O objetivo desse trabalho é determinar e analisar o transporte potencial longitudinal de sedimentos no litoral do município de Aracaju, SE (Figura 1). O Sistema de Modelagem Costeira – Brasil (SMC-Brasil) foi utilizado na determinação do transporte longitudinal de sedimentos, no período de 1948 a 2008, que emprega a formulação do CERC (1984), a qual se baseia no princípio de que o volume de areia transportado é proporcional à energia das ondas ao longo da costa, por unidade de longitude da praia. A mediana (D50) foi utilizada para o cálculo de transporte de sedimentos. A área de estudo foi dividida em 11 perfis transversais à praia distribuídos ao longo da linha de costa. As ondas em água profundas foram transformadas até a posição de cada perfil, para determinar as características das ondas na zona de arrebentação, assim como as correntes. De modo geral, a linha de costa encontra-se em situação de quase equilíbrio, com o transporte médio positivo (NE-SW) e negativo (SW-NE) na mesma ordem de grandeza, com exceção do perfil 1 e 10 nos quais o volume de sedimentos aumenta consideravelmente. O transporte médio líquido direcionado apresenta o sentido predominante de NE-SW, com exceção dos perfis 1 e 8, nos quais o sentido é de SW para NE (Figura 2). Destaca-se um transporte que diverge, seguido de uma intensificação do mesmo para SW, entre as praias do Mosqueiro e do Refúgio, o que resulta na retirada dos sedimentos da região central e seu transporte no sentido sul (desembocadura do rio Vaza-Barris). Ocorre outra zona de divergência na praia da Coroa do Meio, no sentido da desembocadura do rio Sergipe, evidenciando zonas de erosão. Estas zonas de divergência são aparentemente a causa principal para a tendência erosiva da linha de costa. Dessa forma, este estudo serve de subsídios ao planejamento ambiental.

### Referências

- CERC - Coastal Engineering Reserch Center. 1984. Shore protection manual. Departament of Army of USA, Vicksburg, Mississippi, Vol. 1, 597p.
- GIOC - Grupo de Ingeniaria Oceanográfica y de Costas. 2003. Sistema de modelado Costero, SMC. Manual Del usuário SMC. Universidad de Cantabria y Dirección General de Costas, Ministerio de Meio Ambiente, 166p.
- Komar, P. D. 1998. The 1997-98 El Niño and Erosion on the Oregon Coast. College of Oceanic & Atmospheric Sciences, Oregon State University Corvallis.

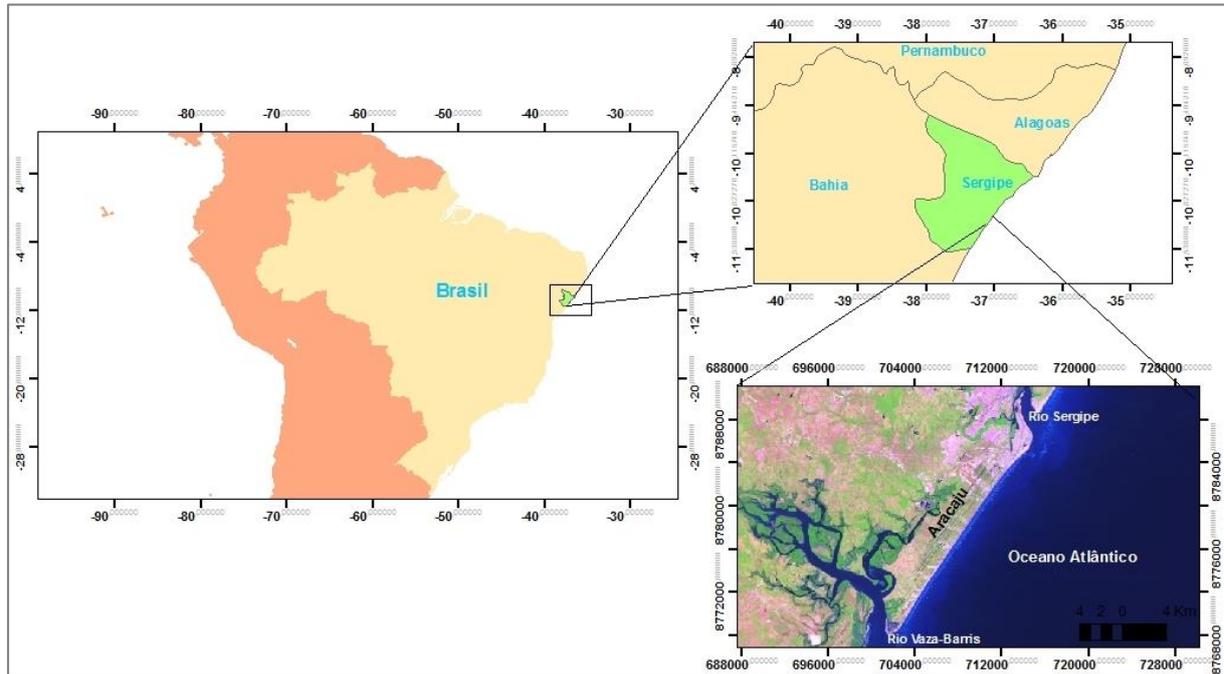


Figura 1. Localização da área de estudo (fonte: Atlas SRH/SE e Imagem Spot 2005).



Figura 2- Magnitude e sentido do transporte potencial de sedimentos nos 11 perfis para o município de Aracaju, SE. Os círculos vermelhos destacam os trechos que apresentam tendência à erosão. Fonte da imagem Google Earth.Pro.



## EVENTOS DE RESSACA E “MARÉ ALTA” NA BAIXADA SANTISTA (SP), ENTRE 1961 E 2011

Celia Regina de Gouveia Souza<sup>1</sup>, Graziella Soares Ribeiro Rodrigues<sup>2</sup>, Johann Constantino<sup>3</sup>, Eduardo Garcia Rosa<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Instituto Geológico do Estado de São Paulo e Programa de Pós-Graduação do Depto. Geografia da FFLCH - Universidade de São Paulo; <sup>2</sup>Centro Universitário Fundação Santo André - CUFSA; <sup>3</sup>Engo. Ambiental autônomo; <sup>4</sup>Oceanógr. autônomo.

A análise da dinâmica e do histórico de ocorrência de eventos meteorológico-oceanográficos como as ressacas e marés meteorológicas positivas é de grande importância para compreender os processos costeiros e os efeitos da elevação atual do nível do mar e das mudanças climáticas em curso, na vulnerabilidade das cidades litorâneas. O objetivo deste trabalho é apresentar os resultados de um estudo de levantamento e caracterização de eventos de Ressacas e “Marés Altas” ocorridos na região da Baixada Santista no intervalo de 50 anos, entre 1961 e 2011. O estudo foi originalmente desenvolvido no âmbito do Programa de Monitoramento do Perfil Praial para Avaliação de Possíveis Impactos das Obras de Dragagem de Aprofundamento do Porto de Santos (Codesp). Pugh (1987) definiu *surge* (maré meteorológica positiva) como sendo a diferença (maré residual) entre a maré observada e a maré astronômica, e utilizou o termo *storm surge* para se referir a um evento de maré meteorológica acompanhado de tempestade e ondas de alta energia e potência, que causam maior sobrelevação do NM. No Brasil, o termo *storm surge* tem sido traduzido como ressaca do mar (não formal). O termo popular “maré alta” pode ser considerado como um sinônimo de *surge*. Compreende, portanto, ao processo de inundação costeira (e.g. Souza, 2005) decorrente de uma sobrelevação anormal do nível do mar decorrente de uma maré meteorológica positiva. Na área de estudo as ressacas e as “marés altas” provocam erosão nas praias e inundações costeiras na orla oceânica e em bairros interiorizados às margens do Estuário Santista. Os maiores prejuízos afetam o patrimônio público e privado, o turismo, os serviços, o comércio, o tráfego de veículos e caminhões, e várias atividades portuárias, entre elas a entrada/circulação/descarga/carga de navios, e o assoreamento intenso no Canal do Porto. O inventário de eventos de ressaca e “maré alta” foi efetuado por meio de consultas aos arquivos de diversos jornais da região e ao banco de dados de eventos extremos do Instituto Geológico de São Paulo (também baseado em notícias de jornais). A área de estudo abrange os municípios do Estuário Santista (Santos, São Vicente, Guarujá, Cubatão, Praia Grande e Mongaguá), com destaque a Santos. Portanto, tratam-se dos eventos mais intensos, que geraram algum tipo de prejuízo econômico e social. Como as áreas atingidas são urbanas e essa urbanização remonta de meados do século XX, então são descartadas questões relacionadas à ausência de notícias devido à ausência de urbanização das áreas. A caracterização de cada evento foi baseada nos seguintes descritores das condições de contorno: duração do evento, fase lunar, altura máxima da preamar (tábua de marés/marégrafos da região), precipitação acumulada de 24 horas, direção e intensidade dos ventos, direção, altura e período de ondas (modelos regionais), evolução sinótica de eventos atmosféricos relacionados, e fenômenos climáticos globais (*El Niño*, *La Niña*). Para tanto, foram consultados os diferentes bancos de dados de instituições públicas federais, em especial o Banco Nacional de Dados Oceanográficos/DHN e o Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos/INPE, e estaduais, como o Sistema Integrado de Gerenciamento de Recursos Hídricos do Estado de São Paulo. O primeiro evento de ressaca e maré alta registrado na região ocorreu em 1541, apelidado nos documentos históricos como o “maremoto” de São Vicente, e cujas consequências foram a destruição total da então Vila de São Vicente e, mais tarde, a transferência do porto ali existente para o outro extremo da Ilha de São Vicente, onde foi fundada a Vila de Santos e as primeiras infraestruturas do Porto de Santos. Entre 1961 e 2011 foram catalogados 193 eventos (Figura 1), dos quais 98 (50,8%) foram de marés altas e 95 (49,2%) de ressacas; 37 eventos (19,2%) corresponderam à conjugação de ressacas e marés altas. A década com maior ocorrência de eventos foi a de 2000, com 108 eventos (56%), dentre eles 69 ressacas e 39 marés altas; a década com menor número foi a de 1960, com apenas 1 ressaca e 4 eventos de maré alta. As tendências ao longo desses 50 anos sugerem aumento considerável dos números de ambos os tipos de eventos, em especial das ressacas. O

ano com maior número de eventos foi 2010, com 15 ressacas e 3 eventos de maré alta, seguido de 2009, com 11 ressacas e 4 de maré alta. A média do intervalo de duração dos eventos foi de 2 dias para ressacas (de 1 até 8 dias) e 1,7 dia para marés altas (1 até 5 dias). Em 2010 também ocorreram as ressacas mais prolongadas, que chegaram a atingir 8 dias de duração em duas oportunidades. As marés altas mais prolongadas (5 dias) ocorreram em 1986 e 1989. A distribuição mensal dos eventos variou conforme o tipo: 74,8% dos eventos de ressaca (71 ressacas) ocorreram entre abril e setembro (temporada de ressacas - outono/inverno), em especial nos meses de maio (18 eventos) e julho (15); 41,9% dos eventos de maré alta (41 eventos) ocorreram nos meses de janeiro a março (verão), sendo março o mês com maior número (16), seguido de fevereiro (13) e janeiro (12); junho foi o mês em que ressacas e marés altas ocorreram em números elevados e equivalentes (10 eventos cada). Para ambos os processos, a evolução sinótica é marcada pela instalação de centros de alta pressão na região SE brasileira, que se associam à rápida migração para norte de centros de baixa pressão (ciclones extratropicais) com sistemas frontais que se formam na costa argentina. As condições de contorno predominantes para cada tipo de evento são resumidas a seguir. Ressacas: (a) 39% das ressacas foram acompanhados de eventos de marés altas, predominando os meses de maio, junho e setembro. (b) 46,3% ocorreram em fase de maré de sizígia, 32,6% em quadratura e 21,1% em fases intermediárias. (c) A altura média da maré previsual foi de 1,27 m (máxima de 1,70 m). (d) O volume médio de chuvas durante o “intervalo de ocorrência” foi 36,2 mm (máximo de 206,1 mm), e durante o “período de evolução” (intervalo de ocorrência + 4 dias antes do pico do evento) foi de 63,2 mm (máximo de 439,2 mm). (e) A média das alturas máximas de ondas significativas foi 2,62 m (máxima de 5,6 m), com direção média de S-SSE (predomínio de S). (f) A velocidade média dos ventos foi de 4,48 m/s, com direção predominante de SW a SE. (g) Atuação de *El Niño* em 73,7% dos eventos (predominando de fraca intensidade 54,7%), de *La Niña* em 19% (moderada intensidade), e apenas 7,3% sem atividade desses fenômenos. Marés Altas: (a) 58,2% ocorreram em fase de maré de sizígia, 21,4% em quadratura e 20,4% em fases intermediárias. (b) A altura média da maré previsual de 1,36 m (máxima de 1,70 m). (c) O volume médio de chuvas no “intervalo de ocorrência” foi de 40,5 mm (máximo de 256,6 mm), e no “período de evolução” foi de 75,9 mm (máximo de 439,2 mm). (d) A média das alturas máximas de ondas significativas foi 2,10 m (máxima de 5,6 m), com direção média de SE-ESE (predomínio de SE). (e) A velocidade média dos ventos foi de 4,11 m/s, com direção predominante de SW a SE. (f) Atuação de *El Niño* em 64,3% dos eventos (fraca e moderada intensidades), de *La Niña* em 28,6% (forte intensidade), e 7,1% sem atividade.

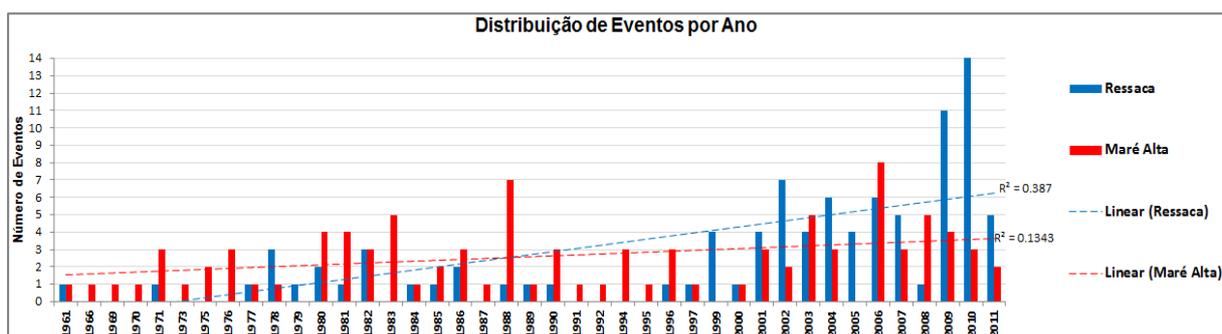


Figura 1. Distribuição dos eventos de ressaca e “maré alta” na Baixada Santista, entre 1961 e 2011.

## Referências

- Pugh, D.T. (1987). Tides, Surges and Mean Sea Level. John Wiley & Sons. Chichester, U.K. 472 p.
- Souza, C.R. de G. 2005. Suscetibilidade morfométrica de bacias de drenagem ao desenvolvimento de inundações em áreas costeiras. Revista Brasileira de Geomorfologia, Ano 6, n° 1, p. 45-62.



## ARQUEOANTROPOSSOLO – SAMBAQUI DO PARQUE ESTADUAL PAULO CÉSAR VINHA – GUARAPARI - ES

Pablo de Azevedo Rocha<sup>1</sup>; Elton Alves Novais<sup>1</sup>; Liovando Marciano da Costa<sup>1</sup>; Carlos Ernesto Gonçalves Reynaud Schaefer<sup>1</sup>; André Lopes de Faria<sup>2</sup>; Saymon Felipe Eugênio Bittencour<sup>1</sup>.

<sup>1</sup>Laboratório de Geoquímica – Departamento de Solos – Universidade Federal de Viçosa – MG; <sup>2</sup>Laboratório de Geomorfologia – Departamento de Geografia – Universidade Federal de Viçosa - MG.

Os arqueo-antrossolos representam testemunhos ou produtos culturais de atividades humanas em períodos anteriores à chegada do colonizador europeu aos neotrópicos. Em grande parte, representam verdadeiros antropossolos, enquanto outros são registros mais sutis da ação humana, ainda que em todos se reconheçam certos processos antropogênicos comuns. (Corrêa, 2007). A descoberta de sítios arqueológicos vem aumentando no Brasil, e com a ajuda de novas tecnologias, estudos sobre tais sítios se tornam cada vez mais comuns e relevantes. Os sambaqueiros ocuparam toda a extensão do litoral brasileiro, já foram catalogados sambaquis desde o litoral do Rio Grande do Sul até a Bahia e do Maranhão até o Litoral do Pará, incluindo o Baixo Amazonas” (Bandeira, 2007). A pesquisa foi realizada no município de Guarapari-ES em área localizada as margens da Rodovia do Sol (ES-060) no Parque Estadual Paulo César Vinha. Para a realização da pesquisa foram coletadas amostras de sambaquis nas profundidades 0-10, 10-40, 40-70cm, e amostras indeformadas para confecção de lâminas delgadas para análise micromorfológica. As análises foram realizadas através da utilização da microscopia eletrônica de varredura (MEV) com sonda de elétrons acoplada (EDS). As amostras foram secas e passadas em peneira de 2mm (TSFA), posteriormente foram realizadas análises de rotina química e física, desse modo foram feitas as seguintes análises: As análises químicas e físicas de rotina realizadas conforme procedimentos indicados por Embrapa (1997). Foram realizadas determinações como pH em água, acidez potencial, saturação por base, saturação por alumínio, P-remanescente, P-disponível, acidez potencial (H + Al), teores de Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup> e Al<sup>3+</sup> trocáveis, os teores de Na<sup>+</sup> e K<sup>+</sup>. O fósforo disponível (P) foi determinado pelo extrator Mehlich-1 (HCl 0,05mol L<sup>-1</sup> + H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 0,0125mol L<sup>-1</sup>), conforme Embrapa (1997). O fósforo remanescente (P- rem) teve seu valor obtido em amostra de TFSA segundo Alvarez & Fonseca (1990) e determinado nos extratos segundo Murphy & Riley (1962). Através dos resultados obtidos pelas análises da rotina química e da microquímica com MEV-EDS pode-se constatar que os perfis estudados (Figura 1) apresentam características próprias de arqueo-antropossolos desenvolvidos em comunidades marisqueiras (sambaquis). No quadro 1 pode-se constatar entre outras características um pH em água basicamente neutro para os perfis estudados, o que em relação com a grande quantidade de cátions com efeitos neutralizantes de acidez. Os teores de cálcio e potássio se mostraram elevados devido a grande quantidade de conchas depositadas no perfil, além disso, o sambaqui estudado se encontrava sob uma turfeira, que devido a uma queima fez com que o sambaqui passasse a ser visível, fato que colaborou com os altos teores de cálcio e potássio. Os teores de Matéria Orgânica do Solo (M.O.S) também se mostraram elevados apesar da queima da turfeira, tais teores também são evidências de solos desenvolvidos de depósitos de conchas. Os teores de fósforo mostraram-se com nível considerável apesar de não apresentarem uma grande anomalia, fato constatado em outros trabalhos que estudaram solos de sambaqui, Teixeira *et al.* (2012) constatou que os valores de vários parâmetros químicos provavelmente alterados pelo processo contínuo de lixiviação e migração do material depositado, tenha causado uma grande variação nos valores originais em comparação com o solo sem influência antrópica encontrados na região de estudo. Concluindo que estas alterações ficaram bastante evidenciadas nos valores de pH que nos horizontes de solo desenvolvido no sambaqui adquiriram um caráter de alcalinidade (pH > 7,1) e também aumento nos teores de fósforo assimilável (Pass.) e cálcio trocável (Ca t). As análises microquímicas (Figura 1) tiveram como objetivo identificar possíveis vestígios de ossos, comumente encontrados em depósitos de sambaqui, para tal foi feita a combinação de mapas microquímicos de elementos de interesse tais como, cálcio e fosforo, para a identificação de apatitas, que indicariam a presença de ossos. Os mapas microquímicos também tiveram objetivo de identificar possíveis vestígios de cerâmica, através da combinação de elementos como

silício, ferro e alumínio. Com os diversos mapas microquímicos desenvolvidos não se pode constatar a presença de ossos e cerâmica, entretanto a presença de conchas incrustadas ao longo do perfil foi muito evidente, além da presença de conchas com orifícios, evidenciando que a queima da turfeira ultrapassou os 600 °C. Com as análises realizadas nos solos desenvolvidos em depósitos de conchas (sambaquis) pode-se constatar características químicas atribuídas a estes arqueo-solos, como pH, teores de cálcio, potássio, fosforo e M.O.S. Nas análises microquímicas não foram constatadas presença de ossos (apatitas) e cerâmica.

Quadro 1. Dados analíticos da rotina química de solos de sambaqui – PEPCV-ES (P1 = sambaqui; P3 sambaqui Turfeira).

	P1 0-10cm	P1 10-40cm	P1 40-70cm	P3 0-10cm	P3 10-35cm
pH H <sub>2</sub> O	7,5	7,2	5,5	7,7	7,18
P	9	3,4	3,9	7,4	8
K	39	11	22	29	34
Ca	8,1	40,8	19,76	13,51	9,95
Mg	0,8	0,15	0,25	0,55	0,18
Al	0	0	0	0	0
Mo	9,1	5,3	4,7	7,5	8,79
P-Rem	34,1	28,8	27,5	30,6	20,7
Fe	13,6	31	198,6	25	321,7

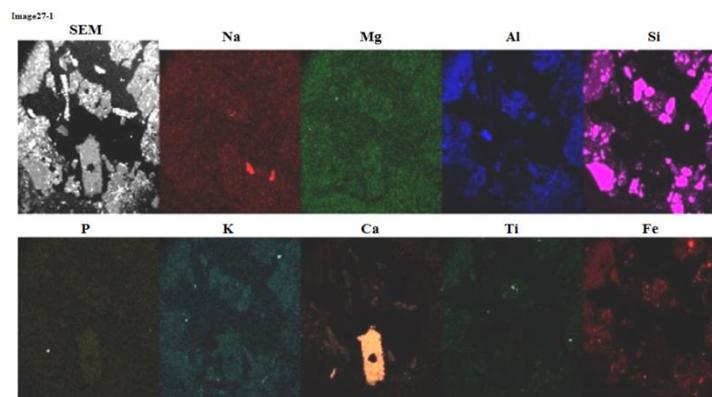


Figura 1: Análise microquímica da lâmina do perfil I de sambaqui realizada através da MEV com sonda EDS.

## Referências

- Alvarez V., V.H.; Fonseca, D.M. Definição de doses de fósforo para a determinação da capacidade máxima de adsorção de fosfato e para ensaios de casa de vegetação. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, V14, n.1, 1990.
- Bandeira, A. M. O povoamento da América visto a partir dos sambaquis do Litoral Equatorial Amazônico do Brasil. *Anais... FUMDHAMENTOS*, v. 1, p. 430-468, 2007.
- Corrêa, G.R. Caracterização pedológica de arqueo-antropossolos no Brasil: sambaquis da região dos Lagos (RJ) e terras pretas do índio na região do baixo rio Negro/Solimões (AM). *Dissertação de Mestrado*, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG, 2007.
- Embrapa (Centro Nacional de Pesquisa de Solos). *Manual de métodos de análise de solo*. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Rio de Janeiro, 1997.
- Magnago, L. F. S. Gradiente vegetacional e pedológico em floresta de Restinga no Espírito Santo, Brasil. *Dissertação (Mestrado em Botânica)*, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG, 2009.
- Murphy, J.; Riley, J.P.A. Modified single solution method for determination of phosphate in natural waters. *Anal. Chim. Acta*, v. 27, 1962.
- Ruiz, H. A. Incremento da exatidão da análise granulométrica do solo por meio da coleta da suspensão (silte + argila). *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.29, 2005b.
- Teixeira, W.G.; Plens, C.R.; Macedo, R.S.; Figuti; L. Caracterização de um perfil de solo desenvolvido no sambaqui fluvial Moraes, município de Miracatu – SP. *Revista do Museu Arqueologia e Etnologia*, São Paulo, n. 22: 181-194, 2012.



## ARQUITETURA DEPOSICIONAL E GEOMORFOLOGIA DA PLANÍCIE DE CORDÕES LITORÂNEOS DA LAGOA DOS QUADROS, LITORAL NORTE DO RIO GRANDE DO SUL - BRASIL

Volney Junior Borges de Bitencourt<sup>1</sup>, Sérgio Rebello Dillenburg<sup>2</sup>, Eduardo Guimarães Barboza<sup>2</sup>,  
Felipe Caron<sup>3</sup>, Rogério Portantiolo Manzolli<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Programa de Pós-Graduação em Geociências – Instituto de Geociências – Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

<sup>2</sup>Centro de Estudos de Geologia Costeira e Oceânicas – Instituto de Geociências – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. <sup>3</sup>Campus Caçapava - Universidade Federal do Pampa.

Cordões litorâneos são feições morfológicas comuns de regiões costeiras de caráter progradacional-regressivo (sensu Roy *et al.*, 1994). São frequentes em ambientes costeiros dominados por ondas com regimes de micro e mesomaré, que possuem alto suprimento sedimentar (principalmente na fração areia) e baixo gradiente. Conforme Woods & Leahy (1983), ocorrem tanto em costas oceânicas quanto em corpos aquosos confinados ou semiconfinados. Contudo, cordões de praia (*beach ridge*) e cordões de duna frontal (*foredune ridge*) ainda recebem pouca atenção em comparação com seus análogos de costas oceânica. Neste trabalho são apresentados resultados do estudo de uma planície de cordões litorâneos regressivos arenosos, do tipo praia e do tipo duna frontal, que se formou na margem nordeste da Lagoa dos Quadros (29°40'S e 50°01'S), litoral norte da Planície Costeira do Rio Grande do Sul (PCRS). Realizaram-se abordagens em superfície através de análises de fotografia aérea, análises de imagens de satélite e altimetria de detalhe. Aliado a isso, dados de subsuperfície oriundos de perfilagens geofísica com uso de Radar de Penetração no Solo (GPR) nas frequências de 80 e 400 MHz, e dados sedimentológicos provenientes de testemunhos de sondagens rasos proporcionaram elucidar as fácies que compõem a arquitetura deposicional, bem como especificar as características geométricas superficiais dos cordões. Datações por <sup>14</sup>C permitiram estimar o estágio do início do desenvolvimento da planície de cordões, e a modelagem de ondas e análise de ventos propiciaram inferir as condições fluidodinâmicas envolvidas em sua gênese. A planície da margem NE da lagoa possui forma de semicírculo, orientação NW-SE e 2,880 km<sup>2</sup> de área, com comprimento e largura máximos de 4,120 km e 1,150 km respectivamente. É composta por cerca de 20 cordões contínuos e semi-contínuos, dispostos em quatro subconjuntos (*sets*) separados por truncamentos. Esses truncamentos, caracterizados por mudanças na orientação dos cordões, podem evidenciar alterações energéticas dos agentes fluidodinâmicos, variações no suprimento sedimentar e variações do nível de base na história evolutiva do depósito (Curry *et al.*, 1969; Tanner, 1995; Tamura, 2012). Os cordões são espaçados entre 5 a 50 m com amplitude (distância vertical entre a crista do cordão e sua cava) entre 0,30 a 1,50 m e altura média de 2,231 m em relação ao Nível Relativo do Mar (NRM). Com base no levantamento geofísico de alta resolução, que totalizou aproximadamente 2 km de registros de GPR com, e nos testemunhos de sondagens foi possível identificar fácies correspondentes aos sistemas deposicionais característicos dos sistemas de cordões litorâneos regressivos (Fig.1), na qual houve o desenvolvimento de uma sequência regressiva sobre uma fácies basal de fundo (lagunar). Essa sequência regressiva é composta por depósitos de antepraia, de pós-praia/face de praia, dunas frontais e depósitos de leque de sobrelavagem. A fácies basal de fundo lagunar registra a fase de agradaciação e progradaciação da fácies de fundo lagunar do sistema lacustre, ocorrida entre 7047 ± 197 ka e 6230 ± 122 ka. O desenvolvimento dos cordões de dunas frontais na planície de cordões litorâneos da margem NE da Lagoa dos Quadros resulta da ação dos ventos provenientes do quadrante SSW e SW, cujas frequências e velocidades são superadas apenas pelo vento NE, com contribuição da oscilação sazonal do nível d'água da lagoa.

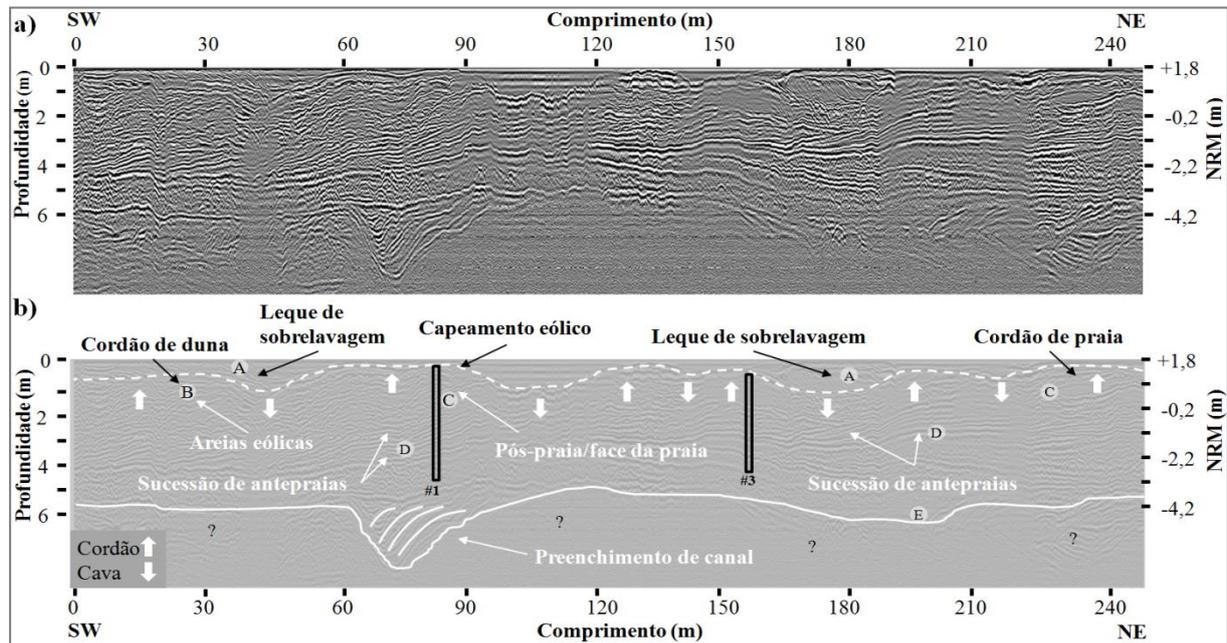


Figura 1. Seção de GPR com antena na frequência central de 80 MHz (a) processada e (b) interpretada. Além da sucessão dos refletores oblíquo-tangenciais, que caracterizam o pós-praia/face da praia e antepraia, foi verificado um registro de um depósito de preenchimento de canal (paleocanal), associado a um NRM mais baixo que o atual. Sentido da lagoa para SW.

#### Referências

- Curry, J.R., Emmel, F.J. & Crampton, P.J.S. 1969. Holocene history of a strand plain lagoonal coast, Nayarit, Mexico. In: UNAM-UNESCO (Ed.) Simposio Internacional, Lagunas Costeras. 1969. Ciudad del Mexico, UNESCO, p. 63-100.
- Roy, P.S., Cowell, M.A., Ferland, M.A. & Thom, B.G. 1994. Wave-dominated coasts. In: Carter, R.W.G. & Woodroffe, C.D. (Ed.). Coastal Evolution – Late Quaternary Shoreline Morphodynamics. Cambridge, Cambridge University Press, p. 121-186.
- Tamura, T. 2012. Beach ridges and prograded beach deposits as palaeoenvironment records. *Earth-Science Reviews*, 114: 279 – 297.
- Tanner, W.F. 1995. Origin of beach ridges and swales. *Marine Geology*, 129: 149 – 161.
- Woods, A.J.C. & Leahy, L.P. 1983. Beach ridges and paleogeography, central Baja California, Mexico. *Physical Geography*, 4(3): 167-181.



## INDICADORES DE VARIAÇÃO DO NÍVEL RELATIVO DO MAR IDENTIFICADOS NA FAZENDA CAMPOS NOVOS, MUNICÍPIO DE CABO FRIO E ARMAÇÃO DE BÚZIOS, RIO DE JANEIRO

Aline Meneguci da Cunha<sup>1</sup>, Felipe de Melo Barreto Pereira<sup>1,2</sup>, João Wagner de Alencar Castro<sup>1</sup>,  
Katia Leite Mansur<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal do Rio de Janeiro, Museu Nacional, Departamento de Geologia e Paleontologia Laboratório de Geologia Costeira, Sedimentologia & Meio Ambiente. Quinta da Boa Vista, s/n. 20.940-090. Rio de Janeiro, RJ, Brasil;

<sup>2</sup>Universidade Federal do Rio de Janeiro, Departamento de Geologia, Av. Athos da Silveira Ramos, 274, Cidade Universitária, Ilha do Fundão, 21.949-900, Rio de Janeiro, RJ, Brasil

A Fazenda Campos Novos, localiza-se no município de Cabo Frio, Estado do Rio de Janeiro, apresenta grande importância histórica e científica. Fundada em 1630 pelos Jesuítas, foi um importante centro do império português, devido sua posição geográfica estratégica, proximidade da cidade do Rio de Janeiro, com praias que permitiam o desembarque de embarcações estrangeiras (Engemann & Amantino, 2010). Desempenhava um importante papel no combate às invasões holandesas na costa brasileira. Em 1832, em sua terceira passagem pelo Brasil, o naturalista Charles Darwin viajou pelo norte fluminense, realizando uma visita a Fazenda Campos Novos. Devido à passagem do naturalista, a referida fazenda faz parte do projeto Caminhos de Darwin. Atualmente, é a sede da Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Município de Cabo Frio. Do ponto de vista geológico a Fazenda Campos Novos encontra-se assentada sobre depósitos Neógenos da Formação Barreiras, que delimitam áreas pantanosas, constituídas por antigos sistemas lagunares, associados a última transgressão máxima holocênica, ocorrida a aproximadamente 4.800 anos cal A.P (Castro *et al.*, 2014). Interceptando as terras baixas pantanosas é possível identificar uma sequência de cristas de cordões arenosos (Turq *et al.*, 1999). A sedimentação marinha isolou corpos lagunares, que ocuparam fundos de vales. Posteriormente, as lagunas foram ressecadas e parcialmente recobertas por sedimentos aluviais até os dias atuais (Martin *et al.*, 1997). Objetiva-se através desse trabalho identificar os principais indicadores de variação do nível relativo do mar da área de em torno da Fazenda Campo Novos. O procedimento metodológico envolveu: mapeamento de campo na escala 1:10.000, interpretação de imagens de satélite para a delimitação de feições geomorfológicas, confecção de perfis estratigráficos, descrição dos sedimentos, elaboração de tabelas de fácies sedimentares contendo os atributos: diagnose, cor, geometria, contato, estrutura sedimentar e conteúdo fossilífero, coleta de material bioclástico para identificação e datação ao radiocarbono. Nas imagens de satélite foi possível identificar cristas de cordões arenosos. Essas feições estão relacionadas à regressão do nível relativo do mar. Os perfis estratigráficos e as tabelas de fácies demonstram influência de sedimentação marinha, fluvial e lacustre na formação dos depósitos encontrados. Identificou-se 7 (sete) fácies sedimentares distintas. 4 (quatro) fácies sedimentares de origem marinha, composta por areia grossa com conchas fragmentadas, areia lamosa com conchas retrabalhadas, lama cinza maciça e areia lamosa maciça. 2 (duas) fácies associadas a ambiente fluvial composta por areia grossa, seixos maciços e areia grossa maciça. Os depósitos pantanosos associam-se a 1 (uma) fácies sedimentar, constituída por lama orgânica maciça. Foram identificadas 23 espécies de moluscos, todas de origem marinha. As conchas de moluscos apresentam idade de 4.880 a 4.800 anos cal. A.P. Caracterizam-se por uma elevada taxa de fragmentação, denotando ambiente de alta energia. Nessa região registra-se a ocorrência de Sambaqui (caçadores coletores) considerados por Suguio *et al.* 1985 como indicador arqueológico de variação do nível relativo do mar. Conclui-se que a área de em torno da Fazenda Campos Novos foi inundada pelo mar durante a última transgressão marinha holocênica ocorrida a 5.000 anos A.P. Os registros identificados através das fácies sedimentares estudadas, corrobora a curva de variação do nível relativo do mar de Castro *et al.* (2014). Ressalta-se que durante o máximo transgressivo holocênico a área edificante da Fazenda Campos Novos representava morfologicamente um divisor entre as paleolaguna do Trimumu e a paleolaguna do Ramalho. O nível relativo do mar durante esse evento encontrava-se 2,5 m acima do atual.



### Referências

- Engemann, C. & Amantino, M., 2010, A fazenda de Campos Novos e sua história – séculos XVII e XVIII: Anais do XIV Encontro Regional da ANPUH-Rio Memória e Patrimônio. Rio de Janeiro. ISBN 978-85-60979-08-0
- Castro, J.W.A.; Suguio, K.; Seoane, J.C.S; Cunha, A.M. & Dias, F.F., 2014, Sea-level fluctuations and coastal evolution in the state of Rio de Janeiro, southeastern Brazil: Anais da Academia Brasileira de Ciências, 86 (2), p. 671-683.
- Martin, L.; Suguio, K. & Dominguez, J.M.L. Geologia do Quaternário Costeiro do litoral Norte do Rio de Janeiro e do Espírito Santo. Belo Horizonte, CPRM, 112p., 1997.
- Turcq B, Martin L, Flexor JL, Suguio K, Pierre C & Tasayaco-Ortega L., 1999, Origin and evolution of the Quaternary coastal plain between Guaratiba and Cabo Frio, State of Rio de Janeiro. In: Knoppers, B.A., Bidone, E.D. and Abrão, J.J. eds., Environmental Geochemistry of Coastal Lagoon Systems: Série Geoquímica Ambiental, Niterói, p.25-46.
- Suguio, K.; Martin, L.; Bittencourt, A. C. S. P.; Dominguez, J. M. L.; Flexor, J. M. & Azevedo, A. E. G., 1985. Flutuações do nível relativo do mar durante o Quaternário Superior ao longo do litoral brasileiro e suas implicações na sedimentação costeira. Revista Brasileira de Geociências. São Paulo. 15 (4): 273-286.



## O GPR COMO FERRAMENTA PARA IDENTIFICAÇÃO DE PALEOCANAIS COSTEIROS – ESTUDO DE CASO: PLANÍCIE COSTEIRA SUL-CATARINENSE

Anderson Biancini da Silva<sup>1</sup>, Eduardo Guimarães Barboza<sup>2</sup>, Samanta da Costa<sup>1</sup>, Renato Leal<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Instituto de Geociências, Programa de Pós-Graduação em Geociências, Av. Bento Gonçalves 9500, 91509-900 Porto Alegre, RS, Brasil; <sup>2</sup>Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Instituto de Geociências, Centro de Estudos de Geologia Costeira e Oceânica, Av. Bento Gonçalves 9500, 91509-900 Porto Alegre, RS, Brasil.

A aplicação da geofísica nos ambientes costeiros, através do radar de penetração do solo (GPR), possibilita a realização de análises detalhadas do registro sedimentar presente em subsuperfície. A partir dessa análise, é possível definir os tipos de depósitos e interpretar os ambientes sedimentares relacionados à sua gênese. O GPR fundamenta-se na emissão, propagação, reflexão e registros de pulsos eletromagnéticos (radargramas), os quais podem ser interpretados a partir de princípios derivados da sismoestratigrafia (Neal, 2004). Este estudo tem como objetivo identificar e caracterizar paleocanais costeiros, principalmente através de técnicas de sensoriamento remoto e pelo método geofísico do GPR. Os sistemas fluviais Mampituba, Araranguá, Urussanga, situados na Planície Costeira Sul-Catarinense (PCSC), apresentam perfis longitudinais acidentados no curso superior, onde o relevo é caracterizado por mudanças abruptas; já no curso inferior (planície costeira), esses sistemas são caracterizados por regimes fluviais meandantes e, na porção final, apresentam conexão com o oceano Atlântico e se constituem em ambientes estuarinos. Os paleocanais relacionados à dinâmica destes três sistemas fluviais são os principais alvos deste estudo. Na PCSC são identificados sistemas deposicionais do tipo laguna-barreira, correlacionáveis aos sistemas III (pleistocênico) e IV (holocênico), definidos para a Planície Costeira do Rio Grande do Sul por Villwock (1984) e Villwock & Tomazelli (1995). Os cursos fluviais em questão se desenvolveram e influenciaram a evolução das barreiras holocênicas regressivas, logo, à medida que as mesmas progrediam, canais fluviais meandravam e erodiam as mesmas. Através da análise de imagens orbitais observam-se inúmeras feições que truncam (erodem) as morfologias do sistema laguna-barreira IV da PCSC. As feições apresentam-se alongadas, com direção preferencial SW–NE (paralelas à linha de costa). O sentido de inflexão para nordeste destes paleocanais reflete a deriva litorânea da região. Também se observam feições semicirculares (formas de “meia lua”) que representam meandros abandonados destes sistemas fluviais. Levantamentos preliminares em subsuperfície, mediante o emprego do GPR, relacionados à dinâmica do rio Mampituba, evidenciam que superfícies erosivas marcam a base destes paleocanais (Figura 1). Os refletores que marcam estas superfícies exibem contrastes acentuados, se estendem lateralmente por centenas de metros e apresentam geometrias côncavas. Salienta-se que as mesmas truncam as radarfácies adjacentes, ou seja, erodem depósitos praias (*foreshore/backshore*) e marinho raso (*upper shoreface*). O preenchimento dos paleocanais é dado por refletores com terminações em *downlap* sobre a base dos paleocanais. Portanto, a identificação de superfícies erosivas, em subsuperfície, se torna um critério para identificação dos paleocanais nos demais setores de interesse deste estudo – que estão sendo adquiridos e interpretados no momento –. Desta forma, o entendimento relativo à estratigrafia e ao padrão de empilhamento dos paleocanais é importante para melhor compreender a geometria de reservatórios de fluídos, tanto para a indústria do petróleo quanto para a exploração de aquíferos.

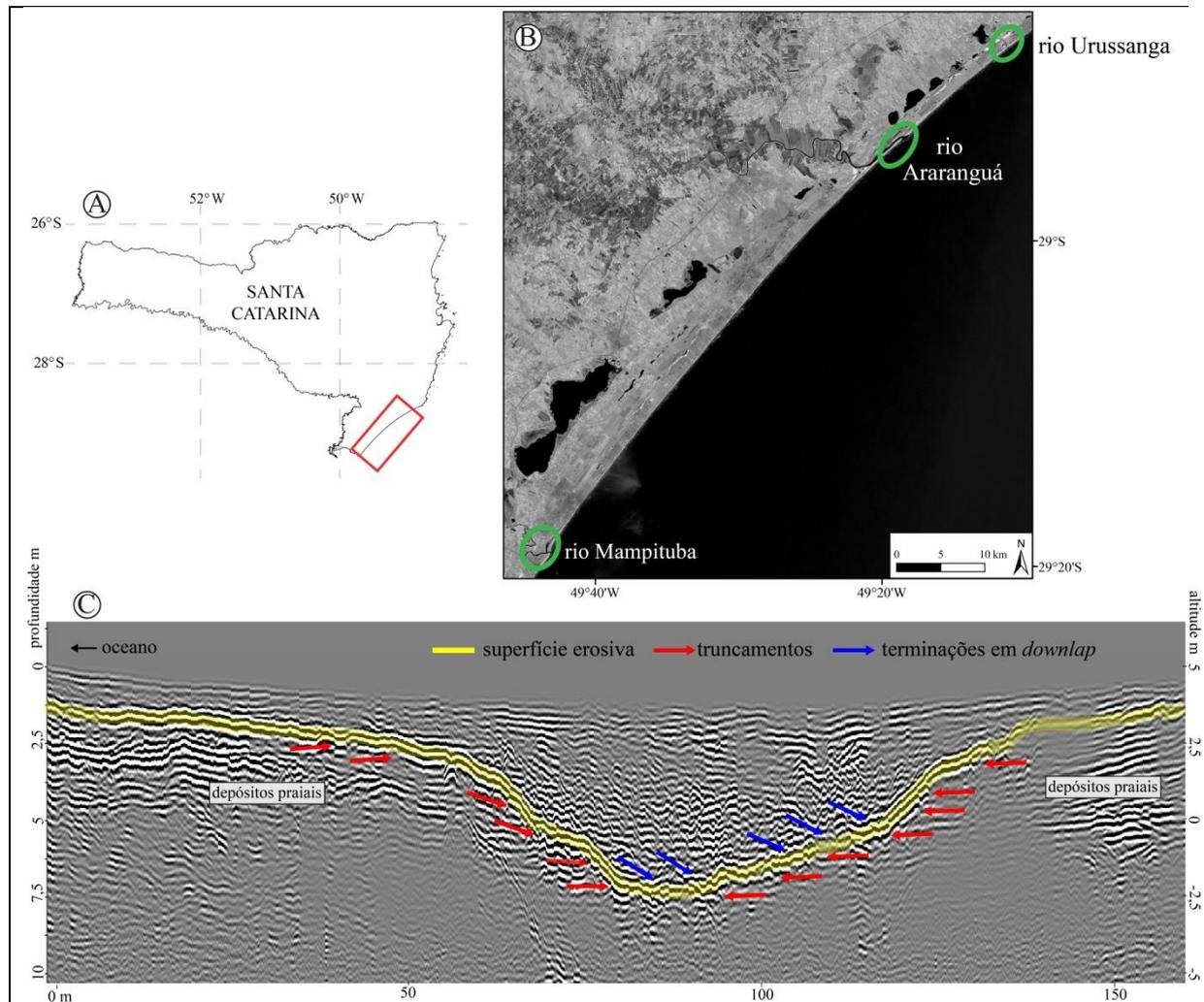


Figura 1: A) Mapa de localização do estado de Santa Catarina. B) Recorte da imagem do satélite Landsat 8 (banda 5 – infravermelho) onde se observam os três sistemas fluviais, situados na PCSC, que serão abordados neste estudo. C) Seção de GPR (200 MHz) perpendicular à linha de costa. Nesta se visualiza a expressão em subsuperfície de um dos paleocanais mapeados do rio Mampituba. Refletores com contrastes acentuados, lateralmente contínuos, apresentando geometrias côncavas (amarelo) correspondem a superfícies erosivas, interpretadas como a base dos paleocanais. Estas superfícies truncam (setas vermelhas) as radarfácies adjacentes (depósitos praias). O preenchimento dos mesmos é dado por refletores com terminações em *downlap* (setas em azul)

## Referências

- Neal, A. 2004. Ground-penetrating radar and its use in sedimentology: principles, problems and progress. *Earth Science Reviews*, 66:261-330.
- Villwock, J.A. 1984. Geology of the Coastal Province of Rio Grande do Sul, Southern Brazil. A synthesis. *Pesquisas em geociências*, 16: 5-49.
- Villwock, J.A. & Tomazelli, L.J. 1995. Geologia costeira do Rio Grande do Sul. Notas Técnicas 8. Centro de Estudo em Geologia Costeira e Oceânica, Instituto de Geociências, UFRGS, Porto Alegre. 45p.



## **BATIMETRIA, SEDIMENTO E FEIÇÕES DE FUNDO DO MAR DO ARARAPIRA, DIVISA DOS ESTADOS DO PARANÁ E SÃO PAULO**

Müller, Marcelo Eduardo José<sup>1</sup>; Nogueira, Raissa de Araújo<sup>1</sup>; Angulo, Rodolfo José<sup>1</sup>; Souza, Maria Cristina de<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Laboratório de Estudos Costeiros – Departamento de Geologia – Universidade Federal do Paraná.

O Mar de Ararapira é um estuário alongado e meandrante que se localiza numa área de relevante interesse ecológico, na divisa litorânea dos estados do Paraná e São Paulo, com diversas unidades de proteção ambiental e pequenas vilas de pescadores artesanais que dependem dos recursos do estuário e da área costeira adjacente. Existe a previsão de uma mudança abrupta de sua configuração e dinâmica pela abertura de uma nova barra e fechamento da existente (Angulo *et al.* 2009). Apesar disso, suas características e dinâmica são pouco conhecidas. O presente trabalho tem por objetivo contribuir no conhecimento da batimetria, das características de distribuição do sedimento e das feições de fundo. Os resultados poderão contribuir na avaliação posterior das transformações que possam ocorrer pós abertura da nova barra e contribuir com o manejo dessas unidades de conservação. Para tanto, foi realizado a batimetria, levantamento sedimentológico e o imageamento de fundo com sonar de varredura lateral. Os resultados indicam que o estuário do Mar do Ararapira tem profundidade média de 4 m e apresenta canal principal sinuoso com profundidades que podem alcançar 13,5 m. As maiores profundidades ocorrem na confluência com o canal do Varadouro (Figura 1 “c”), com valores inferiores a 9 m e também na porção mais estreita da restinga do Ararapira (figura 1 “b”), superior a 10 m. O perfil transversal do canal é assimétrico (figura 1 “a”, “b” e “c”), com profundidades maiores próximo às margens côncavas e menores, próximo às convexas, configuração semelhante de um canal fluvial. Na parte mais funda do canal predominam areias finas e em alguns locais areias médias. Nas margens convexas e na porção mais a montante do estuário, ocorre silte e areia muito fina. Os sedimentos bem e muito bem selecionados ocorrem sempre entre a confluência com o canal do varadouro e a barra do Ararapira e são quase que exclusividade das areias média e fina. Os mal e muito mal selecionados são predominantes na área a montante da confluência com o canal do Varadouro (Figura 1 “c”), mas também nas margens convexas, próximo a manguezais e associado a areia muito fina ou de menor granulometria. As feições de fundo, caracterizadas como dunas sub-aquosas, acompanham o canal principal e são condicionados pela corrente de vazante, revelando o sentido principal de transporte. Ao longo do canal principal do Mar do Ararapira ocorrem feições de leito assimétricas, de crista resta e curva, com amplitude entre 5 e 15 m e também leito plano. Na confluência com o canal do Varadouro (Figura 1 “c”), as feições indicam o sentido de transporte à jusante e acompanhando as áreas mais profundas do canal. Nas proximidades da faixa mais estreita da Restinga do Ararapira (Figura 1 “b”), com tendência ao rompimento, as feições acompanham a margem em processo erosivo, tendo as feições de fundo amplitude de 10m, indicando a tendência da continuidade do processo por efeito das correntes de maré naquela região. Na desembocadura, os dados de profundidade indicam um canal de enchente, junto à margem SW e um canal de vazante, na margem oposta. O canal de enchente se estende por aproximadamente 600m, findando em bancos de areia semi submersos, interpretados como um delta de maré enchente. As feições de fundo corroboram a existência dos dois canais, porém, no canal de vazante, elas são mais frequentes, com amplitudes de pouco mais de 10 m. As feições também indicam um local em que provavelmente seja a confluência dos dois canais (Figura 1 “a”).

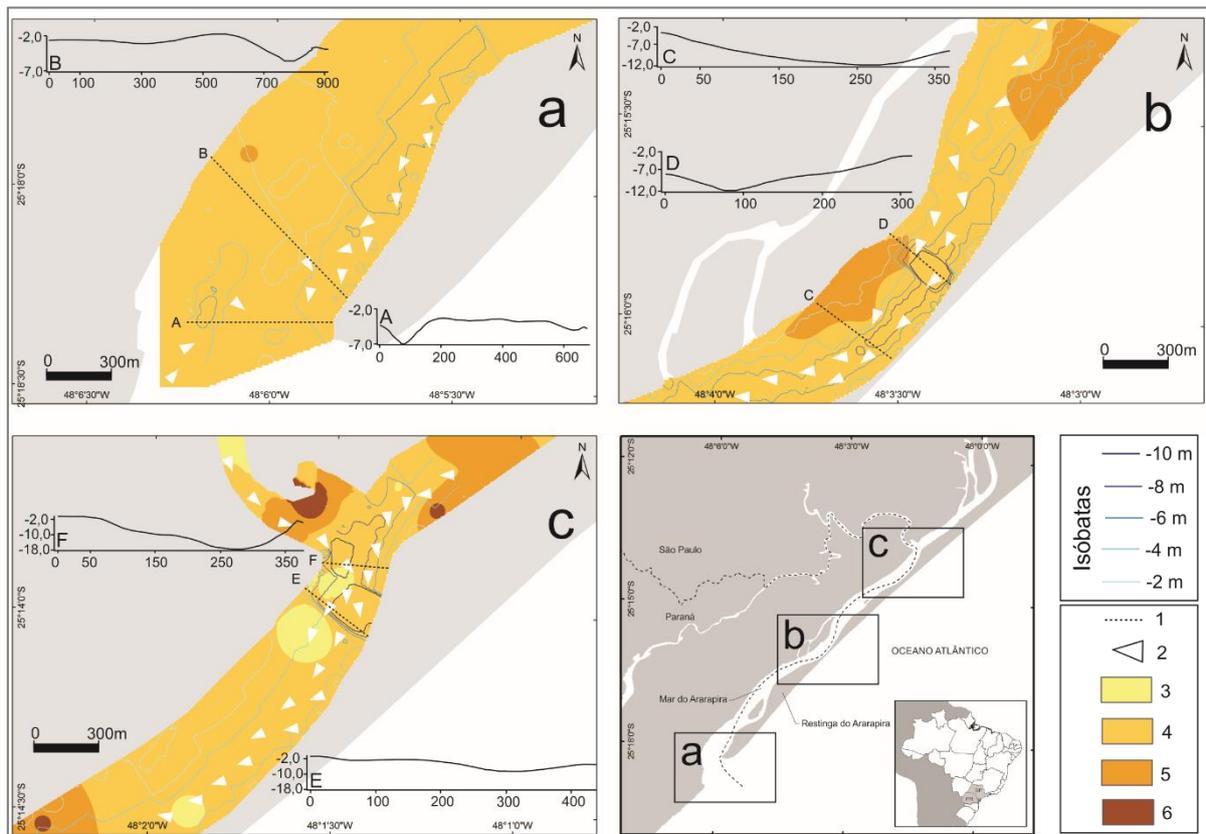


Figura 1. Área de estudo e detalhes da profundidade, perfil transversal, sedimento de fundo e direção de migração das feições de fundo nos setores: a) desembocadura; b) área mais estreita da restinga do Ararapira; c) confluência com o canal do varadouro. Legenda: 1) perfil transversal de profundidade; 2) direção de migração das feições de fundo; 3) areia média; 4) areia fina; 5) areia muito fina; 6) silte e argila.

#### Referências:

Angulo, R. J.; Souza, M. C. & Müller, M.E. 2009. Previsão e consequências da abertura de uma nova barra no Mar do Ararapira, Paraná-São Paulo, Brasil. *Quaternary and Environmental Geosciences* (ser.ufpr.br/abequa), Curitiba, 01(2):67- 75.



## DATAÇÕES DE SEDIMENTOS HOLOCÊNICOS DA PLANÍCIE COSTEIRA PARANAENSE ATRAVÉS DE LUMINESCÊNCIA OPTICAMENTE ESTIMULADA

Mylene Giseli do Nascimento<sup>1</sup>, Rodolfo José Angulo<sup>1</sup>, André Oliveira Sawakuchi<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Laboratório de Estudos Costeiros - Pós-Graduação em Geologia - Universidade Federal do Paraná. <sup>2</sup>Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo.

A luminescência opticamente estimulada (OSL) apresenta ampla aplicação em estudos sobre o Quaternário e tem obtido sucesso em datações do Holoceno e Pleistoceno tardio em uma variedade de ambientes deposicionais (Rhodes, 2011). O potencial dos métodos de datação por luminescência em ambientes costeiros e marinhos é reconhecido pelo fato da análise ser feita em minerais como quartzo e feldspato, pelo material e evento deposicional de interesse serem diretamente datados e por sua aplicação ser ao longo de intervalo de tempo considerável para estudos no Quaternário (Jacobs, 2008). A datação por OSL baseia-se na avaliação do tempo decorrido desde que os grãos de quartzo ou feldspato foram expostos à luz solar pela última vez. Após o soterramento, a radiação ionizante ambiental é acumulada por meio do aprisionamento de cargas em defeitos cristalinos. A idade de sedimentação é determinada dividindo-se a dose acumulada (dose equivalente) desde o soterramento do sedimento pela dose anual de irradiação (taxa de dose). Os objetivos deste trabalho são utilizar o método de datação por OSL para estimar a idade de sedimentos da planície litorânea paranaense e comparar as idades obtidas com datações existentes (<sup>14</sup>C). Foram coletadas nove amostras em cinco pontos da barreira holocênica paranaense, no município de Pontal do Paraná, litoral do Paraná. As amostras foram coletadas em seções verticais de afloramentos da barreira holocênica (topo e base) em áreas com datações de <sup>14</sup>C existentes para testar a confiabilidade das estimativas de idade OSL e verificar a consistência das idades obtidas. O material para determinação da dose equivalente foi coletado através de tubos de PVC opacos (30 cm de comprimento e 4 cm de diâmetro) juntamente com 400 g de sedimento de cada ponto para a determinação da taxa de dose. As medidas de dose equivalente foram obtidas em sistema automático Risø TL/OSL-DA-20, através do protocolo SAR (Single-Aliquot Regeneration), equipado com fonte de radiação beta <sup>90</sup>Sr/<sup>90</sup>Y (taxa de dose de 0,084±0,03 Gy/s), a estimulação óptica foi realizada por LED's azuis (470 nm). A luminescência foi medida na faixa do ultravioleta (290-370nm) através de filtro Hoya U-340. As taxas de dose foram determinadas por espectrometria gama de alta resolução, com detector de germânio hiperpuro (HPGe) e blindagem ultralow background, medindo-se a concentração dos radionuclídeos no sedimento (<sup>232</sup>Th, <sup>238</sup>U e <sup>40</sup>K) e através do cálculo da radiação cósmica (Prescott & Stephan, 1982). As medidas OSL e as taxas de dose foram determinadas no Laboratório de Luminescência e Espectrometria Gama (LEGaL), no Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo. A dose equivalente de cada amostra foi determinada pela média de diversas alíquotas (pelo menos 15) que passaram nos testes de qualidade analítica (reciclagem, recuperação e avaliação de contaminação por feldspato). As doses equivalentes foram calculadas pelo modelo de idade central e variaram de 1,90 ± 0,02 a 3,62 ± 0,27 (Gy). As taxas de dose determinadas foram de 0,35 ± 0,02 a 0,66 ± 0,05 (Gy/ka). As idades deposicionais encontradas para as amostras holocênicas variaram de 3,955 ± 281 a 5,991 ± 394 anos (Tabela 1). Os grãos de quartzo das alíquotas apresentaram alta sensibilidade de luminescência, com curva de decaimento exponencial bem definida e dominada pelo componente rápido o que permitiu boa qualidade das estimativas. As distribuições de dose de todas as amostras apresentaram baixa variabilidade (OD de 5,1% a 14,6%) e apenas um pico, indicando fotoesvaziamento ("bleaching") eficaz antes da deposição (Figura 1). As alíquotas apresentaram baixa dispersão entre as medidas de sensibilidade OSL, o que indica homogeneidade nos grãos analisados. As datações por OSL obtidas no presente trabalho foram compatíveis com as idades esperadas tendo em vista as datações de <sup>14</sup>C existentes na região. As amostras coletadas na base e no topo do mesmo perfil não exibiram diferenças significativas nas estimativas o que aumenta a confiabilidade das idades determinadas. O método OSL, com o uso do protocolo SAR, mostrou-se ferramenta confiável para datações de sedimentos costeiros holocênicos sendo uma boa alternativa para datar grãos de quartzo em casos de sedimentos sem material orgânico.

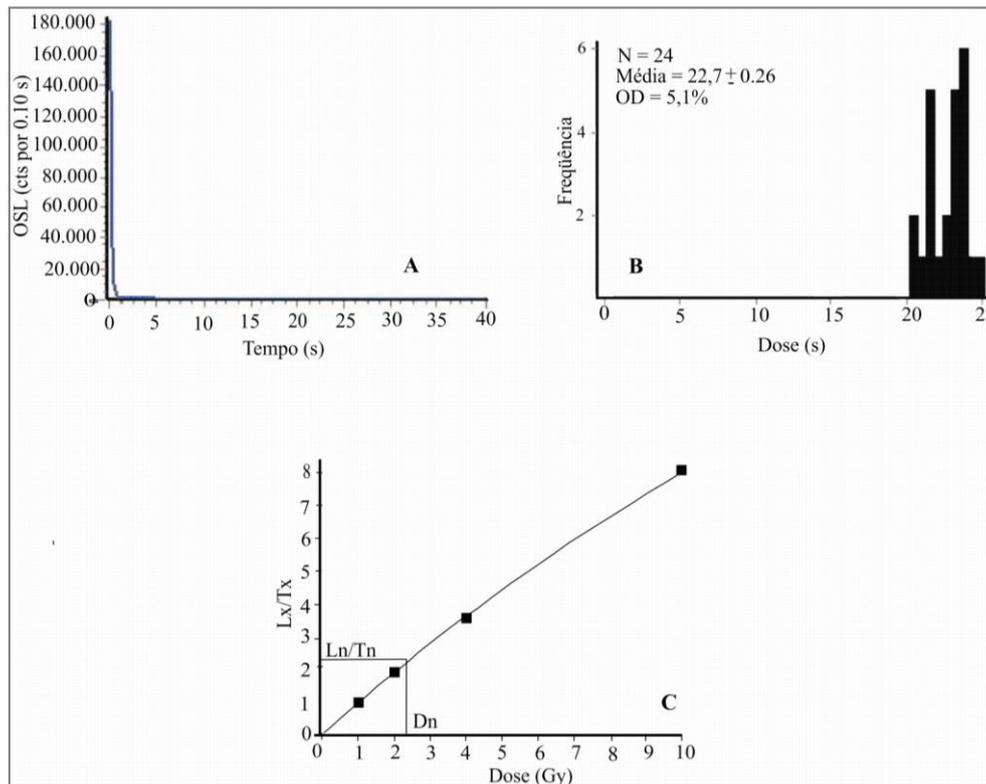


Figura 1. Curva de decaimento OSL para alíquota de quartzo da amostra L0038 (A), Histograma das doses equivalentes da amostra L0038 (doses em tempo de irradiação, taxa de dose da fonte beta = 0,084 Gy/s) (B), Curva de dose-resposta para alíquota de quartzo da amostra L0038 (C).  $L_x/T_x$  - sinal OSL corrigido.  $Ln/T_n$  - sinal natural OSL corrigido.  $D_n$  - dose equivalente natural. N - número de alíquotas. OD - sobredispersão.

Tabela 1. Taxa de dose, dose equivalente e idade das amostras analisadas no presente estudo (De: dose equivalente; CAM: Central Age Model).

Amostra	Pontos Topo/Base	Latitude (S)	Longitude (W)	Taxa de dose (Gy/ka)	De CAM (Gy)	Idade CAM (ka)
L0038	167 - topo	25°37'27,07"	48°28'42,17"	0,35 ± 0,02	1,90 ± 0,02	5,439 ± 274
L0039	167 - base	25°37'27,07"	48°28'42,17"	0,57 ± 0,04	3,41 ± 0,06	5,991 ± 394
L0041	169	25°41'29,17"	48°31'01,52"	0,66 ± 0,05	2,61 ± 0,05	3,955 ± 281
L0042	170 - topo	25°40'43,69"	48°30'48,86"	0,57 ± 0,04	2,61 ± 0,08	4,562 ± 334
L0043	170 - base	25°40'43,69"	48°30'48,86"	0,51 ± 0,03	2,31 ± 0,06	4,546 ± 290
L0044	174 - base	25°39'05,80"	48°29'54,44"	0,62 ± 0,05	3,62 ± 0,28	5,887 ± 619
L0045	174 - topo	25°39'05,80"	48°29'54,44"	0,37 ± 0,02	1,99 ± 0,03	5,381 ± 279
L0046	172 - topo	25°37'42,38"	48°28'56,36"	0,51 ± 0,03	2,67 ± 0,06	5,206 ± 318
L0047	172 - base	25°37'42,38"	48°28'56,36"	0,60 ± 0,04	2,85 ± 0,04	4,755 ± 328

### Referências

- Jacobs, Z. 2008. Luminescence chronologies for coastal and marine sediments. *Boreas*, Vol, 37, pp. 508–535. 10.1111/j.1502-3885.2008.00054.x. ISSN 0300-9483.
- Prescott, J.R. & Stephan, L.G. 1982. The contribution of cosmic radiation to the environmental dose for thermoluminescence dating. In: *Proceedings of the Second Specialist Seminar on Thermoluminescence Dating 6*, Council of Europe, Strasbourg, pp. 17–25.
- Rhodes, E. J. 2011. Optically stimulated luminescence dating of sediments over the past 200,000 years. *Annual Review of Earth and Planetary Sciences*, 39, 461–488.



## USO DE VERMETÍDEOS FÓSSEIS DE SÃO FRANCISCO DO SUL (SC) COMO INDICADORES DE VARIAÇÃO DO NÍVEL RELATIVO DO MAR E PARA A DISCUSSÃO DA CIRCULAÇÃO COSTEIRA NO HOLOCENO

Thiago de Freitas Toniolo<sup>1</sup>, Paulo César Fonseca Giannini<sup>1</sup>, Rodolfo José Angulo<sup>2</sup>, Maria Cristina de Souza<sup>2</sup>, Luiz Carlos Ruiz Pessenda<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Instituto de Geociências - Universidade de São Paulo. <sup>2</sup>Departamento de Geologia - Universidade Federal do Paraná. <sup>3</sup>Centro de Energia Nuclear na Agricultura - Universidade de São Paulo.

O nivelamento e datação de bioconstruções de vermetídeos coloniais constitui o método mais preciso e confiável de obtenção de curvas de variação do nível relativo do mar (NRM) no Holoceno (Laborel, 1979, 1986; Angulo *et al.*, 1999, 2006). Este trabalho apresenta a curva do NRM da Ilha de São Francisco do Sul (SC) obtida a partir deste método e discute sua relação com outras curvas preexistentes no Sul / Sudeste brasileiro, bem como o possível significado paleoambiental da composição química e isotópica das bioconstruções. As colônias coletadas na região foram identificadas como pertencentes à espécie *Petalochuchus varians*, atualmente extinta na área de estudo. Por isso, as incrustações de vermetídeos fósseis tiveram sua elevação nivelada em relação ao poliqueta colonial que hoje ocupa sua biozona, *Phragmatopoma lapidosa*. Um total de 20 amostras foi datado por <sup>14</sup>C AMS e analisado em relação ao seu conteúdo isotópico ( $\delta^{18}\text{O}$  e  $\delta^{13}\text{C}$ ) e químico (Mg/Ca, Sr/Ca, Ba/Ca). A curva de variação do NRM obtida revelou tendência contínua de diminuição desde o Holoceno médio (Figura 1), o que condiz com resultados prévios baseados no mesmo tipo de indicador para o litoral brasileiro do Rio Grande do Norte até o centro-sul de Santa Catarina (Angulo *et al.*, 1999, 2006; Giannini *et al.*, 2013). A queda de NRM aparentemente não se deu com velocidade constante, mas sim com dois patamares de relativa estabilidade: o primeiro e mais acentuado, em torno de 2,5 m, até aproximadamente 3,6 ka cal AP; e o segundo, em torno de 1 m, a partir de cerca de 1,8 ka cal AP. Dois períodos sem amostras de vermetídeos foram encontrados, de 3,6 a 2,8 ka cal AP, e nos últimos 900 anos, padrão próximo ao já relatado na costa centro-sul do mesmo estado (Angulo *et al.*, 1999, 2006). Admitindo-se que os vermetídeos coloniais são espécies termossensíveis, sua extinção populacional tanto no período atual como no passado pode ser induzida por resfriamento das águas costeiras na região. A análise químico-isotópica revelou leve aumento dos valores de  $\delta^{18}\text{O}$ , como já detectado antes em vermetídeos fósseis holocênicos de Laguna-Imbituba (Angulo *et al.*, 1999) e de Guarapari (Giannini *et al.*, 2013), além de tendência, esta estatisticamente mais consistente, de queda na razão Mg/Ca. Esta associação de resultados indica diminuição da temperatura das águas costeiras no Holoceno médio/superior na escala milenar, a qual teria culminado na extinção populacional recente do *Petalochuchus varians* no Sul / Sudeste do Brasil. Também foi observado decréscimo dos valores de Ba/Ca e de  $\delta^{13}\text{C}$  com o passar do tempo, o que pode ser interpretado como indício de diminuição da produtividade orgânica marinha em escala milenar. Esta suposta diminuição de produtividade estaria relacionada a declínio de organismos fotossintetizantes induzida pela redução da temperatura. Entre as possibilidades de mudanças oceanográficas capazes de explicar esses indícios de resfriamento regional, inclui-se o aumento da intensidade da Corrente Costeira do Brasil, que atua até o litoral de São Paulo, trazendo águas mais frias de regiões mais meridionais. Tal hipótese, porém, não explica de que modo esse resfriamento alcançou até o Espírito Santo. Uma hipótese alternativa cogitada aqui é a de intensificação da ressurgência em áreas da costa brasileira propícias a este fenômeno, sobretudo Cabo Frio (RJ), mas também Cabo de Santa Marta (Laguna-Imbituba, SC), no Holoceno superior, o que pode explicar os indícios de resfriamento costeiro no Sul / Sudeste brasileiro no mesmo período. Intensificação da ressurgência em Cabo Frio, dentro dos últimos 300 a 3000 anos, já tem sido aventada em trabalhos anteriores, com base em diferentes tipos de indicadores bio-oceanográficos e geo-oceanográficos (Barbosa *et al.*, 2003; Mahiques *et al.*, 2005; Sylvestre *et al.*, 2005; Nagai *et al.*, 2009).

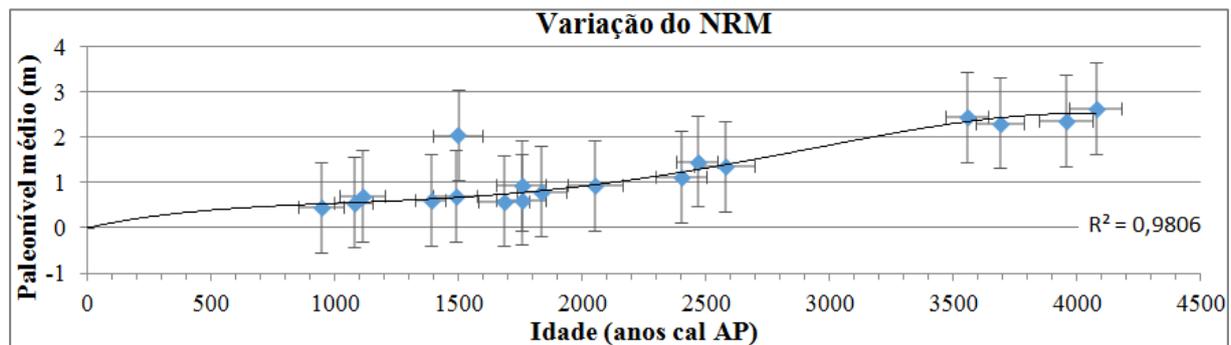


Figura 1. Curva de variação do NRM em São Francisco do Sul a partir de dados de paleonível de vermetídeos (erros verticais de 1m).

### Referências

- Angulo, R.J., Giannini, P.C.F., Suguio, K. & Pessenda, L.C.R. 1999. Relative sea-level changes in the last 5500 years in southern Brazil (Laguna-Imbituba region, Santa Catarina State) based on vermetid  $^{14}\text{C}$  ages. *Marine Geology*, 159: 323-339.
- Angulo, R.J., Lessa, G.C. & Souza, M.C. 2006. A critical review of mid- to late-Holocene sea-level fluctuations on the eastern Brazilian coastline. *Quaternary Science Reviews*, 25: 486-506.
- Barbosa, D. S., Dos Anjos, A. P. A., Albuquerque, A.L.S. & Sifeddine, A. 2003. Sedimentação orgânica na lagoa Brejo do Espinho, Cabo Frio (RJ): composição e implicações paleoclimáticas. In: II Congresso do Quaternário dos Países de Línguas Ibéricas, 2003, Recife. Anais... Recife, v. 1, p. 1-5
- Giannini, P.C.F., Ribeiro, P.C., Nascimento Jr, D.R., Pessenda, L.C.R. 2013. Os vermetídeos fósseis de Guarapari, ES: novos dados para a discussão do nível relativo do mar e da circulação costeira no Holoceno. In: Congresso da Associação Brasileira de Estudos do Quaternário, 13. 2013, Natal. Anais... Natal, Abequa, v. 1, p. 1361-1365.
- Laborel, J. 1979. Fixed marine organisms as biological indicator for the study of recent sea level and climatic variations along the Brazilian tropical coast. Proc. Int. Symp. In: Coastal evolution in the Quaternary, São Paulo, 1978. Proceedings, São Paulo, IGCP/Project 61, Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, p. 193-211.
- Laborel, J. 1986. Vermetid gastropods as sea-level indicators. In: Van de Plasche, O. (Ed.). *Sea Level Research, a Manual for the Collection and Evaluation of Data*, Geo Books, Norwich, v.12, p. 281-310.
- Mahiques, M.M., Bicego, M.C., Silveira, I.C.A., Sousa, S.H.M., Lourenço, R.A. & Fukumoto, M.M., 2005. Modern sedimentation in the Cabo Frio upwelling system, Southeastern. Brazilian shelf. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 77 (3): 535-548.
- Nagai, R. H., Sousa, S. H. M., Burone, L. & Mahiques, M. M. 2009. Paleoproductivity changes during the Holocene in the inner shelf of Cabo Frio, southeastern Brazilian continental margin: Benthic foraminífera and sedimentological proxies. *Quaternary International*, 206: 62-71.
- Sylvestre, F., Sifeddine, A., Turcq, B., Gil, I., Albuquerque, A.L., Lallier-Verges, E. & Abrão, J. 2005. Hydrological changes related to the variability of tropical South American climate from the Cabo Frio lagoonal system (Brazil) during the last 5000 years. *Holocene* 15: 625-630.



## ANÁLISE MICROCLIMÁTICA DO GRADIENTE FLORESTA-CIDADE NO MUNICÍPIO DE GUARULHOS, SP

Ericson Silva Ferreira<sup>1</sup>, Antonio Manoel dos Santos Oliveira<sup>2</sup>, Fabíola dos Santos Menezes<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Laboratório de Geoprocessamento – Mestrado em Análise Geoambiental – Universidade Guarulhos; <sup>2</sup>Laboratório de Geoprocessamento – Mestrado em Análise Geoambiental – Universidade Guarulhos; <sup>3</sup>Laboratório de Geoprocessamento – Mestrado em Análise Geoambiental – Universidade Guarulhos.

Um dos principais impactos antrópicos responsáveis por alterações microclimáticas é a supressão de matas nativas. As florestas possuem um importante papel no equilíbrio microclimático ao transferir água para a atmosfera através da evapotranspiração equilibrando a umidade relativa do ar e consequentemente diminuindo a temperatura, bem como a sensação térmica daqueles que residem próximo a elas. Dessa forma o ecossistema natural representado pela floresta urbana possui uma relação intrínseca com o ecossistema antrópico, onde ambos, apesar de pertencerem a sistemas ambientais diferentes se relacionam principalmente através de trocas de matéria e energia, desse modo, ao se alterar as características do solo as modificações se manifestam na atmosfera, no ciclo hidrológico, na biota e consequentemente no ecossistema antrópico. A análise microclimática da interface existente entre a floresta e a cidade permite registrar a relação existente entre os dois ambientes no sentido de compreender a importância da floresta urbana no equilíbrio do microclima urbano, bem como no controle das ilhas de calor urbano que podem apresentar uma diferença de temperatura acima de 10 °C (Lombardo, 1985), quando comparada com regiões não afetadas por este fenômeno. De modo a entender a influência da floresta urbana do Parque Estadual da Cantareira (PEC) no microclima urbano do município de Guarulhos, foi realizada uma análise microclimática do gradiente floresta-cidade, que abrangeu o PEC e o bairro do Cabuçu localizado na zona norte do município de Guarulhos. Para a realização da pesquisa foram utilizadas quatro unidades do sensor datalogger de alta precisão da fabricante Instruterm modelo HT 500 que foram dispostos de forma equidistantes e equivalentes, sendo o primeiro sensor disposto a 1 km no interior da floresta a partir do limite do PEC, o segundo sensor foi disposto a 50 m no interior da floresta, o terceiro foi disposto a 50 m no interior da área urbana, o quarto foi disposto a 1 km no interior da área urbana conforme ilustrado na Figura 1. Os sensores foram programados para coletar e armazenar dados de temperatura e umidade relativa do ar a cada hora de abril a dezembro de 2014. O resultado deste monitoramento meteorológico (Figura 2) mostra que as temperaturas aumentam e a umidade relativa do ar diminui gradativamente da floresta para a cidade. Destacando-se as elevadas diferenças entre os dados registrados na floresta (S1), quando comparados aos registrados na cidade (S4). Nota-se também que ocorre uma queda abrupta da umidade relativa do ar nos sensores que estão localizados fora da floresta, indicando o impacto da ausência da cobertura arbórea e seus demais componentes. O microclima urbano também mostrou-se afetado pela maior amplitude de dados, pois a umidade relativa do ar variou de 98 a 23% no S4, o mesmo foi observado nos valores de temperatura que variaram de 8° a 36°C no S4. Este comportamento é derivado da perda de áreas verdes, uma vez que quando isso ocorre há uma diminuição das superfícies de evapotranspiração, que por sua vez se manifesta na perda da homeostase climática no ecossistema antrópico. Isso pode refletir de forma negativa no bem-estar e na qualidade de vida daqueles que residem no ecossistema urbano, mesmo estando a apenas 1 quilômetro de uma das maiores florestas urbanas do mundo. Dessa forma, como não se pode levar as grandes metrópoles para o interior das florestas urbanas na busca do equilíbrio microclimático, sugere-se que a floresta seja levada para as metrópoles na forma de seu principal fator estrutural que é a árvore, pois somente assim o equilíbrio microclimático da atmosfera urbana será regulado.

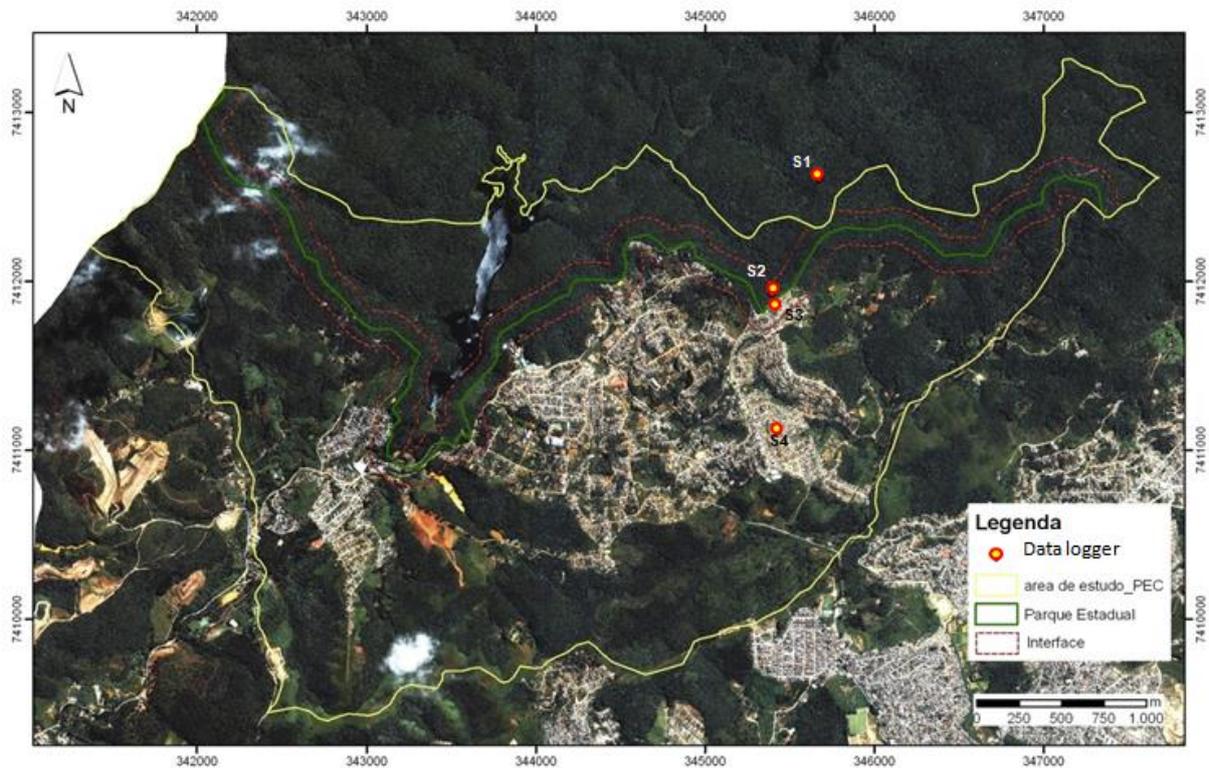


Figura 1. Disposição dos sensores de monitoramento (S1, S2, S3 e S4) na área de estudo e na interface floresta-cidade (Ferreira 2015).

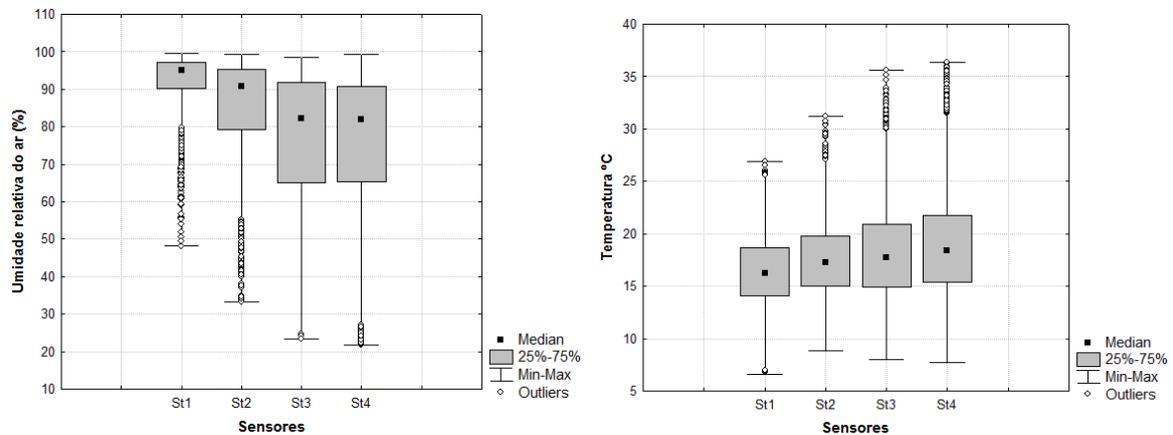


Figura 2. Dados de média, mínima, máxima e mediana dos dados de temperatura e umidade relativa do ar referentes ao monitoramento microclimático do perfil floresta-cidade de abril a dezembro de 2014 (Ferreira 2015).

### Referências

- Ferreira, E. S. 2015. Análise geoambiental da interface de florestas urbanas: o caso do Parque Estadual da Cantareira, em Guarulhos, SP. São Paulo, 156p. Dissertação de Mestrado, Centro de Pós Graduação e Pesquisa em Análise Geoambiental, Universidade Guarulhos.
- Lombardo, M. A. 1985. Ilha de calor nas metrópoles. Ed. Hucitec, São Paulo.

## CARTA SEDIMENTOLÓGICA DA PLATAFORMA SETENTRIONAL DO RIO GRANDE DO NORTE: ÁREA SÃO BENTO DO NORTE A TIBAU

Vanessa C. Fontes<sup>1</sup>; Miguel P. Borges<sup>2</sup>; Werner F. Tabosa<sup>1,2</sup>; Mary L.S. Nogueira<sup>2</sup>; Moab P. Gomes<sup>1,2</sup>; Iracema M. Silveira<sup>3</sup>; Helenice Vital<sup>1,2</sup>;

<sup>1</sup>Laboratório de Geologia e Geofísica Marinha e Monitoramento Ambiental - Departamento de Geologia - Universidade Federal do Rio Grande do Norte. <sup>2</sup>Programa de Pós Graduação em Geodinâmica e Geofísica – Universidade Federal do Rio Grande do Norte. <sup>3</sup>Laboratório de Análise Ambiental - Museu Camara Cascudo - Universidade Federal do Rio Grande do Norte.

A coleta sistemática de sedimentos de fundo é imprescindível para a caracterização da plataforma continental, uma vez que o conhecimento do fundo marinho é essencial para o planejamento do seu melhor manuseio e para uma melhor gestão do ambiente costeiro. Este trabalho revisa as cartas existentes para a plataforma continental brasileira adjacente a Bacia Potiguar (Vital *et al.*, 2005, 2008), e amplia os seus limites no sentido oeste, até a divisa com o CE, apresentando o mapeamento da cobertura sedimentar desta região, em uma área que abrange desde o município de São Bento do Norte ao município de Tibau (RN) (Figura 1).

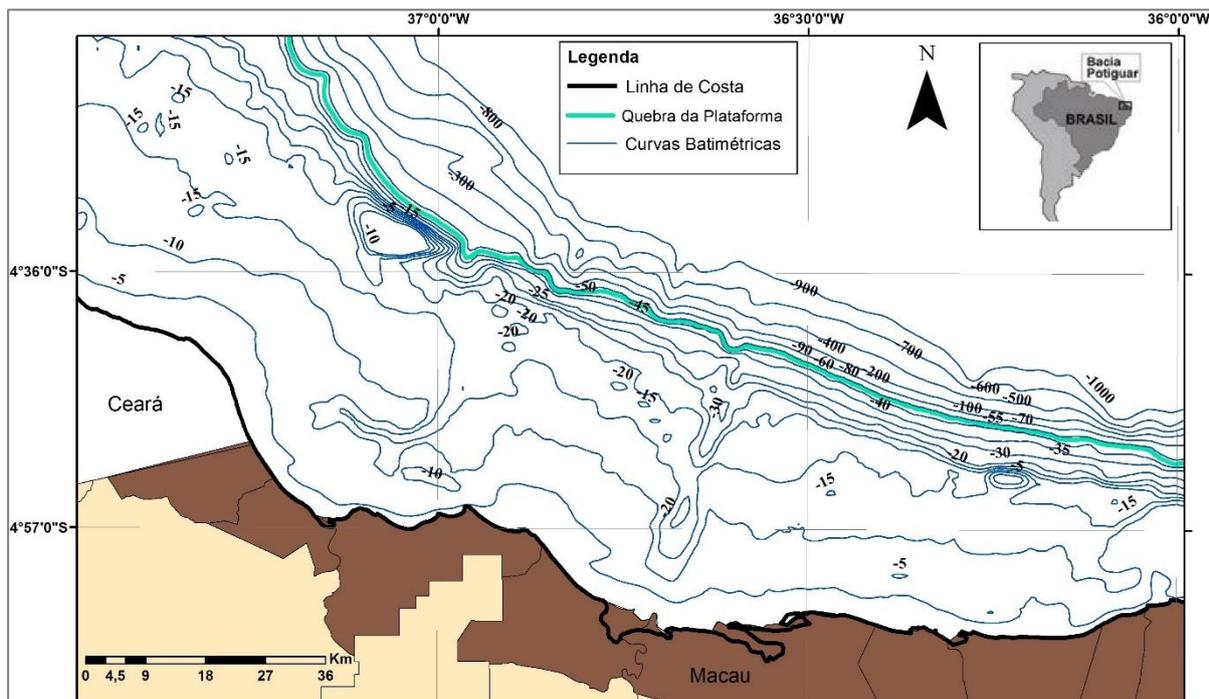


Figura 1. Mapa de localização da área de estudo.

Para isso, foram utilizadas amostras do fundo marinho do banco de amostras de sedimentos arquivadas no Laboratório de Geologia e Geofísica Marinha e Monitoramento Ambiental (GGEMMA) da UFRN. As amostras foram processadas em laboratório quanto a sua granulometria, composição, conteúdo de carbonato de cálcio e matéria orgânica. Após seu tratamento, foram realizadas análises estatísticas utilizando o programa SAG desenvolvido pela UFF (Dias & Ferraz, 2004). Por fim, houve a etapa de gabinete, que consistiu da análise, integração e interpretação dos dados. Os resultados obtidos indicam que quanto a granulometria ocorre o predomínio de areia média a grossa, seguido de areia fina e cascalho. A presença de lama é restrita a desembocadura dos principais rios (Açu e Mossoró) e no interior de seus vales incisos na plataforma continental. O conteúdo de carbonato de cálcio aumenta com a profundidade e em referência aos valores de matéria orgânica, observa-se que onde há maior conteúdo



de carbonato de cálcio, encontram-se os maiores valores de matéria orgânica. Os sedimentos carbonáticos, diretamente relacionados a ocorrência de material bioclástico, predominam na porção mais distal da plataforma, na região a oeste do canyon submarino do Rio Açu e em regiões próximas à recifes de corais, enquanto os sedimentos siliciclásticos, constituídos predominantemente por quartzo, concentram-se na porção mais proximal da costa.

#### Referências

- Dias, G.T.M. & Ferraz, C.B. 2004. SAG - Sistema de Análise Granulométrica. Manual do Usuário. Publicação interna. Departamento de Geologia - Lagamar/UFF. [www.igeo.uff.br](http://www.igeo.uff.br).
- Vital H.; Silveira, I.M. & Amaro, V. 2005. Carta Sedimentológica da Plataforma Continental Brasileira – Área Guamaré a Macau (NE Brasil), utilizando integração de dados geológicos e sensoriamento remoto. Revista Brasileira De Geofísica. 23(3): p.233-241.
- Vital, H.; Stattegger, K.; Amaro, V.; Schwarzer, K.; Frazão, E.; Tabosa, W. & Silveira, I. 2008. A Modern High-Energy Siliciclastic Carbonate Platform: Continental Shelf Adjacent to Northern Rio Grande do Norte State, Northeastern Brazil. In: Hampson, G.; Dalrymple, R. & Steel, R. (eds.). Recent Advances in Models of Siliciclastic Shallow-Marine Stratigraphy. SEPM SP 90, p. 175-188.



## ÍNDICE DE SENSIBILIDADE AO ÓLEO PARA AMBIENTES FLUVIAIS

João Luiz Nicolodi<sup>1</sup>, Marília Kabke Wally<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Laboratório de Oceanografia Geológica LOG - Instituto de Oceanografia IO – Universidade Federal de Rio Grande.

O ambiente fluvial possui o risco intrínseco de derrames de combustíveis fósseis e derivados. Estes vazamentos causam impactos sobre a vida aquática, atingindo também atividades socioeconômicas, como a pesca e o turismo. O grau de impacto é influenciado por fatores como o tipo, quantidade de óleo e ambiente afetado. Os rios desempenham importantes funções como vias navegáveis, geração de energia, fonte de agregados para a construção civil, além do abastecimento público, industrial e para agricultura. Estas funções podem ser comprometidas em caso de incidentes com óleo. As Cartas de Sensibilidade são instrumentos oficiais para orientação à resposta em casos de acidentes já que fornecem subsídios necessários à tomada de decisões de contingência (MMA, 2007). Contudo, a atual metodologia das Cartas SAO é desenvolvida para ambientes costeiros e marinhos. Os rios e regiões estuarinas possuem características geomorfológicas e hidrodinâmicas distintas desses e deste modo estes não são propriamente classificados. A sensibilidade é classificada por meio do Índice de Sensibilidade do Litoral, escala varia de 1 a 10, que leva em consideração as características geomorfológicas, como o grau de exposição à energia de ondas e marés, a declividade do litoral e o tipo do substrato. O grau de exposição de ondas e marés está relacionado ao tempo de permanência do óleo enquanto que a declividade do litoral atua na extensão da zona afetada e também no tempo de permanência do óleo. Os tipos de substrato afetam a sensibilidade em aspectos como mobilidade e permeabilidade do sedimento, permanência do óleo e a trafegabilidade. Índices de sensibilidade para ambientes fluviais já foram desenvolvidos para a região amazônica (Araújo *et al.*, 2066), não sendo aplicados ao restante do país. O objetivo geral deste trabalho foi desenvolver índices de sensibilidade ao óleo para ambientes fluviais, voltados para as regiões de clima subtropical. A metodologia consistiu na identificação da existência e aplicação de métodos para o ambiente fluvial, sistematização das características do ambiente em estudo, definição dos critérios de sensibilidade da classificação, culminando na proposição de um índice. Conforme o índice da NOAA (2002), a metodologia desenvolvida levou em conta os diferentes tipos de vegetação encontrados nas margens de rios, considerando os parâmetros como altura, composição e densidade das espécies. A escala hierárquica das classes do Índice de Sensibilidade do Litoral Fluvial (ISLF) foi desenvolvida: definindo os tipos de margens, descrevendo as características dos ambientes e o comportamento potencial do óleo. As principais variáveis consideradas foram declividade/substrato da margem e tipo de vegetação associada, já que estas interferem diretamente no comportamento do óleo. A sensibilidade do ambiente aumenta conforme cresce a produtividade biológica e diminui a declividade e a energia do fluxo da água. Os índices foram montados levando em consideração os processos físicos ativos e a geomorfologia dos rios como salienta Hayes *et al.* (1995). A diferenciação das características de derrames de óleo apresentado em Baca *et al.* (1985) para ambientes de água doce de alta ou baixa energia auxiliou na definição dos ambientes com maior sensibilidade. Estes autores também ressaltam que o tipo de vegetação associada muda a sensibilidade já que as plantas herbáceas e arbustivas são mais sensíveis ao óleo que a vegetação de porte lenhoso. A vegetação das margens fluviais no clima subtropical pode ser dividida em dois tipos de ambientes naturais: florestas e banhados. Estas influenciam em como o óleo vai penetrar nos sedimentos e também na dificuldade da contenção e remoção (Pezeshki *et al.*, 2000). O ISLF desenvolvido é apresentado na tabela 1, as regiões menos sensíveis foram classificadas em seis índices, reunindo ambientes com urbanização, escarpas e praias. A hierarquização destas classes foi determinada pelas margens apresentarem substratos impermeáveis ou com permeabilidade, declividade acentuada ou moderada. As margens vegetadas foram divididas conforme a importância ecológica, o porte e o desenvolvimento destas, gerando quatro classes: escarpas vegetadas, bancos vegetados, florestas aluviais e banhados. Para testar o índice proposto foi escolhida a região do delta do rio Jacuí (RS). Esta área possui tráfego diário de navios transportando derivados de petróleo para o Pólo Petroquímico de Triunfo e é uma região de sensibilidade ambiental elevada por



possuir diversas ilhas e canais na região deltaica. Foi realizado mapeamento da região utilizando o ISLF, culminando na elaboração de Cartas SAO para o delta do rio Jacuí. O índice aqui desenvolvido espera realizar uma classificação mais adequada para os ambientes fluviais em questão. Este trabalho também almeja contribuir para a gestão de contingência no país e motivar os diálogos sobre a sensibilidade ao óleo.

Tabela 5: Índice de Sensibilidade do Litoral Fluvial com declividade e substrato de cada tipo de litoral classificado.

Índice de Sensibilidade Litoral (ISLF)	Tipo de Litoral	Declividade	Substrato	
			Tipo	Penetração do óleo
1	Muros / Estruturas Verticais	Alta	Estrutura Artificial	Impermeável
2	Substrato de Declividade Média / Estruturas de Madeiras	Moderada	Estrutura Artificial	Impermeável
3	Escarpas	Moderada/Alta	Areia	Semipermeável
4	Praia Areia Média / Fina	Baixa	Areia	Semipermeável
5	Praia Mista / Areia Grossa	Moderada	Areia, Substrato Rochoso	Permeável
6	Entulhos e Resíduos	Moderada	Areia, Cascalho, Entulho	Permeável
7	Escarpas Vegetadas	Moderada	Areia, substrato rochoso	Penetração limitada
8	Bancos Vegetados	Baixa	Areia Lamosa	Penetração limitada
9	Florestas	Moderada	Detritos de origem aluvial	Permeável / baixa permeabilidade
10	Banhados / Macrófitos de Margem	Baixa	Lamoso	Baixa permeabilidade

#### Referências

- Araújo, S.I., Silva, G.H. & Muehe, D. 2006. Mapas de sensibilidade ambiental a derramamentos de óleo: Ambientes costeiros, estuarinos e fluviais. Rio de Janeiro: Cenpes/Petrobras; 168 pp,
- Baca, B.J., Getter, C.D. & Lindstedt-siva J. 1985. Freshwater oil spill considerations: protection and cleanup. Proceedings of the 1985 Oil Spill Conference, v. 1985, p.385-390.
- Hayes, M. O., Michel, J. & Dahlin, J. A. 1995. Identifying and mapping sensitive resources for inland area planing. International Oil Spill Conference, p. 365-371.
- Ministério do Meio Ambiente - MMA. 2007. Especificações e Normas Técnicas para Elaboração de Cartas de Sensibilidade Ambiental para Derramamentos de Óleo. Ministério do Meio Ambiente, Secretaria de Mudanças Climáticas e Qualidade Ambiental, Gerência de Qualidade Costeira do Ar. 107p.
- National Oceanic and Atmospheric Administration - NOAA. 2002. Environmental sensitivity index guidelines, Version 3.0. NOAA Technical Memorandum. Seattle: Hazardous Materials Response and Assessment Division, 89 p.
- Pezeshki, S.R., Hester, M.W., Lin, Q. & Nyman, J.A. 2000. The effects of oil spill and clean-up on dominant US Gulf coast marsh macrophytes: a review. Environmental Pollution, v. 108, p. 129-139.



## SEDIMENTAÇÃO EM CANAIS EMBREJADOS NA BACIA DO CÓRREGO SANTA RITA, MUNICÍPIO DE VOLTA REDONDA (RJ)

Anderson de Souza Ribeiro<sup>1</sup>, Maria Naíse de Oliveira Peixoto<sup>2</sup>, Thiago Gonçalves Carelli<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Geografia - Universidade Federal do Rio de Janeiro; <sup>2</sup> Professora Adjunta - Departamento de Geografia - Instituto de Geociências (IGEO) - Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), NEQUAT - Núcleo de Estudos do Quaternário & Tecnógeno - IGEO/UFRJ; <sup>3</sup> Lagesed - Laboratório de Geologia Sedimentar - Departamento de Geologia - Instituto de Geociências - Universidade Federal do Rio de Janeiro,

O presente trabalho está inserido no contexto dos estudos sobre a evolução holocênica dos sistemas de drenagem na região do Médio Vale do Rio Paraíba do Sul, desenvolvidos no NEQUAT-IGEO/UFRJ. Nesta região a Aloformação Manso (Mello, 1992) documenta um evento de intensa instabilidade ambiental, associado ao desenvolvimento de feições erosivas aceleradas (paleovoçorocas) que se estenderam do ambiente fluvial até as encostas, produzindo grande quantidade de sedimentos que resultaram no entulhamento dos fundos de vale e paleocanais erosivos (Moura, 1990). A Aloformação Manso abarca três fácies sedimentares – Fazendinha, Quebra Canto e Campinho – associadas, respectivamente, às porções próxima, mediana e distal dos sistemas de leques aluviais e canais fluviais de baixa sinuosidade formados, correspondendo, segundo Mello (1992), a depósitos associados a processos de fluxos gravitacionais e fluxos não-canalizados de alta energia que passam vertical e lateralmente a depósitos finos de inundação, associados ainda a depósitos arenosos relacionados a canais fluviais de baixa sinuosidade. A superfície deposicional gerada pelo evento Manso corresponde ao nível de terraço superior (T1) e às feições de rampas de alúvio-colúvio, estas últimas configurando as reentrâncias das cabeceiras de drenagem com Hollow Côncavo-Plano (HCP), conforme Moura *et al.* (1991). Eventos erosivos posteriores à Aloformação Manso foram responsáveis pela incisão dos canais e formação de terraços fluviais ao longo dos eixos de drenagem mais hierarquizados (canais coletores), e pela instalação de canais erosivos remontantes nas bacias de menor nível hierárquico e nas cabeceiras de drenagem em anfiteatro, resultando na remoção parcial ou total dos depósitos da Aloformação Manso. Estes eventos resultaram em diferentes padrões de estocagem e evasão de sedimentos verificados nos sistemas de drenagem, produzindo feições deposicionais e erosivas características dos fundos de vale e reentrâncias de cabeceiras de drenagem que compõem a paisagem regional. As feições de rampas de alúvio-colúvio e terraço elevado vêm sendo ainda hoje retrabalhadas por processos de incisão fluvial e voçorocamento, resultando, nas cabeceiras de drenagem, na formação de canais com presença expressiva de macrófitas emersas – canais do tipo embrejado, segundo Mello (2005) e Peixoto *et al.* (2010) – documentados em grande parte das bacias hidrográficas tributárias do Rio Paraíba do Sul. Considerando este quadro evolutivo e buscando contribuir para a compreensão da evolução recente da dos canais do tipo embrejado, o presente estudo tem como objetivo caracterizar os depósitos sedimentares em canais embrejados de sub-bacias de 1ª ou 2ª ordem com predomínio de *Typha* (taboa), na bacia hidrográfica do Córrego Santa Rita, afluente da margem Norte do Rio Paraíba do Sul no município de Volta Redonda (RJ). Esta bacia hidrográfica apresenta alto índice de esvaziamento dos fundos de vale e cabeceiras de drenagem, registrando a preservação localizada de feições deposicionais relacionadas ao evento Manso, conforme identificado em estudos anteriores por Mello (2005), Pinto (2009) e Del Pozo (2011). Para este estudo foram analisados trechos da zona de cabeceira de dois canais fluviais de 2ª ordem do tipo embrejado (córrego Santa Luzia e córrego do Peixe), selecionando-se três seções ao longo dos canais para detalhamento das características da vegetação e levantamento e caracterização dos depósitos documentados. Para caracterização da vegetação foram realizadas coletas na parte superficial do solo em parcelas de 30 cm<sup>2</sup> para análise da biomassa seca, e em parcelas de 15 cm<sup>2</sup> na parte subsuperficial, para cálculo do volume da raiz (mm<sup>3</sup>), área superficial da raiz (mm<sup>2</sup>) e número total de raízes. Para a identificação dos depósitos foi efetuada a coleta do material estocado no eixo do canal utilizando tubos de PVC com 150 cm de comprimento e 4 cm de diâmetro, em três seções distintas ao longo da extensão dos canais, para confecção do perfil sedimentológico. Os testemunhos foram analisados no Lagesed (Laboratório de Geologia Sedimentar – IGEO/UFRJ), individualizando-



se litofácies com base na granulometria, composição mineralógica, cor, seleção, arredondamento e angulosidade dos grãos. A análise da vegetação mostrou que os canais estudados apresentaram características semelhantes: enquanto os valores de biomassa seca aumentam de montante para jusante, os valores de volume da raiz, área superficial da raiz e número total de raízes diminuem de montante para jusante. A análise dos 6 testemunhos coletados, que variaram de 70 a 120 cm de profundidade, permitiu identificar a ocorrência de depósitos de turfa com aproximadamente 70 a 90 cm de espessura, na localidade do córrego Santa Luzia, constituídos de folhas e raízes em diferentes estágios de decomposição e significativa porcentagem de argila, dispostos sobre camadas de argila arenosa e areia argilosa, variando de 20 a 40 cm de espessura. Na localidade córrego do Peixe esta camada de turfa apresenta decréscimo de espessura para jusante (passando de 56 cm a 14 cm e depois a 5 cm), estando disposta sobre uma camada de areia grossa, a qual está sobreposta a sedimentos argilo-arenosos e argilosos da base. Este registro sedimentar aponta para o predomínio de uma sedimentação orgânica associada ao desenvolvimento dos brejos recobrendo depósitos relacionados possivelmente à Aloformação Manso, que preencheram as cabeceiras de drenagem entulhadas. Isto indica que a intensa remoção dos depósitos alúvio-colúviais da Aloformação Manso foi sucedida pela instalação da vegetação de macrófitas, a qual propicia um ambiente favorável ao acúmulo de matéria orgânica (senescência foliar) e condições de desenvolvimento de ambientes lânticos propícios à deposição de sedimentos argilosos. Estes aspectos demonstram os efeitos do processo regional de esvaziamento dos sistemas de drenagem na morfologia e nos materiais deposicionais dos fundos de vale e reentrâncias de cabeceiras atingidas pelos eventos erosivos pós-Manso, tanto em bacias de drenagem de baixo nível hierárquico (caso do córrego Santa Luzia) como em cabeceiras de drenagem em anfiteatro (córrego do Peixe).

#### Referências

- Del Pozo, I.F.S. 2011. Modelagem de conectividade da paisagem com base na análise espacial de variáveis geomorfológicas e cobertura da terra em bacias hidrográficas – Municípios de Volta Redonda e Pinheiral (RJ). Rio de Janeiro – UFRJ. Dissertação de Mestrado em Geologia -UFRJ/PPGg. 133p.
- Mello CL. 1992. Fácies sedimentares, arquitetura deposicional e relações morfoestratigráficas em um sistema de leques aluviais holocênicos: Aloformação Manso-médio vale do rio Paraíba do Sul (SP/RJ). Rio de Janeiro. 188 p. (Tese de Mestrado, Depto. de Geologia - IGEO/UFRJ).
- Mello, E.V. 2005. Alterações Tecnogênicas em Sistemas Fluviais no Município de Volta Redonda, Médio Vale do Rio Paraíba do Sul Fluminense. Dissertação (Mestrado em Geografia), Programa de Pós-Graduação em Geografia, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro, UFRJ, Rio de Janeiro, 161 p.
- Moura, J.R.S. 1990. Transformações Ambientais Durante o Quaternário Tardio no Médio Vale do Rio Paraíba do Sul (SP-RJ). Tese – Doutorado em Geologia, Programa de Pós-Graduação em Geologia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. 267p.
- Moura, J.R.S.; Peixoto, M.N.O. & Silva, T. M. 1991. Geometria do relevo e estratigrafia do quaternário como base à tipologia de cabeceiras de drenagem em anfiteatro – médio vale do rio Paraíba do Sul. Revista Brasileira de Geociências, 21 (3): 255-265.
- Peixoto, M. N. O.; Cesário, F. V.; Pimentel, M. L.; Mello, E. V. & Oliveira, D. F. P. 2010. Identificação de Estilos de Rios em Bacias de Drenagem Inseridas em Compartimentos de Colinas – Médio Vale do Rio Paraíba do Sul (RJ). Revista de Geografia, 27(3): 347-362 (Edição especial do VII SINAGEO).
- Pinto, S.T. 2009. Feições Erosivas canalizadas e conectividade encosta-canal na análise da sensibilidade da Paisagem em compartimentos colinosos Médio Vale do rio Paraíba do Sul. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Universidade Federal do Rio de Janeiro. 158 p.



## PALEOPRODUTIVIDADE NO SUL DA MARGEM CONTINENTAL BRASILEIRA DURANTE O QUATERNÁRIO TARDIO A PARTIR DE COCOLITOFORÍDEOS

Juliana de Freitas Gonçalves<sup>1</sup>, Adriana Leonhardt<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Laboratório de Paleoceanografia e Palinologia- Instituto Oceanográfico - Universidade Federal do Rio Grande

A paleoceanografia contribui para o entendimento das causas e consequências das mudanças no sistema climático como um todo. Um dos pontos chave neste entendimento é a paleoprodutividade, pois fornece indícios sobre as variações oceanográficas e atmosféricas passadas, bem como da influência terrígena. O presente estudo foi realizado através da análise de 12 amostras da porção superficial de um testemunho do talude da Bacia de Pelotas, localizado nas coordenadas 47°W - 29°S. As amostras foram caracterizadas segundo sua assembléia de coccolitoforídeos. No mínimo cinco campos amostrais e 300 cocólitos foram quantificados em cada lâmina afim de estimar a paleoprodutividade. Foram realizadas análises isotópicas de oxigênio através de 5 carapaças do foraminífero *Globigerinoides ruber* e uma análise bioestratigráfica preliminar através da ocorrência de *Globorotalia menardii* para ajudar na definição cronológica do testemunho (Figura 1). As amostras estudadas neste testemunho parecem conter os Estágios Marinheiros Isotópicos (EIM) 1 e 2. A associação entre as espécies *Florisphaera profunda*, *Emiliania huxleyi* e *Gephyrocapsa ssp.*, os três táxons de maior representatividade em todas as amostras, são indicadores de flutuações na nutriclina. *Emiliania huxleyi* é uma espécie cosmopolita e oportunista que habita a zona fótica superior (Tyrell & Merico, 2004); tolerando amplas variações de temperatura e de salinidade (Boeckel & Baumann, 2004). *Gephyrocapsa* é um gênero oportunista registrado com baixa frequência em mares pobres em nutrientes (Brand, 1994); que cresce em áreas tropicais a subtropicais com preferência por águas quentes e mares marginais, tendo sido observado em águas com temperaturas que oscilam entre 19° e 31°C. Esses dois gêneros citados respondem positivamente a elevadas condições de nutrientes, devido ao seu caráter oportunista (Boeckel & Baumann, 2004). A espécie *Florisphaera profunda* habita exclusivamente a zona fótica inferior e está relacionada a uma nutriclina profunda. Sua abundância no registro fóssil está relacionada a intervalos de baixa produtividade e elevada transparência da água (Beaufort *et al.*, 2001). No presente estudo a espécie *Florisphaera profunda* apresentou altas porcentagens em todos os intervalos estudados (Figura 2), indicando uma nutriclina profunda e baixa. Uma mudança na sazonalidade da insolação resultando em uma migração latitudinal em direção ao sul da Zona de Convergência Intertropical durante o curso do Holoceno, juntamente com uma condição de aumento na intensidade do El-Niño no Holoceno tardio (Leonhardt *et al.*, 2013), são evidências que justificariam a baixa produtividade apresentada. De maneira geral, *E. huxleyi* e *Gephyrocapsa ssp.* apresentam curvas opostas a de *F. profunda*. Apenas em uma amostra (34 cm), os indicadores apontam para um aumento de produtividade (Figura 2). É provável que esta amostra corresponda à fase de deglaciação, a deglaciação já foi apontada como o período de maior produtividade em outro trabalho realizado na Margem Continental Brasileira que analisou um testemunho localizado nas coordenadas 20°S-38°W (Leonhardt *et al.*, 2013). Isto se deve a fatores relacionados ao Último Máximo Glacial, quando a retração da linha de costa atingiu o seu máximo, expondo uma grande parte da plataforma continental possibilitando sua erosão. A continuidade deste trabalho se dará pela análise de mais seis amostras, a interpretação das demais espécies de coccolitoforídeos e datações radiométricas absolutas que permitirão a construção de um modelo de idade para o intervalo estudado. [CNPq 460054/2014-7; IODP-CAPE88887.091727/2014-01].

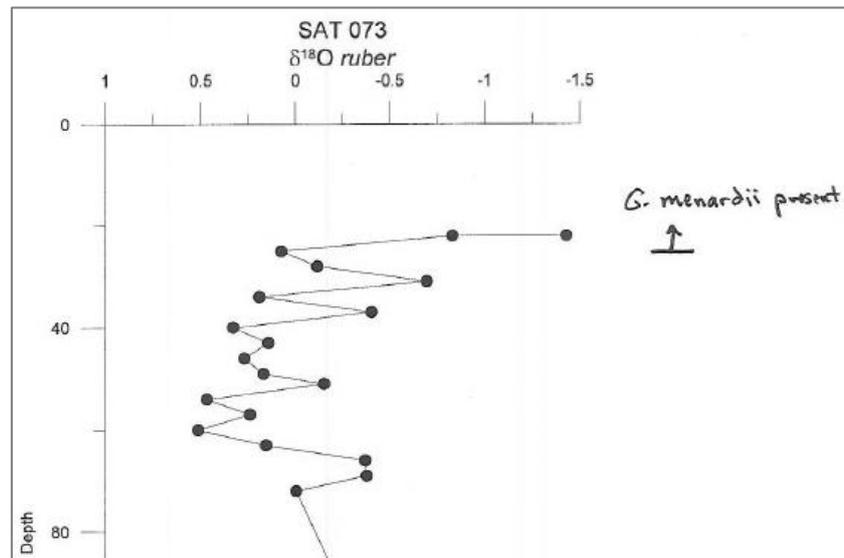


Figura-1 Curva isotópica de oxigênio e registro bioestratigráfico no testemunho SAT-073, sul da Margem Continental Brasileira

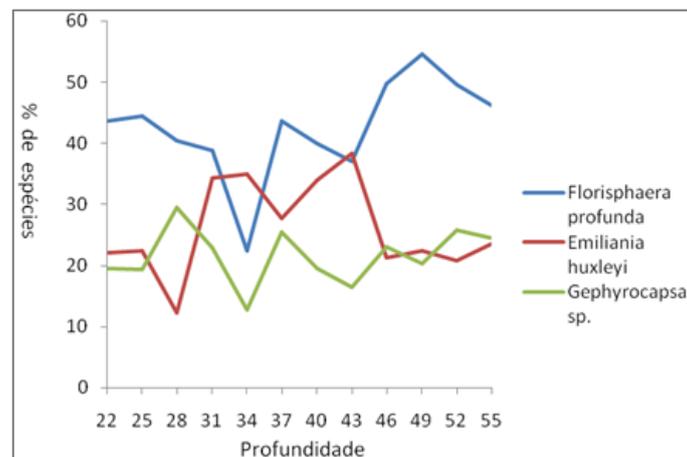


Figura-2 Abundância relativa de espécies no testemunho SAT-073, sul da Margem Continental Brasileira.

### Referências

- Beaufort, L.; De Garidel-Thoron, T.; Mix, A.C. & Pisias, N.G. 2001. ENSO-like forcing on oceanic primary production during the Late Pleistocene. *Science*, 293: 2440 – 2444.
- Boeckel, B. & Baumann, K-H. 2004. Distribution of coccoliths in surface sediments of the south-eastern South Atlantic Ocean: ecology, preservation and carbonate contribution. *Marine Micropaleontology* 51: 301– 320.
- Brand, L.E. 1994. Physiological ecology of marine coccolithophores. In: WINTER, A. & SIESSER, W.G. (eds.). *Coccolithophores*. Cambridge University Press, p. 39 – 49.
- Leonhardt, A.; Toledo, F.A.L. & Coimbra, J.C. 2013. The productivity history in the southwestern atlantic as inferred from coccolithophore record for the last 130 kyr. *Rev. bras. Paleontol*, 16(3): 361-374.
- Tyrell, T. & Merico, A. 2004. *Emiliana huxleyi*: Bloom observations and the conditions that induce them. In: Thierstein, H.R. & Young, J. (Eds.). *Coccolithophores: from molecular processes to global impact*. Springer – Verlag, p. 75-97.



## CONTRIBUIÇÕES PARA A RECONSTRUÇÃO PALEOAMBIENTAL HOLOCÊNICA DA PLANÍCIE COSTEIRA DAS PRAIAS DE SUL E DE LESTE (ILHA GRANDE/RJ)

Rafael Cuellar de Oliveira e Silva<sup>1</sup>, Gilberto Tavares de Macedo Dias<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Programa de Pós-Graduação em Dinâmica dos Oceanos e da Terra – LAGEMAR – Instituto de Geociências – Universidade Federal Fluminense. <sup>2</sup>LAGEMAR – Instituto de Geociências – Universidade Federal Fluminense.

Este trabalho teve como objetivo subsidiar a reconstrução da história evolutiva holocênica da planície costeira das Praias de Sul e de Leste, correlacionando a ocupação humana pré-histórica com as variações relativas do nível do mar e com a evolução geomorfológica desta planície costeira, através da aquisição e interpretação de dados cronoestratigráficos e da interpretação de imagens de satélite. A área de estudo localiza-se na Reserva Biológica da Praia de Sul, na face sudoeste da Ilha Grande, entre as coordenadas geográficas 23°09'S/44°16'W e 23°11'S/44°19'W, onde encontram-se raros ambientes lagunares bem preservados na costa do Rio de Janeiro e sítios arqueológicos que datam de cerca de 3.000 anos cal BP (Tenório *et al.*, 2008). Uma descrição da geomorfologia desta área de estudo foi elaborada por Amador (1987/88), considerando a formação dos distintos depósitos sedimentares a partir de aproximadamente 7.000 anos BP, conforme as curvas de variação do nível relativo do mar apresentadas por Suguio *et al.* (1985). A metodologia contou com: sondagens à percussão, identificação taxonômica de organismos coletados nos testemunhos, datação ao C<sup>14</sup> por AMS, análise do teor de CHN, análise granulométrica, análise de microcarvões, perfil geodésico e análise de imagens orbitais e aéreas. Múltiplos indicadores foram interpretados a partir de dois testemunhos estratigráficos coletados na Lagoa de Sul. Foi observado que a taxa de sedimentação é duas vezes mais lenta próximo à margem norte do que no centro da lagoa. A base do testemunho LS01 foi datada em 2.308 anos cal BP, a 116 cm. O testemunho LS02 teve sua base datada em 5.147 anos cal BP, a 136 cm. Os sedimentos são formados por lama orgânica com algumas camadas ricas em conchas calcárias e lentes arenosas centimétricas de quartzo, que revelam episódios de enxurradas típicas da região, com altos índices pluviométricos. A razão C:N no sedimento indica origem mista a terrestre da matéria orgânica ao longo do intervalo estudado. Há uma distinção na sedimentação antes e após 2.856 anos cal BP, com mais lentes arenosas no intervalo mais recente, sugerindo a ocorrência de chuvas intensas mais frequentes. A mudança litológica mais marcante encontra-se na base do testemunho LS02, onde há uma camada areno-lamosa com concentração de conchas de *Anomalocardia flexuosa*. Este nível é relacionado ao máximo transgressivo holocênico e corresponde ao topo do refletor detectado por perfilagem sísmica. A sedimentação e a razão C:N sugerem uma estabilidade ambiental, com clima úmido ao longo dos últimos 5.000 anos BP, compatível com estudos realizados por Ybert *et al.* (2003) em área similar. Entre 1.284 e 640 anos cal BP ocorreu o intervalo mais úmido identificado, onde foram observados: (i) deposição concentrada de conchas; (ii) maior aporte de terrígenos; (iii) maior deposição de partículas carbonizadas (microcarvões). A análise do conteúdo de microcarvões (entre 0,122 e 4,981 mm<sup>2</sup>/cm<sup>3</sup>) mostrou picos de maior concentração correspondentes às fases de aumento de pluviosidade, indicando nessas fases maior lavagem e transporte das cinzas até a lagoa. O tamanho das partículas revela proximidade da área fonte (de acordo com indicações de Clark & Patterson, 1997). O clima úmido e a baixa quantidade de partículas permitem afirmar que os microcarvões não provêm de paleoqueimadas naturais, mas de fogueiras mantidas acesas por longos períodos por grupos caçadores-coletores que ocuparam a região, deixando registros arqueológicos nas proximidades. Dados altimétricos, análises de imagens de satélite e fotografias estereoscópicas proporcionaram a identificação de duas barreiras arenosas (Figura 1). Considerando a variação holocênica do nível relativo do mar proposta por Angulo *et al.* (2006), conclui-se que a barreira interna possui idade pleistocênica e deu origem às lagoas de Sul e de Leste. A barreira externa formou-se durante a transgressão holocênica e inclui as praias atuais. A barreira holocênica na praia de Leste conformou-se como uma duna frontal, resultante de maior influência eólica e menor erosão por ondas, devido à proteção pelo Ilhote de Leste. Ondas de tempestades vindas do sul promoveram erosão dos cordões na planície da praia de Sul. Antigas desembocaduras fluvio-lagunares (holocênicas)

apresentam-se nos extremos ocidental e oriental, respectivamente, das praias de Sul e de Leste. A antiga desembocadura na Praia de Leste relaciona-se ao estabelecimento de um sítio arqueológico na barreira holocênica. Este sítio deve ter idade superior ao sítio do Ilhote, o qual foi ocupado apenas a partir de 3.000 anos BP porque o nível do mar em recuo passou a permitir acesso.

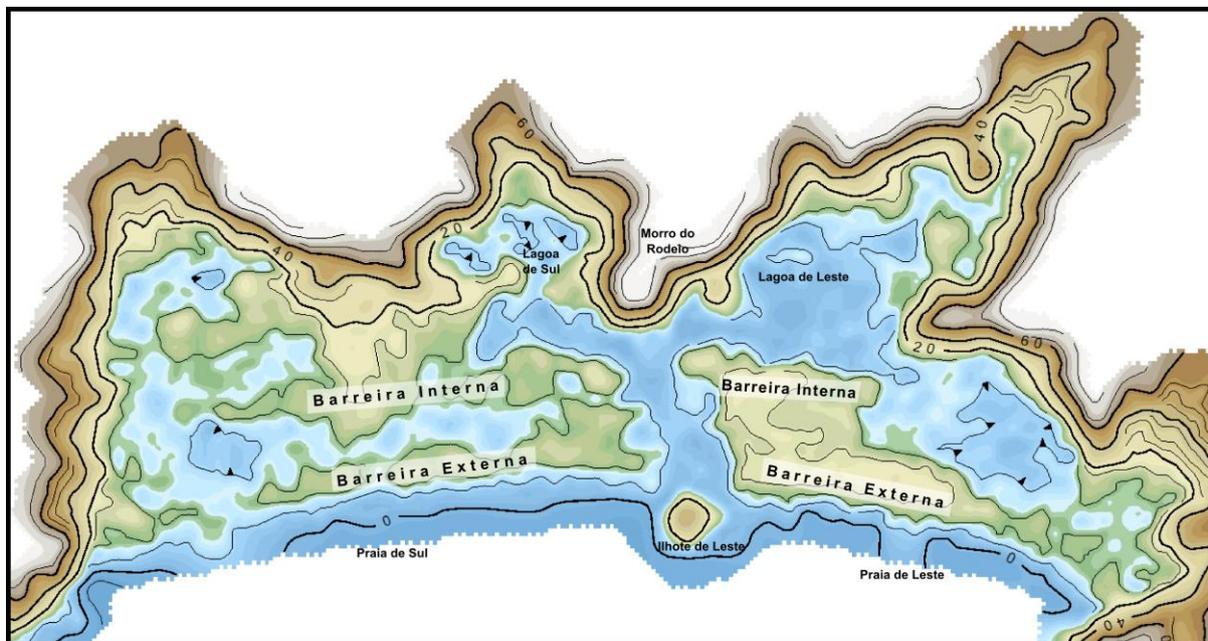


Figura 1. Relevo da planície costeira das praias de Sul e de Leste a partir de dados SRTM 30 m, com identificação das principais feições geomorfológicas.

#### Referências:

- Angulo R. J.; Lessa, G. C. & Souza, M. C. 2006. "A critical review of mid to late Holocene sea-level fluctuations on the eastern Brazilian coastline". *Quaternary Science Review*, 25: 486–506.
- Amador, E. S. (1987/88). *Geologia e Geomorfologia da planície costeira da praia do Sul – Ilha Grande – uma contribuição à elaboração do Plano Diretor da Reserva Biológica*. Anuário do Instituto de Geociências, UFRJ, 11: 35-58.
- Clark, J. S. & Patterson, W. A. I. 1997. "Background and local charcoal in sediments: Scales of fire evidence in the paleorecord." *Sediment Records of Biomass Burning and Global Change*. NATO ASI Series. Series 1: Global Environmental Change vol. 51. J. S. Clark, H. Cachier, J. G. Goldammer and B. Stocks. Berlin, Springer: 23-48.
- Suguio, K., Martin, L.; Bittencourt, A.C.S.P.; Dominguez, J.M.L. & Flexor, J. M. 1985. "Flutuações do nível relativo do mar durante o Quaternário Superior ao longo do litoral Brasileiro e suas implicações na sedimentação costeira." *Revista Brasileira de Geociências*, 15: 273-286.
- Tenório, M. C.; Pinto, D. C & Afonso, M. C. 2008. "Dinâmica de ocupação, contatos e trocas do Rio de Janeiro no período de 4.000 a 2.000 anos antes do presente". *Arquivos do Museu Nacional*, Rio de Janeiro, v.66, n.2, p.311-321.
- Ybert, J. P.; Bissa, W. M.; Catharino, E. L. & Kutner, M. 2003. Environmental and sea-level variations on the southeastern Brazilian coast during the Late Holocene with comments on prehistoric human occupation. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*. 189, 11-24.



## **ESTUDO DE DEPÓSITOS SUPRA-BARREIRAS NA PRAIA DE PITANGUI – RN COM BASE EM REFLEXÃO DE ONDAS DE RADAR**

Felipe Cláudio Gama Borges<sup>1</sup>; Myrli Andrade Moreira<sup>2,3</sup>; Francisco Pinheiro Lima Filho<sup>1,3</sup>; Moab Praxedes Gomes<sup>1,3</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Geologia, UFRN, <sup>2</sup>Departamento de Geofísica, UFRN, <sup>3</sup>Programa de Pós Graduação em Geodinâmica e Geofísica – PPGG, UFRN.

Os sedimentos Cenozóicos são representados no litoral do Rio Grande do Norte por duas unidades: Formação Barreiras e Supra-Barreiras. Sendo o Supra-Barreiras composto por sedimentos Quaternários sub-recentes e sedimentos Quaternários recentes (Lucena, 1999). Em sua base, os depósitos cenozoicos apresentam-se sotopostos a uma sequência carbonática de idade Cretácio. As unidades que compõem o Supra-Barreiras foram pouco estudadas, principalmente quanto à caracterização faciológica e a compreensão dos sistemas deposicionais envolvidos, além de ainda serem imprecisas suas relações estratigráficas. Apesar de ocorrerem de forma relativamente pouco expressiva em escala regional, podem representar uma importante ferramenta na compreensão da evolução quaternária da costa do Rio Grande do Norte. Os trabalhos existentes sobre a geologia dessas rochas sedimentares na região costeira do estado do Rio Grande do Norte destacam a necessidade de estudos mais aprofundados sobre os depósitos quaternários, onde a maioria das publicações abordam principalmente a dinâmica costeira, beachrocks e dunas. Tais depósitos dependem normalmente de exposições na forma de falésias ou cortes de estradas para a descrição de suas geometrias e elementos arquiteturais. Este trabalho tem como principal objetivo, a caracterização arquitetural da unidade Supra-Barreiras com o uso de métodos geofísicos e litoestratigráficos. Para atingir esse objetivo, foram imageadas as superfícies internas das unidades com o uso do Radar de Penetração no Solo (GPR), a fim de identificar suas superfícies limitantes, geometrias e elementos arquiteturais. Para uma identificação mais precisa das fácies sedimentares em sub-superfície, as radarfácies obtidas a partir da perfilagem geofísica foram correlacionadas com testemunhos de sondagem e perfilagem gama-espectrométrica. A área de estudo está localizada no campo de dunas de Pitangui, que fica situado no litoral oriental do Rio Grande do Norte na divisa dos municípios de Ceará-Mirim e Extremoz (Figura 1). O GPR (Ground Penetrating Radar ou Goradar) é um método não invasivo utilizado para identificar estruturas em subsuperfícies rasas por meio da propagação e reflexão de ondas eletromagnéticas. Pode ser aplicado em profundidades de até 70m, caso o material a ser estudado apresente condições de alta resistividade. Os perfis de reflexão foram adquiridos no modo contínuo por distância, com o uso do odômetro. Foram adquiridas linhas que seguiam uma malha com duas linhas paralelas à direção do campo de dunas e três perpendiculares ao campo de dunas. As linhas foram obtidas com um espaçamento de aproximadamente 50m e distantes 800m da linha de costa atual, em cima de uma superfície de deflação. A malha foi realizada com antena de 200MHz. Adicionalmente, foi realizado um levantamento plani-altimétrico, utilizando o equipamento composto por um par de receptores dupla frequência da TOPCOM, modelo Hiper Lite +, com o objetivo de obter dados topográficos para o georreferenciamento das linhas de GPR, assim como para a atribuição de cotas. No ponto de intersecção das linhas L1 e L3 foi perfurado um poço com 18,4m de profundidade e recuperação de 15m, a partir do qual foram obtidas amostras para a descrição litológica e confecção da sessão colunar. Foram utilizados os métodos percussivo e rotativo na perfuração, com manobras de 60cm. Os dados foram inseridos no software OpendTect, onde foram interpolados em ambiente tridimensional (Figura 2), permitindo a visualização e análise da relação espacial entre suas geometrias internas. Tendo em vista a escassez de trabalhos que abordem os sedimentos quaternários, principalmente com relação a sua caracterização faciológicas e sistemas deposicionais envolvidos, esse estudo versa contribuir com um conjunto de informações que complementem o conhecimento a respeito das relações estratigráficas dos depósitos quaternários no litoral potiguar.

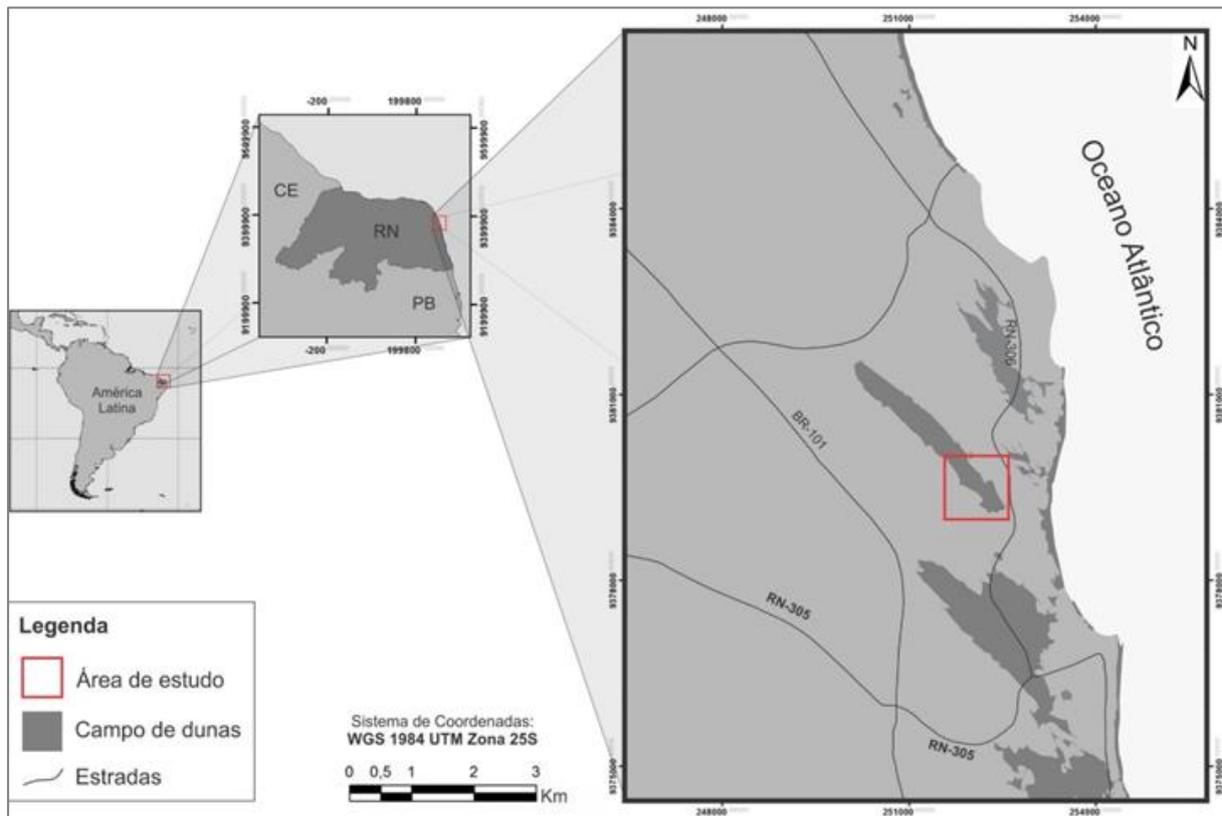


Figura1. Mapa de localização da área de estudo.

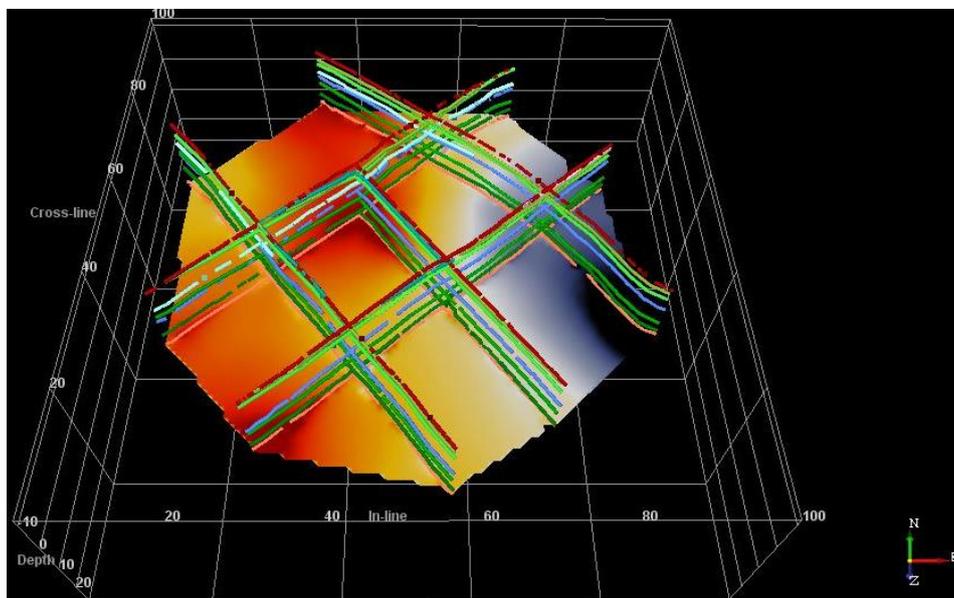


Figura 2. Interpolação das superfícies de 6ª ordem em ambiente tridimensional, mostrando o contato da Formação Barreiras com o Supra-Barreiras.

### Referências

Lucena, L.R.F. 1995. Unidade Barra de Tabatinga: Caracterização e ocorrência no pacote sedimentar sub-recente na região sul de Natal-RN. In: Simpósio sobre processos sedimentares e problemas ambientais na zona costeira - Nordeste do Brasil, 1, Recife, *Anais*, 136-138.



## GEOTECNOLOGIAS NO ESTUDO DA MIGRAÇÃO DE DUNAS: O CASO DO CAMPO EÓLICO TRANSGRESSIVO DA MARGEM LESTE DA LAGOA DO PEIXE, LITORAL MÉDIO DO RIO GRANDE DO SUL, BRASIL

Ana Rita Oliveira Hahn<sup>1</sup>, Iran Carlos Stalliviere Corrêa<sup>2</sup>, Luana Carla Portz<sup>3</sup>, Rogério Portantiollo Manzolli<sup>4</sup>, Javier Alcantara Carrió<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Programa de Pós-Graduação em Geociências - Laboratório de Gerenciamento Costeiro - Instituto de Geociências - Universidade Federal do Rio Grande do Sul. <sup>2</sup>Centro de Estudos de Geologia Costeira e Oceânica - Instituto de Geociências - Universidade Federal do Rio Grande do Sul. <sup>3</sup>Pesquisadora Convidada - Centro de Estudos de Geologia Costeira e Oceânica - Instituto de Geociências - Universidade Federal do Rio Grande do Sul. <sup>4</sup>Programa de Pós-Graduação em Geociências - Instituto de Geociências - Universidade Federal do Rio Grande do Sul. <sup>5</sup>Instituto Oceanográfico - Universidade de São Paulo

A morfodinâmica dos ambientes sedimentares eólicos é controlada por inúmeros fatores, tanto naturais, quanto antrópicos. Entre os processos naturais que atuam no controle morfodinâmico dessas áreas, estão aqueles controlados pelos fatores do clima, como temperatura, umidade e pressão, e entre os antrópicos estão as formas de uso do solo. Para haver uma melhor compreensão dessa morfodinâmica, o uso de geotecnologias é muito relevante. O objetivo do presente trabalho é verificar a taxa de migração de duas dunas transgressivas, entre os anos 2010 e 2015, do depósito eólico situado na margem leste da lagoa do Peixe, principal corpo lagunar do Parque Nacional da Lagoa do Peixe (PNLP). O PNL P está localizado no setor médio da Planície Costeira do Rio Grande do Sul (PCRGS), numa região ambientalmente frágil situada entre a laguna dos Patos e o oceano Atlântico. A unidade de conservação em questão foi criada através do decreto nº 93.546/86, o qual reconheceu que essa região configura como rota de migração de aves que encontram em sua região condições propícias para sua alimentação e repouso. A criação do PNL P visou, também, à preservação e à conservação dos ecossistemas litorâneos correspondentes às matas de restinga, banhados e campos de dunas frontais e transgressivos, sendo esses últimos definidos por Gardner (1955) como sendo feições eólicas que migram para o interior do continente movidas pela ação do vento predominante. A metodologia consistiu no levantamento topográfico de duas dunas barcanas através do uso de DGPS (*Differential Global Positioning System*), por meio do método *Stop and Go*. Esse levantamento topográfico foi realizado em anos distintos (2010 e 2015), de maneira que fosse possível efetuar a análise temporal da dinâmica de migração das dunas. O processamento dos dados e o cálculo de deslocamento das dunas foram feitos no software Arcgis, sendo gerados Modelos Digitais de Elevação através do método de interpolação *Kriging*. Para a realização do cálculo de deslocamento das dunas, foram delimitadas linhas onde ocorria inversão de declividade das feições, sendo determinado o deslocamento médio das cristas. Para um melhor reconhecimento espacial da área de estudo, também foram usadas imagens de 2010 do sensor HRG (*High Resolution Geometric*), do satélite SPOT-5. Para a determinação do padrão de migração das dunas, foram utilizados dados de direção e de velocidade do vento, oriundos do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) e que correspondem aos anos escolhidos para o estudo. Verificou-se, primeiramente, que a crista 1 migrou 97,5 m entre 2010 e 2015, enquanto que a crista 2 migrou 69 m entre esse mesmo período, sendo ambas as cristas representadas por linhas na figura 1. O sentido de migração da crista 1 foi para Oeste, enquanto que o sentido de migração da crista 2 foi para Sudoeste. No que concerne à direção predominante do vento que atuou no ambiente durante o período analisado, os gráficos de vento gerados mostraram que foi predominantemente de Nordeste, podendo essa atuação ser vista no sentido de migração apresentado na crista 2. Conclui-se, portanto, a eficácia do uso de geotecnologias no estudo da dinâmica de ambientes sedimentares eólicos, visto que as ferramentas utilizadas no presente trabalho possibilitaram a representação digital do comportamento das feições eólicas da área de estudo ao longo de cinco anos. Logo, a importância dessas tecnologias deve ser evidenciada e divulgada no âmbito das geociências.

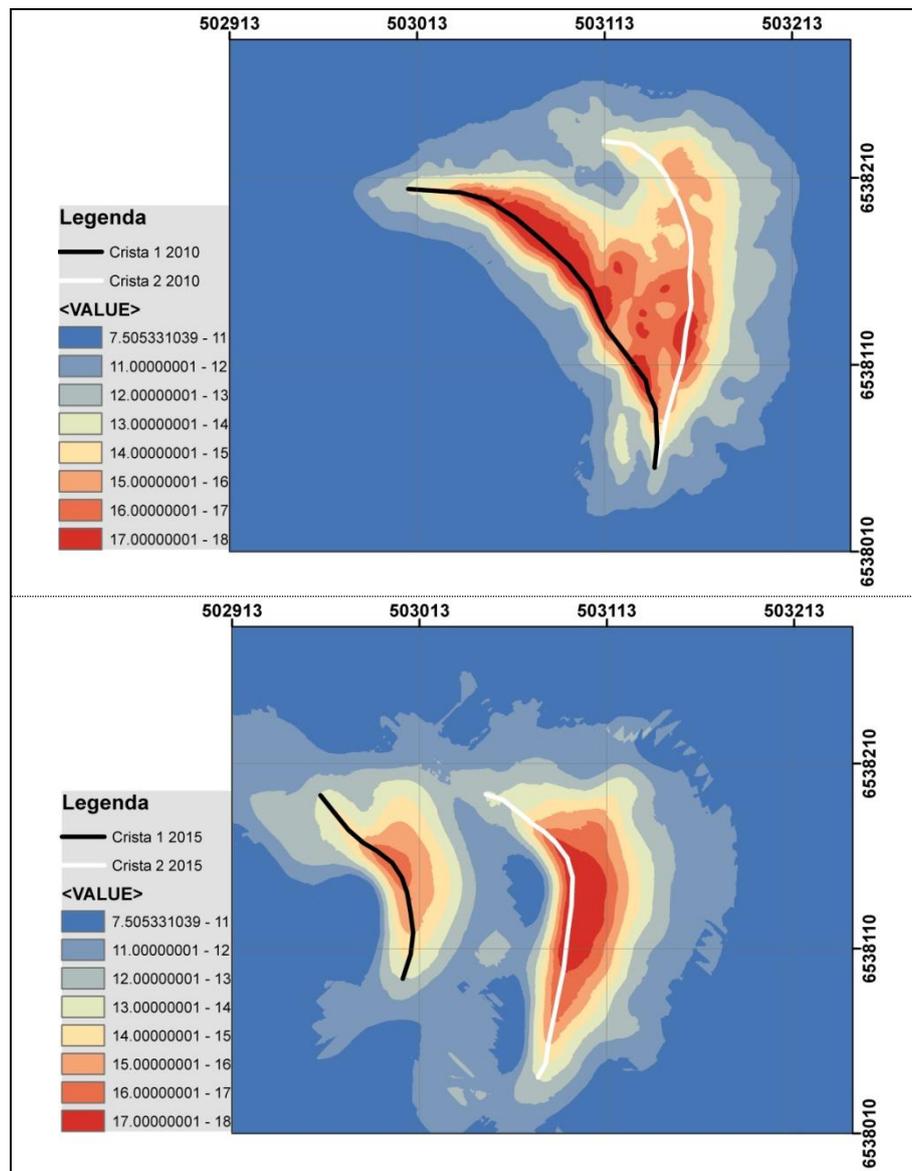


Figura 1. Modelos Digitais de Elevação de 2010 (acima) e de 2015 (abaixo), ilustrando as linhas de deslocamento das cristas das dunas. A crista 1 corresponde à linha de cor preta, enquanto que a crista 2 corresponde à linha de cor branca. Elaboração: Carrió e Manzolli, 2015 (Projeção UTM – MC = 51).

#### Referências

- Gardner, D. E. 1955. Beach Sand Heavy Mineral Deposits of Eastern Australia. Canberra: Bureau of Mineral Resources, Geology and Geophysics. Department of National Development.
- Knak, R.B. (Org.). 1999. Plano de Manejo do Parque Nacional da Lagoa do Peixe. Fase II. Fundação Universidade Federal do Rio Grande, Rio Grande.



## O FECHAMENTO DO BRAÇO MORTO (RIO TRAMANDAÍ) NO MUNICÍPIO DE IMBÉ

Miriam Raquel Silva Claussen<sup>1</sup>, Tânia Marques Strohaecker<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Geógrafa - Instituto de Geociências – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. <sup>2</sup> Professora Associada, Departamento de Geografia, Pesquisadora no Centro de Estudos de Geologia Costeira e Oceânica (CECO) - Instituto de Geociências – Universidade Federal do Rio Grande do Sul

O acelerado processo de urbanização, ocorrido na segunda metade do século passado, promoveu o uso inadequado e a ocupação desordenada da Zona Costeira. Localizado no Litoral Norte do Rio Grande do Sul, o município de Imbé, banhado pelo Oceano Atlântico e pelo rio Tramandaí, passou por diversas transformações significativas em seu território. A ausência de uma visão sistêmica, ao longo dos anos, voltada para a sustentabilidade, manutenção e preservação de seus recursos naturais permitiu muitas ocupações em alguns de seus ecossistemas, de áreas úmidas e campos de dunas. O presente trabalho visa mostrar o histórico do fechamento de um braço do Rio Tramandaí, conhecido como Braço Morto, e algumas das principais consequências. A obra ocorreu no início da década de 1960, com transformações locais. Historicamente, o rio Tramandaí sempre esteve na rota dos viajantes que trafegavam pela região, em especial, os tropeiros, sendo um ponto de abastecimento, pela abundância pesqueira e o comércio local. O rio, que recebe ao Norte, as águas do cordão de lagoas do Litoral Norte e, ao Sul, as águas do rio Camarões e das lagoas da região, tem a sua foz no Oceano Atlântico, formando então, o seu estuário. Porém, desembocaduras de rios e ambientes costeiros marinhos geram dinâmicas diferenciadas, como ocorre em Imbé e Tramandaí. Soares (2002) menciona que a tendência natural da embocadura do rio Tramandaí era avançar em direção norte, aumentando o comprimento do rio em três ou quatro quilômetros. À medida que o rio se deslocava em direção ao mar, diminuía a sua profundidade na embocadura e ia perdendo sua força de vazão. O mar acabava obstruindo a saída do rio. Os pescadores ficavam sem poder trabalhar. A água inundava as áreas de campo internas e outras áreas de criação de gado, no município limítrofe, de Osório, uma vez que o rio não tinha para onde escoar suas águas e chegar ao mar. Na costa, o transporte litorâneo tende a manter a continuidade da praia, fechando as embocaduras, e os escoamentos fluviais tendem a manter as profundidades das embocaduras; são, portanto, tendências opostas, segundo Motta (1965) *apud* D'Aquino (2000). Estudos de parâmetros morfodinâmicos da praia de Imbé, de Motta (1969) *apud* Toldo Jr. (1993) concluem que as ondas incidentes no litoral têm duas direções predominantes: NE e SE. As primeiras, originadas pelo vento local com direção NE, o mais frequente na região. As ondas de SE, possuem maior período, altura e energia, e por consequência, maior capacidade de transporte de sedimentos. Para Toldo Jr *et al* (1993), as ondas incidentes no litoral têm o predomínio de correntes de NE. Na desembocadura, as correntes de SE e NE se encontram com o rio Tramandaí. A abertura da barra do rio Tramandaí sempre foi uma reivindicação dos pescadores, estancieiros, população em geral, além de uma preocupação antiga dos gestores públicos, pelos impactos econômicos, sociais e, também, para garantir a navegabilidade. O fechamento da barra ocorria independentemente da ação antropogênica, pelas dinâmicas fluvial e litorânea. Inúmeras vezes o poder público e a população executaram ações conjuntas visando à remoção dos sedimentos e a reabertura da barra do Rio Tramandaí. Soares (2008) cita que, em 1937 e em 1948, foram realizados trabalhos de abertura da barra do rio Tramandaí, por mutirões de pescadores. A abertura desassoreava o rio, permitindo a entrada de peixes no estuário. O braço do rio ficava desativado, dando origem ao nome “Braço Morto”. Na década de 1950 foram realizados vários estudos para a construção dos molhes da barra do rio Tramandaí, tanto pelo governo federal, quanto estadual. Assim, entre os anos de 1959 e 1961 foi construído, pelo DPREC, atual SPH, o guia corrente, um enrocamento na margem norte do estuário do Rio Tramandaí, fixando e retificando a sua desembocadura. A obra está localizada onde hoje se situa o município de Imbé, sendo um atrativo turístico local. Até a década de 1980 ainda houve projetos e estudos para a fixação da barra da margem oposta, no município de Tramandaí. Após a obra do guia-corrente, o antigo braço morto do rio teve sua vazão diminuída e essa área foi progressivamente sendo aterrada, parte de forma antrópica e outra parte auxiliada pela dinâmica

da praia de Imbé. No início da década de 1970, já registrava uma malha viária, relativa à construção de um loteamento, o atual bairro Imbé Barra Norte. Transformado em lago, o remanescente do Braço Morto ainda se comunica com o canal do rio Tramandaí por um canal retificado aberto, que percorre a Av. Rio Grande e desemboca nas imediações do ancoradouro da Petrobras (Fig. 1). A Praça do Lago do Braço Morto foi adotada pela extinta VARIG, por meio de uma iniciativa de seu presidente, Helio Smidt, veranista de Imbé, que proporcionou toda a infraestrutura para a criação do espaço público, sendo, atualmente, um ponto turístico do município.



Figura 1 – Braço Morto, em 1959, no início das obras do guia corrente e, em 1986, já aterrado e loteado, restando apenas um corpo hídrico, o lago do Braço Morto (localizado na praça de mesmo nome), que se comunica com o canal da barra do rio Tramandaí. Fontes: SPH/RS, 1959 e DAER, 1986. Elaborado pela autora.

#### Referências:

- D'Aquino, C. A., *Calibração e aplicação do modelo numérico genesis nas praias de Tramandaí e Imbé-RS*. Dissertação (Mestrado). Instituto de Geociências, Curso de Pós-Graduação em Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. 110f.
- Soares, L. S. *Imbé Histórico e Turístico*. Tramandaí: Edição da autora, 2002.
- Soares, L. S. *Tramandaí-Imbé: 100 anos de História*. Porto Alegre: EST, 2008.
- Toldo Jr., E.E.; Dillenburg, S.R; Almeida, L. E. S.B.; Tabajara, L.L.; Martins, R.R. & Cunha, O.B.P. (1993). Parâmetros morfodinâmicos da Praia de Imbé-RS. *Pesquisas em Geociências*, 20 (1), 27-32.



## DIAGNÓSTICO E PLANO DE MANEJO DAS DUNAS FRONTAIS DO MUNICÍPIO DE JAGUARUNA-SC COMO MODELO DE GESTÃO COSTEIRA NO BRASIL

Veridiana Ribeiro<sup>1</sup>, Nelson Luiz Sambaqui Gruber<sup>2</sup>, Laura Dias Prestes<sup>1</sup>, Ricardo Burgo Braga<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Pós-Graduação em Geografia - Instituto de Geociências – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. <sup>2</sup>Centro de Estudos de Geologia Costeira e Oceânica - Instituto de Geociências – Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

O Projeto *Diagnóstico e Plano de Manejo das Dunas Frontais do Município de Jaguaruna-SC*, (Gruber, 2013) estabelecido entre a Associação dos Balneários de Jaguaruna (ABJ) e a Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), com a parceria da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), vem tratando do zoneamento da morfodinâmica sedimentar e de propostas de manejo nos sistemas naturais da zona costeira do município, no Litoral Sul de Santa Catarina. O município de Jaguaruna está limitado pelos municípios de Içara, ao sul, Sangão e Treze de Maio, ao oeste, Tubarão e Laguna, ao Nordeste; e pelo Oceano Atlântico, a sudeste. Segundo dados do último censo, realizado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) em 2010, Jaguaruna tem um pouco mais de 17.000 habitantes em seu território de, aproximadamente, 330.000km<sup>2</sup>. O objetivo do projeto foi elaborar um diagnóstico socioeconômico/ambiental, contemplando o mapeamento de distintos padrões de dinâmica sedimentar na área, seguido de etapa posterior com a construção de planos de intervenção para a orla e setores mais interiorizados, zoneando os ambientes de distintas vulnerabilidades ao uso e ocupação. O projeto é coordenado pelo LABGERCO/CECO/IGEO da UFRGS, no intuito de buscar alternativas para os embargos impostos pelo Ministério Público Federal e restrições do Uso e Ocupação pela APA da Baleia Franca ICMBio. Para tanto, foram selecionadas áreas prioritárias ao manejo e a preservação (Áreas de Preservação Permanente - APPs), fazendo o levantamento das características dos variados tipos de conflitos existentes entre os campos de dunas e a urbanização, efetuado a partir de fotografias aéreas, georreferenciamento e saídas de campo. Os resultados do mapeamento geológico e geomorfológico da orla do município de Jaguaruna permitiram a caracterização e identificação dos sistemas eólicos, parametrizando índices de vulnerabilidade dos campos de dunas e qualificando os sistemas mais sensíveis à urbanização, para a definição de planos de urbanização do município, verificando diferentes níveis de povoamento, resultado de parcelamento formal e informal do solo ocorrido nas últimas décadas, com intensidades de uso diferenciadas em cada balneário e de moradias de segunda residência em ocupação sazonal para veranismo. Audiências públicas e discussões sobre o tema, efetuadas em Congressos nacionais e internacionais, bem como a colaboração e visita de professores especialistas em Gestão Costeira da Universidade de Cádiz (UCA), da Espanha, permitiram uma melhor compreensão do processo de gestão interinstitucional. Circunscrevendo a APA da Baleia Franca, em uma área de patrimônio ambiental e arqueológico riquíssimo, Jaguaruna revisa seu potencial de ocupação em um modelo de preservação sustentável, respeitando as leis e desenvolvendo a região de maneira harmônica. O *Diagnóstico e o Plano de Manejo das Dunas Frontais de Jaguaruna* desenvolvido pela equipe LABGERCO/CECO/IGEO/UFRGS, se tornou um *CASE* de estudo, com a supervisão do MPF-SC frente a outras instituições e configura-se hoje, num modelo de Gestão Costeira no Brasil com interesse e participação de grupos internacionais da RED IBERMAR e RED CEI-MAR, Universidade de Cádiz-Espanha ([www.gestioncostera.es](http://www.gestioncostera.es)) e da Itália com a Universidade de Bologna. Os documentos referentes à primeira etapa do projeto estão subsidiando, as discussões envolvendo as áreas de conflito e o modelo de gestão que o município está adotando. O grande número de conflitos existentes no município, principalmente de novos empreendimentos imobiliários, tornou a universidade como órgão mediador entre as instituições jurídicas (Ministério Público) e o município, tentando viabilizar o desenvolvimento de forma sustentável, através de fóruns de discussão. Desta forma, o planejamento do uso e da ocupação da orla do município de Jaguaruna/SC pode alavancar seu crescimento econômico, a partir da conciliação entre o turismo e a preservação dos ambientes naturais.

Referências



- Brasil. 1988. Lei nº 7.661, de 18 de maio de 1988. Institui o Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro e dá outras providências. Disponível em << [www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/LEIS/L7661.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L7661.htm) >>, último acesso dia 12/12/2012 às 12h.
- Gruber, N.L.S. (Coord.). 2013. Projeto diagnóstico e plano de manejo das dunas frontais do município Jaguaruna. IGEO/UFRGS : Porto Alegre.
- MMA - Ministério do Meio Ambiente; MPOG - Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. 2006. Projeto orla: Fundamentos para gestão integrada. MMA: Brasília. Disponível em << <http://homolog-w.mma.gov.br/index.php?ido=publicacao.publicacoesPorSecretaria&> >>
- MMA/SQA. 2002. PROJETO ORLA: fundamentos para gestão integrada. Brasília: MP/SPU, 2002. 78p.
- Santa Catarina. 2010. Implantação do Plano Estadual de Gerenciamento Costeiro: Fase I - Diagnóstico Sócio Ambiental do Setor Centro-Sul. Florianópolis. 493 p. Disponível em << [www.spg.sc.gov.br/plano\\_gerco.php](http://www.spg.sc.gov.br/plano_gerco.php) >>, último acesso dia 18/09/2012 às 19h.



## REGISTROS PALINOLÓGICOS DA VEGETAÇÃO DO QUATERNÁRIO TARDIO NA AMAZÔNIA CENTRAL E NO MÉDIO RIO MADEIRA

Maria Lúcia Absy<sup>1</sup>, Yuri Oliveira Feitosa<sup>1</sup>, Natália de Paula Sá<sup>1,2</sup>, Emílio Alberto Amaral Soares<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Laboratório de Palinologia - Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA); <sup>2</sup>Departamento de Geologia e Paleontologia - Museu Nacional - Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ); <sup>3</sup>Instituto de Geociências, Universidade Federal do Amazonas (UFAM)

Na Amazônia, estudos de pólen e de datações de <sup>14</sup>C combinados com evidências sedimentológicas permitiram ampliar o conhecimento dos paleoambientes que existiram no Quaternário nessa região (Absy *et al.*, 1991; Mayle *et al.*, 2000; D'Apolito *et al.*, 2013; Roucoux *et al.*, 2013). Como parte desses estudos, a elaboração de vários mapas de vegetação para a Última Idade Glacial contribuiu com dados que indicam uma tendência de retração da floresta após uma redução da precipitação (Van der Hammen & Absy, 1994; Bush, 1994; Hooghiemstra & Van der Hammen, 1998; Thomas, 2000; Anhuf *et al.*, 2006). Registros palinológicos de uma área de pântano na Amazônia peruana combinados com evidências sedimentológicas, sugerem que o controle dominante no funcionamento e desenvolvimento dos ecossistemas é o regime de inundação (Roucoux *et al.*, 2013). Na Amazônia Central, fases de flutuações sazonais na precipitação no Holoceno Tardio são bastante conhecidas. Os períodos de menor precipitação efetiva foram registrados no intervalo de 2700-2100 anos AP (Antes do Presente) e identificados por análise de pólen dos sedimentos provenientes das bacias dos rios Purus, Negro e Solimões (Absy, 1979). A análise de pólen do Lago Cabaliana (área de várzea do Rio Solimões) apresentou resultados que confirmam esse intervalo de precipitação reduzida, indicada pelo estabelecimento da comunidade de floresta de terra firme e da floresta de várzea de sucessão tardia (Sá & Absy, 2011). Nesta fase, a vegetação de várzea dominou a paisagem florística, sendo substituída pela floresta de terra firme à medida que o decréscimo da precipitação se configurava na região. Recentemente, estudos realizados ao longo do rio Madeira evidenciaram por meio de estudos palinológicos, sedimentológicos e de datações de <sup>14</sup>C um mosaico florestal com vários tipos de florestas de várzea que ocorreram tanto no Holoceno quanto no Pleistoceno. Dados da análise de pólen e de datações por <sup>14</sup>C nas amostras estudadas indicaram que a floresta de várzea de sucessão primária está representada no Pleniglacial Médio enquanto que a floresta de várzea de sucessão tardia ocorreu no Pleniglacial Tardio. As amostras do Holoceno apresentaram características de chavascal, floresta de várzea lacustre e ainda de várzea de sucessão tardia. A presença de pólen de *Alnus* (planta que ocorre nos Andes) com frequência relativamente alta nas amostras do rio Madeira do Médio Glacial pode ser explicada pelo fato de que esses grãos de pólen facilmente alcançam as terras baixas da Amazônia em grandes quantidades, especialmente por transporte fluvial (Van der Hammen & Hooghiemstra, 2000). Na Amazônia central também foram encontrados pólen de *Alnus* em amostras estudadas de Costa de Terra Nova, área periodicamente inundada pelo rio Solimões (Absy, 1979). Para que se possa ter um melhor conhecimento de como as mudanças climáticas que ocorreram durante o Quaternário Tardio nas áreas de várzeas da Amazônia afetaram a vegetação dessas áreas, é necessário ampliar os estudos palinológicos e sedimentológicos dessa região.

### Referências

- Absy M.L. 1979. A palynological study of Holocene sediments in the Amazon basin. Amsterdam, 86 p. Ph.D Thesis, University of Amsterdam.
- Absy, M.L.; Cleef, A.; Fournier, M.; Martin, L.; Servant, M.; Siffeddine, A.; Ferreira da Silva, M.; Soubies, F.; Suguio, K.; Turcq, B. & Van Der Hammen, T. 1991. Mise en evidence de quatre d'ouverture de la forêt dense dans le sud-est de l'Amazonie au cours des 60000 dernières années. Première comparaison avec d'autres régions tropicales. *Compte Rendus de l'Academie des Sciences* 312: 673-678.
- Anhuf, D.; Ledru, M.-P.; Behling, H.; Da Cruz Jr., F.W., Cordeiro, R.C. Van der Hammen, T.; Karmann, I.; Marengo, J.A.; De Oliveira, P.E. Pessenda, L.; Siffeddine, A.; Albuquerque, A.L. & Da Silva Dias, P.L. 2006. Paleo-Environmental Change in Amazonian and African Rainforest during the LGM. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 239: 510-527.



- Bush M.B. 1994. Amazonian speciation: a necessarily complex model. *Journal of Biogeography* 21: 5-18.
- D'Apolito C., Absy M.L. & Latrubesse E.M. 2013. The Hill of Six Lakes revisited: new data and re- evaluation of a key Pleistocene Amazon site. *Quaternary Science Reviews* 76: 140-155.
- Hooghiemstra, H. & Van der Hammen, T. 1998. Neogene and Quaternary development of the neotropical rain forest: the forest refugia hypothesis, and a literature overview. *Earth-science Reviews* 44: 147-183
- Mayle, F.E.; Burbridge, R. & Killeen, T.J. 2000. Millennial-Scale Dynamics of Southern Amazonian Rain Forests. *Science* 290: 2291-2294
- Roucoux, K.H., Lawson I.T., Jones T.D., Baker T.R., Coronado E.H., Gosling W.D. & Lähteenoja O. 2013. Vegetation development in an Amazonian peatland. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 374, 242-255.
- Sá, N.P & Absy, M.L. 2011. Pollen record of Holocene sediments in the Central Amazon, Brazil. *Polen*, 21: 15-20.
- Thomas, M.F. 2000. Late Quaternary environmental changes and the alluvial record in humid tropical environments. *Quaternary International* 72: 23-36.
- Van der Hammen, T. & Absy, M.L. 1994. Amazonia during the last glacial. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 109: 247-261.
- Van der Hammen, T. & Hooghiemstra, H. 2000. Neogene and Quaternary history of vegetation, climate, and plant diversity in Amazonia. *Quaternary Science Reviews* 19: 725-742.



## INFLUÊNCIA DA DERIVA LITORÂNEA E DOS VENTOS DE RUMOS OPOSTOS NA MORFOLOGIA E SEDIMENTOLOGIA DO SISTEMA PRAIA-DUNA FRONTAL DA BARREIRA DE MAÇAMBABA

Fernanda Costa Gonçalves Rodrigues<sup>1</sup>, Paulo César Fonseca Giannini<sup>1</sup>, Helena Asmar de Abreu Andrade<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Instituto de Geociências – Universidade de São Paulo. Rua do Lago, 562, Cidade Universitária, São Paulo. CEP: 05508-080

A barreira arenosa costeira de Maçambaba, entre Saquarema e Arraial do Cabo, com orientação E-W, subdivide-se em pleistocênica e holocênica, as duas separadas entre si, na parte oeste, por um sistema de lagunas e paleolagunas de até 800m de largura. Esse sistema lagunar encontra-se atrás de leques de sobrelavagem, alimentado pelas águas associadas à formação destes leques. Já na parte leste da barreira, os condutos de leques de sobrelavagem passam a associar-se a *blowouts* construídos pelos ventos de SW, o que faz com que suas águas sejam infiltradas rapidamente nos depósitos arenosos secos, sem se acumularem. Com isso, as lagunas de sobrelavagem estão ausentes e os depósitos de leques são retrabalhados pelos ventos de NE (Andrade *et al.*, 2015). As configurações morfológicas do sistema praia - duna frontal distribuem-se segundo três setores geográficos. No setor oeste, de morfodinâmica mais reflexiva, e no central, de morfodinâmica intermediária-reflexiva, dunas incipientes em rampa ancoram-se sobre dunas estabelecidas em terraço e em cordão. As dunas em rampa destes dois setores caracterizam situação de constante reconstrução do depósito eólico após momentos de erosão. Apontam, assim, para estoque eólico escasso. No setor leste, as dunas incipientes e estabelecidas ocorrem como cordões, favorecidos por pulsos positivos na razão entre as taxas de aporte eólico e de progradação subaquosa, e a morfodinâmica se torna mais dissipativa. Estes cordões são descontínuos devido à presença dos *blowouts* de SW. Esta mudança morfológica e o aumento da altura média das dunas frontais incipientes de W para E são indício de deriva longitudinal nesse rumo. Medidas estatísticas de distribuição granulométrica (Figura 1) permitiram a subdivisão do sistema em dois setores, com inferência de deriva litorânea para E, pelo menos no setoroeste do sistema, onde elas apresentam o padrão A de McLaren & Bowles (1985): mais fino, melhor selecionado e mais negativo. No setor leste, o afinamento progressivo do diâmetro médio dos grãos rumo E mantém-se, porém, acompanhado de estabilização do desvio padrão e da assimetria. Esta estabilização relaciona-se à ocorrência dos *blowouts* de SW neste trecho, que retirariam do sistema as frações mais finas, com consequente enriquecimento residual nas mais grossas. Esta ação dos *blowouts* sobre a granulometria das dunas frontais é evidenciada pelo aumento do número de casos de dunas mais grossas que a praia adjacente, na parte leste. Considerando que a influência dos *blowouts* é cada vez maior rumo E, o enriquecimento em grossos pela deflação é compensado pelo enriquecimento em finos por deriva litorânea nesse rumo. A combinação destes dois fatores opostos, engrossamento por via eólica versus afinamento por via subaquosa não explica a tendência de afinamento mais nítida e acentuada na parte leste que ao oeste. A explicação pode ser o aporte adicional de finos trazidos pelos ventos de NE. A evidência da ação destes ventos na parte leste do sistema é a ocorrência de paleodunas e dunas ativas com barlavento na laguna e sotavento voltado para o mar. Em suma, a parte oeste do sistema praia-duna, com o padrão A de McLaren & Bowles (1985) rumo E, coincide com sua porção barlar, em que, por consequência, não há estoque de areia seca suficiente para a formação de *blowouts* de SW e em que a contribuição sedimentar do vento de NE é ínfima, seja pela presença do obstáculo exercido pela barreira pleistocênica seja pela indisponibilidade de areia seca devido à submersão dos depósitos de sobrelavagem. E a porção leste do sistema possui maior desenvolvimento de *blowouts* tanto de SW, favorecidos pelo aumento de estoque a sotamar, quanto de NE, favorecidos pela ausência do obstáculo da barreira pleistocênica e pela presença dos depósitos de sobrelavagem secos. Desse modo, o efeito diferencial dos processos eólicos na praia-duna na parte leste, em termos granulométricos, seria a retirada de finos pelos *blowouts* vindos do mar e adição de finos pela deriva longitudinal e pelos *blowouts* vindos da laguna. Isto resultaria no afinamento progressivo rumo E, sem mudança significativa no desvio padrão e na assimetria neste trecho. A ação mais efetiva dos ventos a leste contribuiria para tornar a seleção

granulométrica melhor e a distribuição mais simétrica, em média, que a oeste. Além disso, aumentaria a homogeneidade inter-amostal.

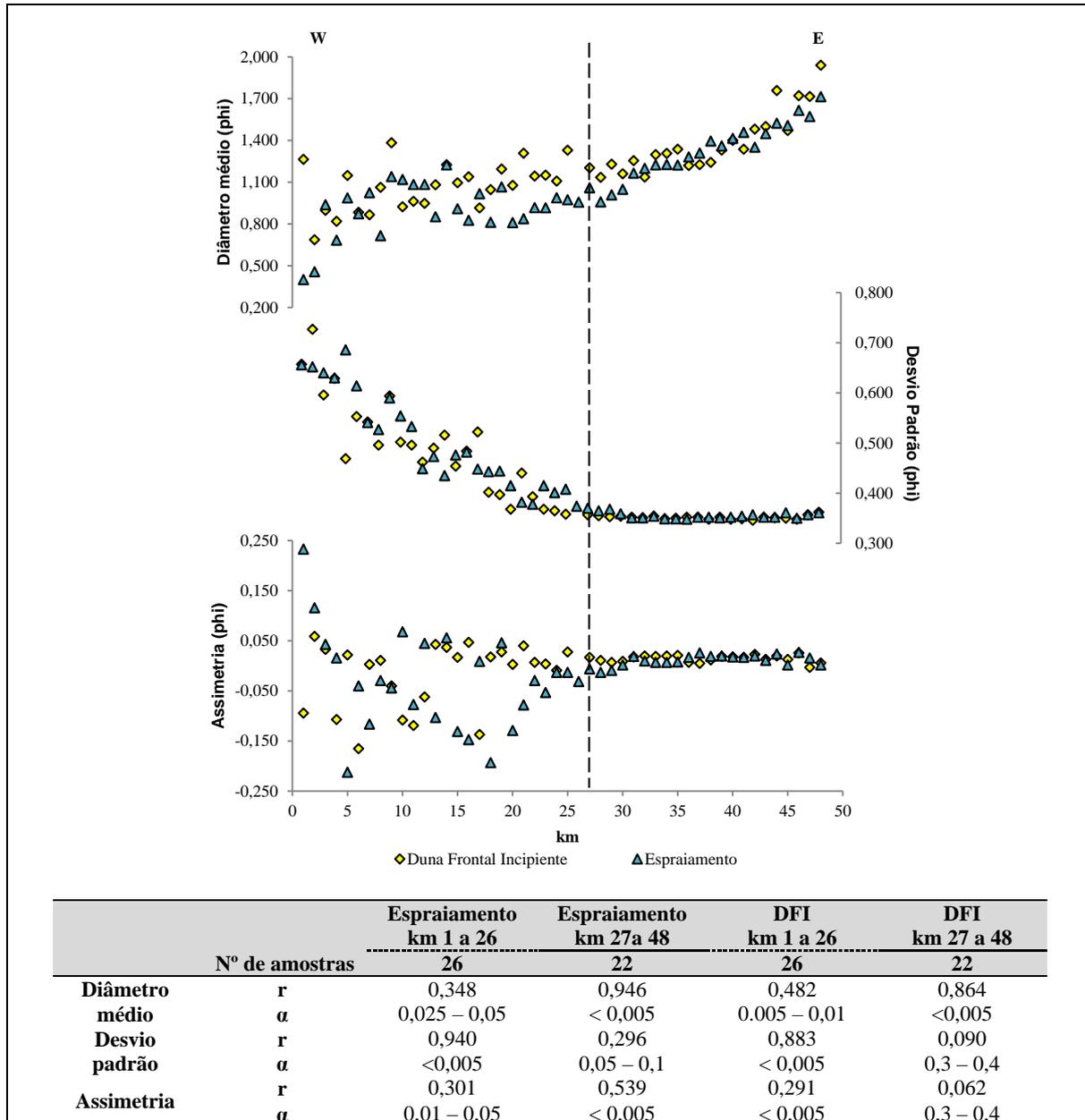


Figura 10: Variação das medidas estatísticas de distribuição granulométrica (em phi) ao longo do sistema praia - duna frontal da barreira arenosa de Maçambaba.

### Referências

- Andrade, H.A.A.; Giannini, P.C.F.; Rodrigues, F.C.G.; Pereira, C.S.; Guedes, C.C.F.; Nogueira, L. & Mineli, T.D. 2015. Evolução sedimentar e cronologia da barreira costeira quaternária de Maçambaba: a influência de ventos de rumos opostos e seu possível significado paleoclimático. In: Congresso da Associação Brasileira de Estudos do Quaternário, 15, 2015. Imbé, RS. Resumos... No prelo.
- McLaren, P. & Bowles, D. 1985. The effects of sediment transport on grain-size distributions. *Journal of Sedimentary Petrology*, 55(4):457-470.



## ASPECTOS TAXONÔMICOS E TAFONÔMICOS DE BIOCLASTOS DE INVERTEBRADOS MARINHOS EM SANTOS, LITORAL DE SÃO PAULO

Amanda Gerotto<sup>1</sup>, Rodrigo C. Marques<sup>2,3</sup>, Francisco S. C. Buchmann<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Laboratório de Estratigrafia e Paleontologia – Campus do Litoral Paulista – Universidade Estadual Paulista; <sup>2</sup>Laboratório de Malacologia – Museu de Zoologia – Universidade de São Paulo; <sup>3</sup>Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri.

A interpretação dos diversos ciclos transgressivos e regressivos do nível do mar durante o Quaternário modelando as planícies litorâneas da costa brasileira tem sido apoiada pelo registro fóssil (Villwock *et al.*, 1986). Este estudo realizou a descrição de aspectos taxonômicos e tafonômicos de bioclastos coletados no estirâncio e no pós-praia em Santos (SP), entre 2006 e 2014. Os bioclastos foram identificados no Laboratório de Malacologia do Museu de Zoologia - USP e analisados no Laboratório de Estratigrafia e Paleontologia – UNESP. Foram descritas sete assinaturas tafonômicas incluindo grau de articulação, fragmentação, corrosão, bioerosão, incrustação, predação e alteração da cor dos bioclastos. As coquinas foram analisadas quanto à direção da convexidade das valvas (Kidwell, 1986). Os 76 bioclastos encontrados estavam associados a seixos de arenitos cimentados por carbonato de cálcio. Foram identificados fósseis de moluscos bivalves e gastrópodes (43%) representados por *Temnoconcha brasiliana* (21%), *Tellina* sp. (1%), *Mulinia cleryana* (2%), *Tivela mactroides* (2%), *Raeta plicatella* (10%), *Chione cancelatta* (1%) e *Buccinanops gradatum* (1%), e conglomerados de conchas (5%) de *Eurytellina punicea*, *M. cleryana*, *Strigella* sp., *Amiantis* sp. e *B. Gradatum*; alguns bivalves não foram identificados devido seu alto grau de fragmentação. Foram encontrados crustáceos (55%) representados por fragmentos de quelas e quelípodos do gênero *Callichirus* sp. e do gênero *Tetraclita* sp., cnidários (1%) representado pelo gênero *Astrangia* sp. e um fragmento do equinodermo *Mellita* sp. (1%). Foram identificados bivalves articulados e fechados, em sua maioria pertencentes ao grupo dos telinídeos. As coquinas apresentam cimentação por carbonato de cálcio e convexidade das valvas orientadas para cima em relação ao arenito com denso empacotamento. As conchas de telinídeos apresentaram menor grau de alteração, por serem organismos da infauna estes animais tendem a permanecer enterrados até 40cm em substrato arenoso após sua morte (Tenório, 1984), no limite da ZTA. O maior grau de fragmentação neste grupo foi relacionado à fragilidade da sua concha. Os representantes das famílias Veneridae (*C. cancelatta*, *T. mactroides* e *Amiantis* sp.) e Mactridae (*M. cleryana* e *R. plicatella*) também pertencem a infauna, no entanto, são encontrados mais próximos à superfície (Rios, 1994). Suas conchas são espessas, portanto, apesar de serem encontrados com maior grau de desarticulação e de alterações superficiais, demonstrando maior tempo de exposição na interface sedimento-água, suas conchas estavam menos fragmentadas (Figuras 1 e 2). Os bivalves pertencentes à infauna são exumados apenas quando mortos ou quando ocorre erosão do fundo por tempestades (Brett & Baird 1986). A tendência das convexidades das valvas nas coquinas indicam deposição rápida e está associada a eventos de alta energia, como ondas de tempestades. A ocorrência apenas de fragmentos de *Callichirus* sp. foi interpretada como produto de erosão, seleção e retrabalhamento pelas ondas. A ocorrência de organismos de ambiente intermareal e infralitoral superior como *R. plicatella*, *Amiantis* sp., *Callichirus* sp., *Tetraclita* sp. e *Mellita* sp. associados a representantes telinídeos de áreas mais profundas configura condição parautoctone dos bioclastos (Kidwell, 1986).

### Referências

- Brett, C. E. & Baird, G.C. 1986. Comparative taphonomy: A key to paleoenvironmental interpretation based on fossil preservation. *Palaios*, 1:207-227.
- Kidwell, S. M., 1986. Models for Fossil Concentrations: Paleobiologic Implications. *Paleobiology*, 12(1): 6-24.
- Rios, E. C. 1994. *Seashells of Brazil*. 2ª ed. Editora da FURG, Rio Grande. 678 p.
- Tenório, D. O. 1984. O gênero *Tellina* Linnaeus, 1758 (Mollusca, Bivalvia) na plataforma continental brasileira. *Trabalhos Oceanográficos, Universidade Federal de Pernambuco* 8: 7-138.

Villwock, J. A.; Tomazelli, L. J.; Loss, E.L.; Dehnhardt, E. A.; Horn, P. N. O.; Bachi F. A. & Dehnhardt B. A., 1986. Geology of the Rio Grande do Sul coastal province. In: J. RABASSA (ed.). 1986. Quaternary Of South America and Antarctic Peninsula. Rotterdam, Balkema, p. 79-97.

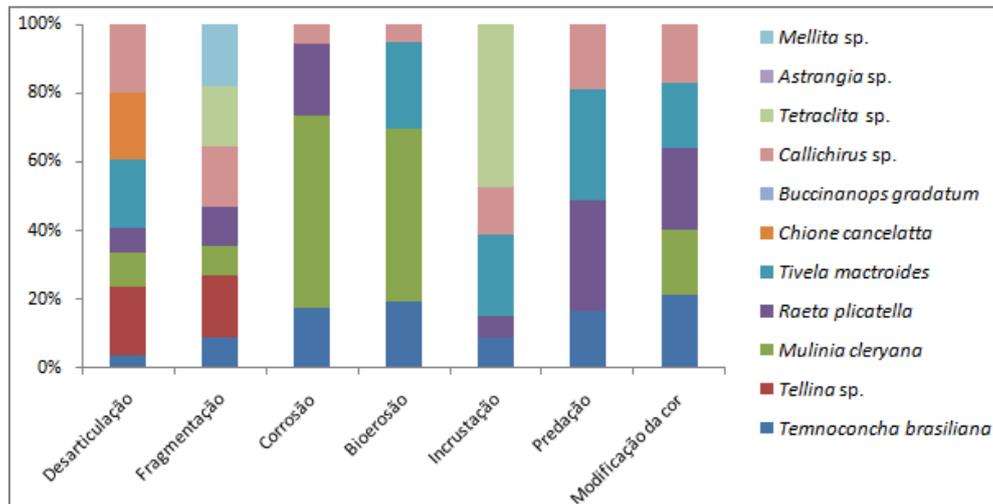


Figura 1. Grau de alteração dos bioclastos de acordo com as assinaturas tafonômicas analisadas.



Figura 2. Bioclastos fósseis coletados na praia de Santos. a) Representantes de *Temnoconcha brasiliana* articulados e fechados, inteiro (esquerda) e fragmentado (direita); b) Coquina com valvas desarticuladas com convexidade voltada para cima, representadas por *Tellina* sp. e *Tivela mactroides*; c) Representantes de *Raeta plicatella*, articulado e fechado, e valva desarticulada associada a arenito; d) Fragmentos de quelípodos de *Callichirus* sp.



## VARIAÇÃO SAZONAL DO COMPORTAMENTO PRAIAL E ANÁLISE MORFODINÂMICA EM ÁREA URBANIZADA E NÃO URBANIZADA NO LITORAL NORTE DO RS: RESULTADOS PRELIMINARES

Louize Paz de Oliveira<sup>1</sup>, Maria Luiza Correa da Camara Rosa<sup>2</sup>, Eduardo Guimarães Barboza<sup>3</sup>,  
Samanta da Costa Cristiano<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Instituto de Biociências, Graduação em Ciências Biológicas – Ênfase Biologia Marinha e Costeira e Gestão Ambiental Marinha e Costeira, Imbé/RS; <sup>2</sup> Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Departamento de Geodésia, Instituto de Geociências, Porto Alegre/RS; <sup>3</sup> Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Instituto de Geociências, Programa de Pós-Graduação em Geociências – Geologia Marinha, Porto Alegre/RS.

O litoral do Rio Grande do Sul possui aproximadamente 630km de costa aberta com a predominância da orientação nordeste-sudoeste (Calliari *et al.*, 2005) e pode ser considerada como uma das mais extensas e contínuas praias arenosas do mundo (Vilwock & Tomazelli, 1992). De acordo com Tomazelli *et al.* (2000), o transporte eólico é muito ativo, fazendo com que as dunas movam-se para o interior da planície costeira na direção sudoeste, desenvolvendo extensos campos de dunas. Segundo Dillenburg *et al.* (2005), em toda sua extensão ocorrem sistemas do tipo Laguna-Barreira formados durante o Holoceno, constituídos por depósitos inconsolidados, com a predominância de setores transgressivos. A praia constitui um dos ambientes que possui uma grande variação em curtas escalas de tempo, sem nunca atingir um aspecto definitivo. A sua mobilidade é ocasionada através de condições dinâmicas, que fazem com que ela sofra, constantemente, processos de erosão e acreção, os quais podem ser observados em escalas de até poucas horas (Vilwock, 1987). A suscetibilidade à erosão e o tipo de "corte" suportado pelas praias é condicionado pelo seu estado morfodinâmico. Dos três tipos de praia (reflectivo, intermediário e dissipativo), as intermediárias são as que possuem uma maior mobilidade, porque além de tolerarem erosão da mesma maneira que as praias dissipativas e reflectivas, elas também sofrem erosão induzida por uma topografia irregular na zona de surfe (Wright, 1980). O objetivo geral desse estudo é mostrar o comportamento dos perfis praias em duas praias do Litoral Norte do Rio Grande do Sul (LNRS) durante três estações do ano: verão, outono e inverno. Objetiva-se o reconhecimento do tipo praias destes dois setores (Figura 1) junto ao *backshore* e *foreshore*, sendo um deles com ocupação antrópica (Balneário Nova Tramandaí, Tramandaí, RS) e o outro sem urbanização (Praia das Cabras, Cidreira, RS). Ainda, objetiva-se analisar a variação desses perfis ao longo de um ano e até o momento os resultados são de dezembro a julho, podendo assim, serem comparados quanto à acreção e ao processo erosivo durante essas três estações. O estudo abrange uma extensão total de 2km, com 1km em cada setor, onde foram colocados marcos a cada 100m, nomeados de T0(zero) ao T10. Nesses marcos são realizados perfis de nivelamento geométrico, no qual são compilados os dados mensalmente totalizando 22 perfis praias. Através destes levantamentos foi possível caracterizar o comportamento, o tipo e a morfologia do perfil, determinando as variações visuais do volume de sedimento depositado ao longo do tempo. Como resultados preliminares, podemos ressaltar que cada tipo de praia possui características morfológicas e dinâmicas diferentes, contudo, percebeu-se na maioria dos perfis (Figura 2) uma diminuição de volume sedimentar de dezembro para março e uma acreção de março para junho em ambos os setores, sendo que em todos os meses houve perceptíveis variações, portanto, foram pré-classificados como praias intermediárias devido a sua alta mobilidade. Ao analisar cada perfil, evidenciaram-se similaridades entre a localidade dos perfis. Por exemplo, onde há sangradouro no sentido sul, o comportamento reflete-se de acordo com o ambiente predominante daquele local. Se existem estruturas fixas na faixa de praia, como quiosques ou outras delimitações, essas alteram a dinâmica, propiciando um comportamento característico devido ao bloqueio eólico. Procura-se ao final deste estudo um melhor entendimento dos processos costeiros, permitindo estabelecer a influência do homem como agente de transformação do ambiente e suas causas naturais de erosão no sistema praias.

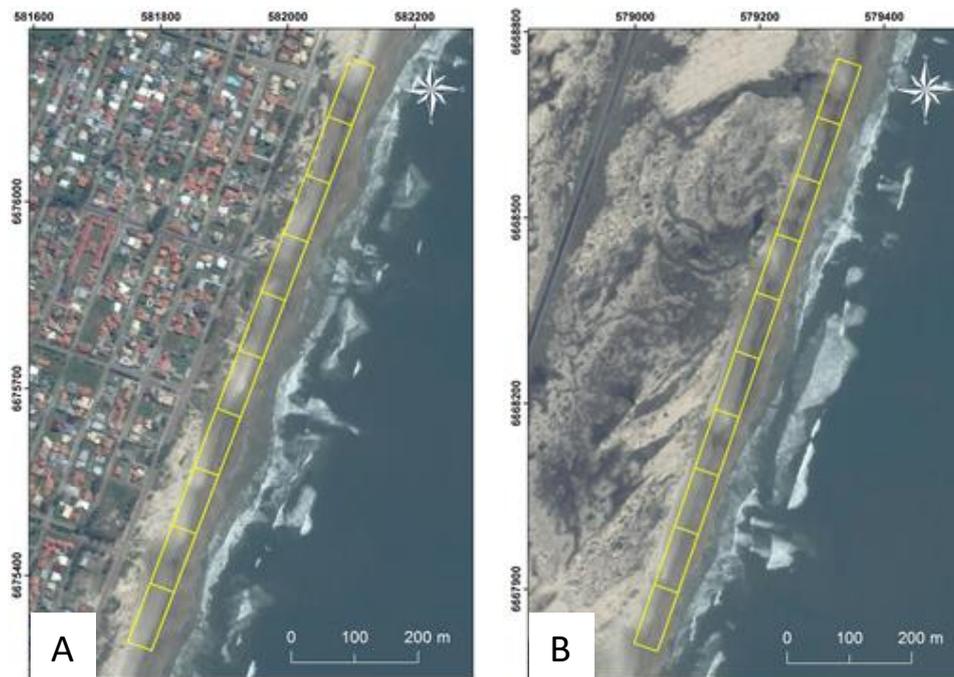


Figura 1 - Mapa de localização dos perfis das áreas de estudo. A) Área urbanizada, Nova Tramandaí; B) Área não urbanizada, Praia das Cabras.

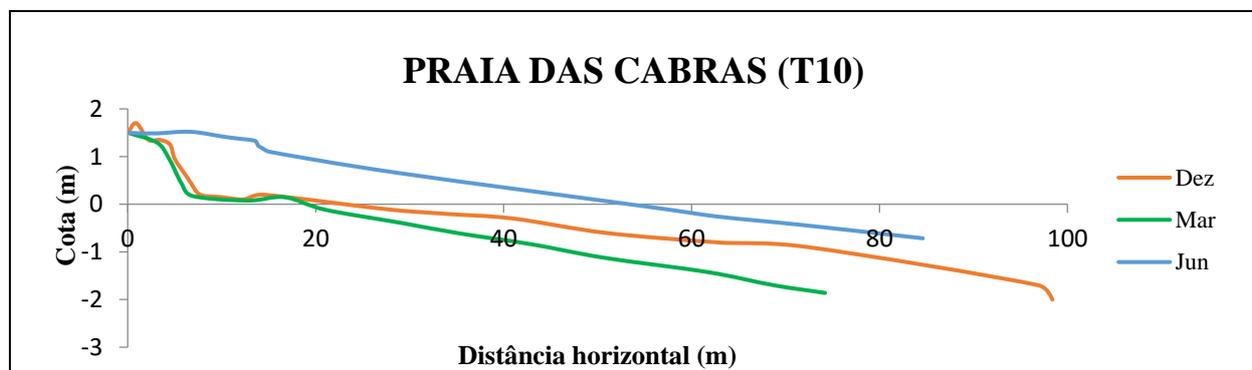


Figura 2. Perfis praias de dezembro, março e junho na Praia das Cabras no ponto T10.

#### Referências

- Calliari, L.J., Pereira, P.S., De Oliveira, A.O. & Figueiredo, S.A. 2005. Vulnerabilidade das Dunas Frontais no Litoral Norte Médio do Rio Grande do Sul, Brasil. GRAVEL, ISSN 1678-5975, n. 3, p. 15-30.
- Dillenburg, S. R.; Tomazelli, J. L.; Martins, L. R. & Barboza, E. G. 2005. Modificações de longo período da linha de costa das barreiras costeiras do Rio Grande do Sul. Gravel, Porto Alegre, n. 3, p. 9-14, nov.
- Tomazelli, L.J., Dillenburg, S.R. & Villwock, J.A. 2000. Late quaternary geological history of Rio Grande do Sul coastal plain, Southern Brazil. Revista Brasileira de Geociências, 30 (3):474-476.
- Villwock, J.A. & Tomazelli, L.J. 1992. Considerações sobre o ambiente praias e a deriva litorânea de sedimentos ao longo do Litoral Norte do Rio Grande do Sul. Pesquisas, Porto Alegre, v. 19, n. 1, p. 3-12.
- Villwock, J.A. 1987. Processos Costeiros e a Formação das Praias Arenosas e Campos de Dunas ao longo da Costa Sul e Sudeste Brasileira. Simpósio sobre Ecossistemas da Costa Sul e Sudeste Brasileira: Síntese dos Conhecimentos. Cananéia, 11 a 16 de Abril de 1987. Publicação ACIESP 54 (1), p. 380-398.
- Wright, L.D. 1980. Beach Cut in relation to Surf Zone Morphodynamics. Proceedings of the 17th International Coastal Engineering Conference ASCE/Sydney, Australia, p. 978-996.



## CONTRIBUIÇÃO PARA CARACTERIZAÇÃO ECOLÓGICA DA PRAIA DAS CABRAS, MUNICÍPIO DE CIDREIRA, RS, BRASIL

Louize Paz de Oliveira<sup>1</sup>, Alice Pereira<sup>1</sup>, Ana Carolina Rocha<sup>1</sup>, André Santos Pereira<sup>1</sup>, Bruna de Santos Barros<sup>1</sup>, Hanna Lima Mattos<sup>1</sup>, João Luiz Pereira Júnior<sup>1</sup>, Júlia Marques Martins<sup>1</sup>, Laís Gliesch Silva<sup>1</sup>, Lisandro Becker Garcia<sup>1</sup>, Maurício Costantin Marmitt<sup>1</sup>, Nathalia Barbosa Serpa<sup>1</sup>, Renata Pimentel Jardim<sup>1</sup>, Rodrigo Rohd Freitas<sup>2</sup>, Stefânia Bernardi Chilanti<sup>1</sup>, Thiago Nóbrega Lisboa<sup>1</sup>, Juçara Bordin<sup>2</sup>, Paulo Henrique Ott<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Curso de Ciências Biológicas – ênfases em Biologia Marinha e Gestão Costeira - Instituto de Biociências – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. <sup>2</sup>Curso de Ciências Biológicas – ênfases em Biologia Marinha e Gestão Costeira Universidade Estadual do Rio Grande do Sul – Unidade do Litoral Norte/Osório.

A região costeira do Rio Grande do Sul vem passando por um sério processo de degradação ambiental nas últimas décadas, especialmente em função da crescente urbanização. Como consequência, além da severa redução e degradação das áreas naturais, a própria composição e estrutura das comunidades florísticas e faunísticas vêm sendo profundamente alteradas. Neste contexto, a realização de inventários biológicos e análise de impactos antrópicos nas áreas remanescentes tornam-se fundamentais dentro da perspectiva de conservação e manejo da biodiversidade. A Praia das Cabras, situada no município de Cidreira, na planície costeira do litoral norte do Rio Grande do Sul (30°05'S, 50°11'W), às margens da RS-786, possui uma extensão de aproximadamente 10km e é considerada um dos últimos locais do litoral norte onde se encontra um campo de dunas relativamente bem preservado. O local serve de hábitat para diversas espécies endêmicas de flora e fauna sendo, portanto, de extrema importância ecológica. O objetivo geral deste estudo foi caracterizar a área quanto aos aspectos relativos à vegetação, fauna e influência antrópica, a partir de observações realizadas nos dias 21 de abril e 12 de maio de 2015. Para amostragem da vegetação, foram realizados quatro transectos perpendiculares à linha de praia, onde foram estabelecidos quadrantes de 1m<sup>2</sup> a cada 10m, totalizando 28 pontos de amostragem em cada transecto. Além disto, também foi realizado o caminhamento entre os transectos, totalizando 17400m<sup>2</sup> de área abrangida. Foram identificadas 52 espécies vegetais, sendo que as famílias mais representativas foram Poaceae, representada principalmente por *Andropogon arenarius* Hackel, *Axonopus furcatus* (Flueggé) Hitchc, *Panicum racemosum* (P. Beauv.) Spreng, *Paspalum notatum* Fluegge e Asteraceae, cujas espécies mais frequentes foram *Baccharis spicata* (Lam.) Baill, *Conyza floribunda* Kunth, *Conyza pampeana* (Parodi) Cabrera, *Gamochaeta americana* (Mill.) Wedd e *Senecio crassiflorus* (Poir.) De Candolle. *Casuarina equisetifolia* L., *Pinnus elliottii* Engelm e *Carpobrotus chilensis* (Molina) N.E. Br. são espécies exóticas também encontradas na área (Tabela 1). Dentre as nativas ou naturalizadas, foram encontradas três espécies lenhosas: *Psidium cattleianum* Sabine, *Mimosa bimucronata* (DC.) Kuntze e *Psidium guajava* L., localizadas especialmente na margem da rodovia e nas áreas mais alagadas. *Blutaparon portulacoides* (A. St.-Hil.) Mears, espécie característica das dunas frontais, encontra-se na Lista das Espécies da Flora Ameaçadas de Extinção do Estado do Rio Grande do Sul, na categoria “Vulnerável” (VU) (Tabela 2). Paralelamente ao estudo da vegetação, foi realizado o levantamento das espécies de aves ocorrentes na faixa praial e na região das dunas. O levantamento foi realizado pelo método do caminhamento, com o auxílio de binóculos e câmeras fotográficas. Foram registradas 21 espécies, distribuídas em 12 famílias: Aramididae (*Aramus guarauna*), Ardeidade (*Egretta thula*), Charadriidae (*Charadrius collaris*, *C. modestus* e *Vanellus chilensis*), Haematopodidae (*Haematopus palliatus*), Laridade (*Chroicocephalus maculipennis*, *Larus atlanticus*, *L. dominicanus*), Rallidae (*Jacana jacana*), Recurvirostridae (*Himantopus melanurus*), Rynchopidae (*Rynchops niger*), Scolopacidae (*Calidris alba*, *C. canutus*, *C. fuscicollis*, *Tringa melanoleuca*), Sternidae (*Sterna hirundinacea*, *S. hirundo*, *Thalasseus acufavidus*, *T. maximus*). De acordo com a IUCN Red List, *L. atlanticus* encontra-se “Quase Ameaçado” (NT). Em relação à Lista de Espécies da Fauna Silvestre Ameaçadas de Extinção no Rio Grande do Sul, *C. canutus* e *T. maximus* estão classificados como “Em Perigo” (EN) e *T. acufavidus* como “Vulnerável” (VU). Foram ainda registradas durante o caminhamento duas espécies de serpentes (*Philodryas patagoniensis*, *Xenodon dorbigny*), uma de



lagarto (*Liolaemus occipitalis*) e uma de roedor (*Ctenomys flamarioni*), sendo as duas últimas consideradas ameaçadas no Estado (Tabela 2). Em relação aos impactos antrópicos, além do levantamento das espécies exóticas, foi também realizada uma avaliação dos resíduos de origem antrópica existentes na área. Para tanto, foram realizados quatro transectos de 10m de largura, perpendiculares a linha de praia, distantes 100m um do outro. Cada transecto foi dividido em três subáreas: faixa praial, duna frontal e pós-duna. Um total de 484 itens foi coletado, sendo que os plásticos representaram 61,78% da amostra. Praticamente, não houve diferença entre a quantidade de resíduos encontrada em cada uma das subáreas. A faixa praial concentrou 32,64% dos resíduos encontrados, a duna frontal 31,20% e a pós-duna 36,16%. A presença de resíduos da construção civil na região pós-duna demonstra que o local está sendo utilizado para descarte de resíduos de origem terrestre. Os resultados apresentados, embora pontuais, demonstram a importância da área para diversas espécies ameaçadas de extinção do Estado, justificando a sua indicação para a criação de uma unidade de conservação. Ao mesmo tempo, a ocorrência de espécies exóticas e a presença de resíduos de origem antrópica na região pós-duna apontam para a clara necessidade do estabelecimento de medidas de manejo e fiscalização desta área.

Tabela 1 – Espécies vegetais exóticas registradas na região de dunas da Praia das Cabras, no município de Cidreira, litoral norte do Rio Grande do Sul, Brasil.

Táxon	Nome Comum
<b>Flora</b>	
<i>Carpobrotus chilensis</i> (Molina) N.E. Br.	Onze-horas
<i>Casuarina equisetifolia</i> L.	Casuarina
<i>Pinus elliottii</i> Engelm	Pinus

Tabela 2 – Espécies da fauna e flora ameaçadas de extinção (Decretos Estaduais no. 51.797, de 8 setembro de 2014 e 52.109 de 19 de dezembro de 2014) registradas na Praia das Cabras, Cidreira, litoral norte do Rio Grande do Sul, Brasil.

Táxon	Nome Comum	Categoria de Ameaça
<b>Fauna</b>		
<i>Liolaemus occipitalis</i> Boulenger, 1885	Lagartixa-da-praia	Vulnerável (VU)
<i>Calidris canutus</i> Linnaeus, 1758	Maçarico-de-papo-vermelho	Em Perigo (EN)
<i>Larus atlanticus</i> Olog, 1958	Gaivota-de-rabo-preto	Quase Ameaçado (NT)*
<i>Thalasseus maximus</i> (Boddaert, 1783)	Trinta-réis-real	Em Perigo (EN)
<i>Thalasseus acutiflavus</i> (Cabot, 1847)	Trinta-réis-de-bico-amarelo	Vulnerável (VU)
<i>Ctenomys flamarioni</i> Travi, 1981	Tuco-tuco-das-dunas	Em Perigo (EN)
<b>Flora</b>		
<i>Blutaparion portulacoides</i> (A.St.-Hil.) Mears	Capotiraguá	Vulnerável (VU)

\*BirdLife International 2013. *Larus atlanticus*. The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2015.2. <[www.iucnredlist.org](http://www.iucnredlist.org)>. Acessado em 30 de junho de 2015.



## STRATIGRAPHIC ARCHITECTURE OF THE PO PLAIN (ITALY) – FROM THE BASIN SCALE TO ULTRA-HIGH RESOLUTION

Luigi Bruno, Alessandro Amorosi

*Department of Biology, Earth and Environmental Sciences – University of Bologna, Italy*

The Po Plain is one of the most densely populated area of Europe. Bounded by the Alps to the north and by the Apennines to the south, the Po Plain is crossed by a trunk river (the Po), and by its tributaries draining these two mountain chains. The subsurface of the plain has been intensely investigated since the second half of the last century at various temporal and spatial scales. A dense network of deep seismic profiles performed during the Seventies by Eni-Agip provided a first portrayal of the geometry and internal architecture of this sedimentary basin (Pieri & Groppi, 1981). The fronts of the Alpine and Apenninic chains, hidden beneath the flat surface of the plain, consist of a series of south and north-verging systems of blind thrust and folds, respectively. These structures are sealed by a sedimentary cover whose thickness ranges between a few hundreds of meters, at the basin margin and atop the culmination of the buried anticlines, and > 5 km in the depocentres. South of the Po River, thrusts and folds form four arcs, from west to east: the Monferrato, Emilia, Ferrara and Romagna arcs. Thrusts related to the Ferrara Arc are tectonically active, as testified by the May 2012 seismic events. The area between the Apenninic chain and its buried external front can be viewed as a wedge-top basin characterized by typical syn-tectonic geometries (Fig. 1a). The Pliocene deep-marine units are the most deformed, whereas Pleistocene and Holocene shallow-marine and continental units are progressively less deformed upsection. More detailed studies, based on the correlation of well and core logs, have focused on the topmost portion of the basin fill (Regione Emilia-Romagna & Eni-Agip, 1998; Regione Lombardia & Eni divisione Agip, 2001). Three main sectors can be recognized based on the distribution of the sedimentary facies: (i) the basin margin, composed of alluvial sediments deposited by the Apenninic and Alpine rivers; (ii) the central basin, mainly fed by the Po River and (iii) the coastal plain, characterized by alternating alluvial and shallow-marine sediments. In this latter sector, two wedge-shaped bodies composed of shallow-marine and coastal facies were identified at around 125-100 and < 30 m depth and assigned to Marine Isotope Stage (MIS) 5e and 1, respectively, on the basis of pollen curves and radiometric data (Amorosi *et al.*, 2004). The rhythmical alternation of coastal and alluvial facies was linked to climatic and eustatic oscillations at the Milanković scale: the alluvial facies were interpreted as deposited during glacial/lowstand times, while coastal and shallow marine facies during the interglacials (marine transgression and highstand). The transgressive surfaces (TS) were traced at the base of the coastal wedges. A similar, cyclical stratigraphic architecture has also been reconstructed close to the Apenninic chain and beneath the Po River (Amorosi *et al.*, 2008). In these areas, composed uniquely of continental facies, the cyclicity is highlighted by vertical changes in fluvial channel stacking patterns. Laterally-extensive channel belt sand bodies alternate with mud-dominated successions marked by poorly-interconnected fluvial channel bodies. Pollen grains from the fluvial channel belts are representative of herbaceous vegetation typical of glacial periods. On the contrary, the mud-dominated intervals are invariably characterized by pollen associations typical of warm periods (Amorosi *et al.*, 2008). This diagnostic pollen signature allowed correlation between the basin margin, the central plain and the coastal areas. Particularly, the landward equivalents of the TS were traced at the top of laterally-extensive fluvial channel complexes. As a result, the late Quaternary succession of the Po Basin was subdivided into transgressive-regressive (T-R) cycles, where: (i) the transgressive portions consist of fine-grained floodplain deposits grading seaward into coastal and shallow-marine sediments; (ii) the regressive intervals are composed throughout the basin by alluvial sediments, with laterally extensive fluvial channel belts. Each cycle covers approximatively a time-span of 100 ky and attains a thickness of about 100 m. Due to large availability of shallow stratigraphic data, from the dataset of the Emilia-Romagna Geological Survey, the uppermost two T-R cycles were studied at higher temporal and spatial resolution, using integrated sedimentological and paleontological, techniques. The Holocene coastal wedge (Amorosi *et al.*, 1999; 2003) shows a retrogradational stacking pattern (transgressive systems

tract) overlain by prograding facies associations (highstand systems tract), with further subdivision into millennial-scale parasequences (Amorosi *et al.* 2005). Lack of strong facies contrasts within the alluvial succession prevents the identification of key sequence-stratigraphic surfaces such as the maximum flooding surface. At proximal locations, however, lower-rank units bounded by weakly developed palaeosols were identified (Amorosi *et al.*, 2014). These high-frequency depositional cycles are likely to reflect a millennial-scale climate variability (Bruno *et al.*, 2015).

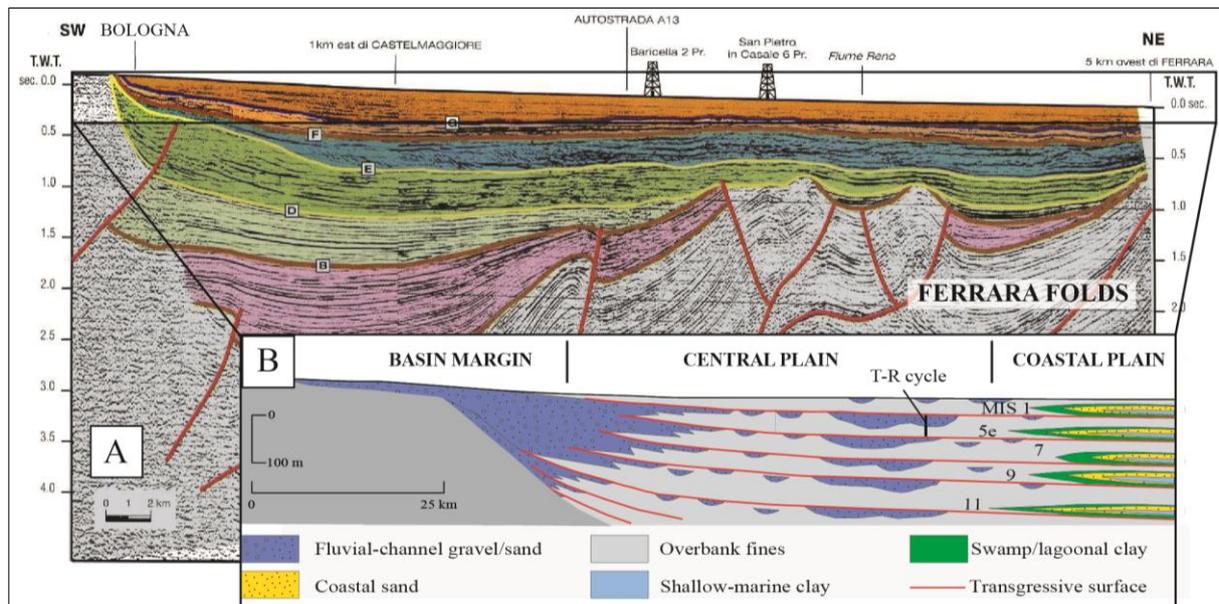


Figura 1. a) Deep seismic profile from the Apenninic margin to the Po River; b) Schematic cross-section showing the depositional architecture of the Quaternary portion of the Po Basin fill. Modified from Bruno *et al.*, 2015.

## References

- Amorosi, A., Bruno, L., Rossi, V., Severi, P. & Hajdas, I. 2014. Paleosol architecture of a late Quaternary basin-margin sequence and its implications for high-resolution, non-marine sequence stratigraphy. *Global and Planetary Change*, n. 112, p. 12-25.
- Amorosi, A., Colalongo, M.L., Fiorini, F., Fusco, F., Pasini, G., Vaiani, S.C. & Sarti, G. 2004. Palaeogeographic and palaeoclimatic evolution of the Po Plain from 150-ky core records. *Glob. Planet. Change*, n. 40, p. 55-78.
- Amorosi, A., Colalongo, M.L., Pasini, G. & Preti, D. 1999. Sedimentary response to Late Quaternary sea-level changes in the Romagna coastal plain (northern Italy). *Sedimentology*, n. 46, p. 99-121.
- Amorosi, A., Centineo, M.C., Colalongo, M.L., Pasini, G., Sarti, G. & Vaiani, S.C. 2003. Facies architecture and Latest Pleistocene-Holocene depositional history of the Po Delta (Comacchio area). *Italy. The Journal of Geology*, 111, 39-56.
- Amorosi, A., Centineo, M.C., Colalongo, M.L. & Fiorini, F. 2005. Millennial-scale depositional cycles from the Holocene of the Po Plain, Italy. *Marine Geology*, 222-223, p. 7-18.
- Amorosi, A., Pavesi, M., Ricci Lucchi, M., Sarti, G. & Piccin, A. 2008. Climatic signature of cyclic fluvial architecture from the Quaternary of the central Po Plain, Italy. *Sedimentary Geology*, 209, 58-68.
- Bruno, L., Amorosi, A., Severi, P. & Bartolomei, P. 2015. High-frequency depositional cycles within the late Quaternary alluvial succession of Reno River (northern Italy). *Italian Journal of Geosciences*, n. 134/2, p. 339-354.
- Pieri, M. & Groppi, G. 1981. Subsurface geological structure of the Po Plain, Italy. P.F. Geodin. Publ. 414, C.N.R. Roma, p. 1-23.
- Regione Emilia-Romagna & Eni-Agip. 1998. Riserve idriche sotterranee della Regione Emilia-Romagna. S.EL.CA., Firenze.
- Regione Lombardia & ENI Divisione AGIP. 2002. Geologia degli acquiferi Padani della Regione Lombardia. A cura di C. Carcano e A. Piccin. S.EL.CA., Firenze, p. 130.



## **FOREDUNES MORPHOLOGICAL CHANGES BY BIMODAL WINDS REVEALED BY GROUND-PENETRATING RADAR: MASSAMBABA BEACH – RIO DE JANEIRO, BRAZIL**

Guilherme Borges Fernandez<sup>1</sup>, Mariana Silva Figueiredo<sup>1</sup>, Thais Baptista da Rocha<sup>2</sup>, Caroline Martins<sup>1</sup>, Martim Almeida Braga Moulton<sup>1</sup>

*1 Universidade Federal Fluminense, Av. Gal. Milton Tavares de Souza, s/nº - Campus da Praia Vermelha - Boa Viagem - Niterói/RJ – Brasil. guilhermefernandez@id.uff.br; marisfgeo@gmail.com; carolinemartins@id.uff.br; martimabm@gmail.com; 2Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ), Rua São Francisco Xavier, 524, 4º andar – sala 4023, Maracanã (RJ), Brasil. thais.rocha@pq.cnpq.br*

Foredunes are usually formed under particular conditions such as onshore winds and medium to fine sediments coming from the beach system, with the vegetation playing an important role on fixing this material (See for example Hesp and Walker, 2013). Nevertheless, foredunes can be observed in areas with prevalent offshore winds, as the eastern part of Massambaba coastal plain in the Rio de Janeiro State. Massambaba is 54 km long, orientated in east-west direction, and present a well-developed foredunes, especially in the last 25 km in east direction. This area is under action of prevalent northeast winds (offshore) and storm surges that are frequently formed by south to southwest strong winds and high-energy waves. At the Easter part of Massambaba beach, storm surges are responsible for overwash processes that deposit sediments in the backbarrier, as propose by Fernandez e Muehe, 2004. These deposits are reworked by offshore winds and represent the main sediment source for the foredunes (Fernandez e Muehe, 2004). Even with the considerations made by Fernandez e Muehe (2004), some issues remain unclear about the role of onshore winds in the foredunes formation and the internal sedimentary architecture. In these specific environmental conditions, the objective of this work is to investigate the detailed morphological aspects and internal sedimentary architecture of the foredunes at the Easter part of Massambaba beach. For this purpose, 3D morphological representations were made using DGPS and sedimentary architecture was identified by use of ground-penetrating radar (400 MHz, common-offset mode). The 3D morphological representations revealed susceptible areas to washover processes and areas with aeolian process prevail to development of foredunes. The washover deposits was identified is depression between aeolian deposits. These depression probably was a result by combination of waves and onshore winds. The detailed morphological representation revealed that part of the foredunes assumes a parabolic feature, probably initiated by blowout process, under offshore winds conditions. In this case, the parabolic dunes migrates in offshore direction, rarely observed (Figure 1). The sedimentary architecture shows six radarfacies (Figure 2) and corroborate the morphological interpretation. The figure 2A shows the internal structure observed in the aeolian accumulation in the foredunes. The following structures stood out: an onshore structure (f1c – avalanche deposits) associated with storm wind conditions, an offshore structure (f1d – aeolian cross-bedding) associated with the action of offshore winds and another offshore structure. The f1b was associated with beach deposits. The figure 2B show the radarfacie f2d and f2e, at the top of the radar profiles, was associated a parabolic feature, and reveals recent movement of sediments in offshore direction (f1e), as a result a fair weather wind conditions. The radarfacies f1a and f1b probably mark the onshore, i.e. the storm wind pattern. The applied methods allowed the identification of morphologic characteristics and similarities and differences in the sedimentary architecture between the analysed foredunes at the study area.

### References

- Fernandez, G.B. & Muehe, D. 2004. Sediment budget correlation with the Southern Oscillation Index of a foredune westward of Cabo Frio (Rio de Janeiro). *Journal of Coastal Research*. , v.SI 39, p.1 - 6.
- Hesp, P.A. & Walker, 2013. Coastal Dunes. Chapter 11.17. *In: Lancaster, N., Sherman, D.S., Baas, A.S. Aeolian Geomorphology* (eds), in Shroder (ed. Chief). *Treatise of Geomorphology*. Associated Press. 329-356.

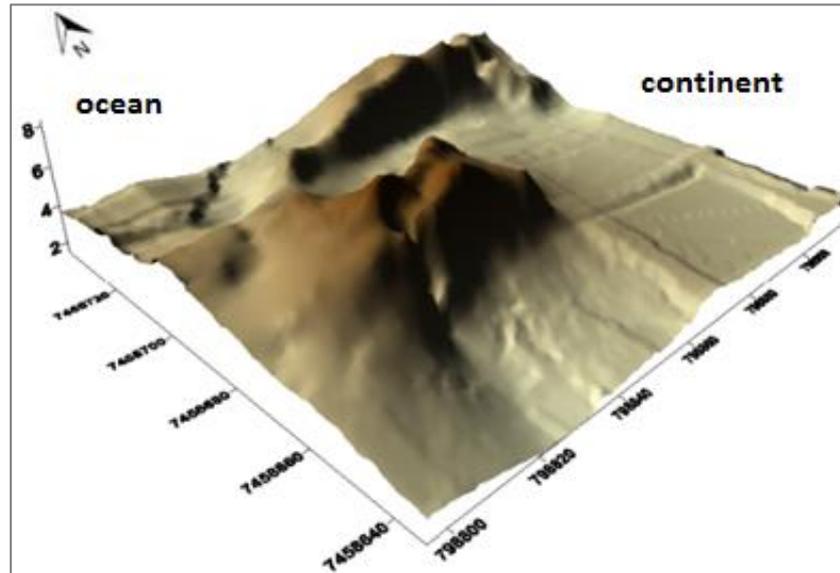


Figure 1. Parabolic dune formed in offshore direction revealed by 3D Model.

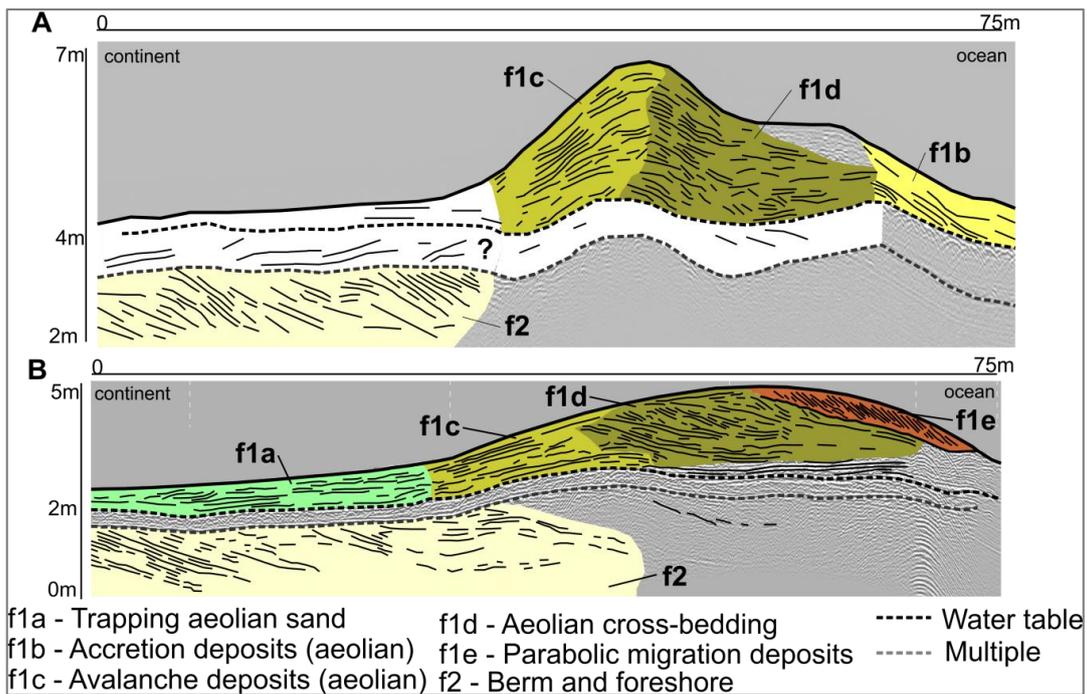


Figure 2. Sedimentary architecture of a foredune (A) and of the altered foredune.



## **IDENTIFICAÇÃO DAS CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS EM PRAIAS ARENOSAS COM AUXÍLIO DE IMAGENS DE ALTA RESOLUÇÃO ESPACIAL E TOPOGRAFIA DE DETALHE: EXEMPLO DA PRAIA DA MASSAMBABA, LITORAL DO RIO DE JANEIRO**

Victor Maluf<sup>1</sup>, Mariana Figueiredo<sup>1</sup>, Thais B. Rocha<sup>2</sup>, Guilherme Fernandez<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Laboratório de Geografia Física LAGEF, Universidade Federal Fluminense, Av. Gal. Milton Tavares de Souza, s/nº - Campus da Praia Vermelha - Boa Viagem - Niterói/RJ – Brasil. Vic.bvm@gmail.com; guilhermefernandez@id.uff.br; <sup>2</sup>Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ), Rua São Francisco Xavier, 524, 4º andar – sala 4023, Maracanã (RJ), Brasil. thais.rocha@pq.cnpq.br

Praias arenosas são depósitos sedimentares formados essencialmente por ondas e tem sua morfologia alterada principalmente por flutuações na energia das ondulações incidentes. A maneira tradicional de representar seu comportamento morfodinâmico é através de perfis topobatimétricos em duas dimensões, técnica fundamental no desenvolvimento dos principais modelos morfológicos durante as décadas de 1970 e 1980. No entanto, em vista dos avanços no campo das geotecnologias das últimas décadas, diversos outros métodos vêm sendo amplamente explorados. Entre eles estão a utilização de GPS cinemático em tempo real (RTK GPS) (ex. Huang *et al.*, 2002), fotografias aéreas e imagens orbitais multiespectrais de alta resolução espacial (ex. Teodoro *et al.*, 2011). Na costa brasileira, estudos dessa natureza ainda são escassos, e grande parte feita a partir de topografia tradicional, sem utilização de dados em planta. Uma exceção é o trabalho de Silveira *et al.* (2011), que utiliza ortofotos e imagens de alta resolução disponíveis no software Google Earth para classificar praias arenosas de enseada no litoral de Santa Catarina e São Paulo. Nesse contexto, o objetivo deste trabalho é utilizar imagens de alta resolução espacial, topografia tridimensional de detalhe e topografia transversal tradicional para identificar de características morfodinâmicas ao longo da praia da Massamababa, litoral centro-leste do Estado do Rio de Janeiro, a partir de três pontos de monitoramento. Foram baixadas gratuitamente 9 imagens de alta resolução disponibilizadas na série histórica do software Google Earth Pro. As cenas foram georreferenciadas com auxílio do software ArcGis 9.3 a partir das ortofotos do IBGE de 2005, selecionando 12 pontos de controle. Foi possível obter a resolução de 0,7 m para as imagens selecionadas, com um erro geométrico de menos de um pixel. Foi realizada interpretação visual, de modo a reconhecer feições e processos morfodinâmicos conforme os modelos compilados em Short (1999), tais como: megacúspides de praia rítmica, megacúspides de swash, correntes de retorno e padrões de bancos na zona de surf. A morfologia da parte emersa do prisma praiial foi vetorizada manualmente a partir da linha do alcance máximo das ondas. Os modelos digitais de elevação da praia emersa e pós-praia foram gerados no software Surfer 8.0 a partir da interpolação por Krigagem da malha de pontos adquirida durante o caminhamento. Por fim, as sessões transversais foram levantadas com auxílio de estação total e monitoradas a partir de referenciais de nível ajustados ao nível médio do mar. Amostras granulométricas foram analisados com granulômetro ótico. Os dados mostram que no ponto Oeste predomina o estágio de terraço de baixa mar, com face de praia e berma variáveis e ocorrência de mega cúspides de espraiamento (figura 1, superior). No ponto Centro foram observados desde bancos longitudinais a bancos transversais, faces de praia íngrimes e bermas mais estáveis que o ponto Oeste (figura 1, centro). Há a presença de dunas frontais. No ponto Leste foram observados sistemas de bancos múltiplos (um a dois bancos), que se apresentam em quase todas as configurações intermediárias. A face de praia e berma mostram variabilidade morfológica, mas raramente há a presença de cúspides de espraiamento. O pós-praia apresenta dunas frontais ativas (figura 1, inferior). Conclui-se que as condições morfodinâmicas variam de intermediário-refletiva a intermediário-dissipativa de oeste para leste na praia da Massamababa, possivelmente em função do decréscimo do diâmetro granulométrico na zona submarina e parte emersa. A utilização de imagens de alta resolução e topografia tridimensional de detalhe se mostrou altamente eficaz na identificação de padrões morfodinâmicos.

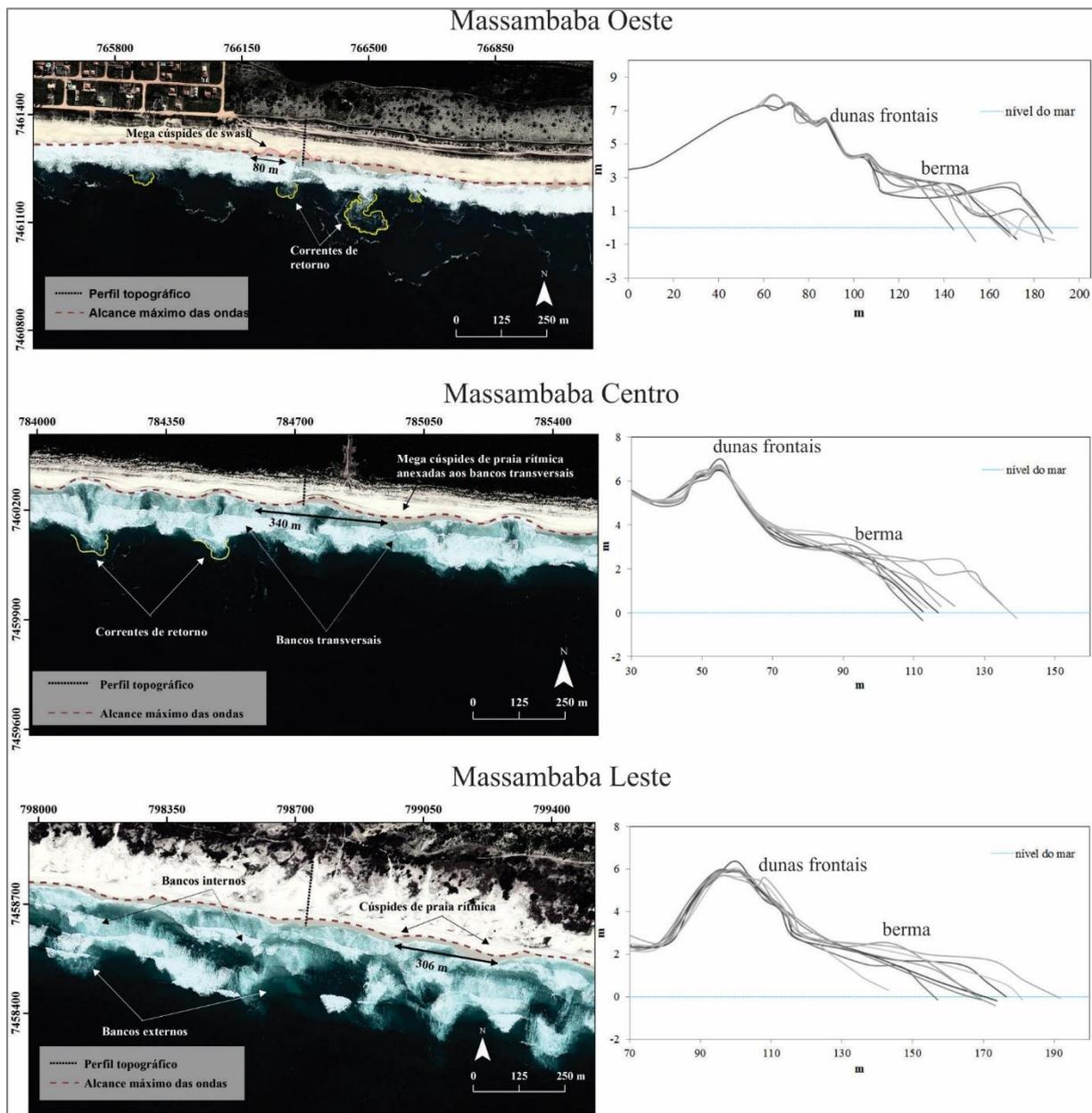


Figura 1. Imagens de alta resolução do dia 08/06/2012 para os pontos Oeste, Centro e Leste da praia da Massambaba.

## Referências

- Huang, J.; Jackson D. W.T. & Cooper J. A. G. 2002. Morphological Monitoring of a High Energy Beach System Using GPS and Total Station Techniques, Runkerry, Co. Antrim, Northern Ireland. *Journal of Coastal Research*. Special Issue 36, pp. 390-398.
- Short, A. D. 1999. *Handbook of Beach and Shoreface Morphodynamics*. John Wiley & Sons.
- Silveira, L. F.; Klein, A. H. F. & Tessler, M. G. 2011. Classificação Morfodinâmica das Praias do Estado de Santa Catarina e do Litoral Norte do Estado de São paulo utilizando Sensoriamento Remoto. *Braz. J. Aquat. Sci. Technol.*, 15(2):13-28.
- Teodoro, A., Pais-Barbosa, J., Gonçalves, H., Veloso-Gomes, F. & Taveira-Pinto, F. 2011. Beach Hydromorphological Analysis Through Remote Sensing. In: Micallef, A. (ed.), *MCRR3-2010 Conference Proceedings*, *Journal of Coastal Research*, Special Issue, No. 61, pp. 44-51. Grosseto, Tuscany, Italy, ISSN 0749-0208.



## **TRANSFORMAÇÃO TECNOGÊNICA DA PLANÍCIE DE INUNDAÇÃO DO RIO TIETÊ, ENTRE OS RIOS BAQUIRIVU-GUAÇU E CABUÇU DE CIMA, NO MUNICÍPIO DE GUARULHOS – SP**

Luiza Cordeiro da Silva<sup>1</sup>, Adriana Aparecida de Oliveira<sup>1</sup>, Antonio Manoel dos Santos Oliveira<sup>1</sup>

<sup>1</sup>*Centro de Pós-Graduação e Pesquisa – Mestrado em Análise Geoambiental - Universidade Guarulhos.*

Esta pesquisa, sob a óptica do Antropoceno, realizou estudo da planície de inundação, localizada ao Sul da cidade de Guarulhos, entre a foz do rio Cabuçu de Cima até a foz do rio Baquirivu-Guaçu. A área representada na Figura 1 contém os bairros Ponte Grande, Porto da Igreja e Várzea do Palácio, onde desembocam de jusante para a montante os córregos: Itapegica, São João, Queromano, Cavalos, Cubas, Cocaia-Japoneses e Sítio alto. No início do desenvolvimento econômico da cidade a área foi submetida à intensa mineração, que produziu muitas cavas. Abrigou também porto de escoamento dos produtos hortifrutigranjeiros e tijolos produzidos na cidade de Guarulhos para abastecer os mercados da capital (Kishi, 2005). No processo de industrialização do país, a partir da década de 1950, com início da construção da Rodovia Presidente Dutra a área passou a receber fábricas, residências, depósitos regulares de resíduos inertes e até contaminantes, com aterro de algumas de suas cavas. Na década de 1970, com a alteração no curso do rio, criou-se um canal artificial, desviando as águas mais para o Sul da área estudada, ocorrendo aterramento radical de parte de sua várzea. O canal original do rio Tietê foi mantido como canal, denominado de Circunvalação, com a função de receber águas defluentes da porção mais urbanizada da cidade de Guarulhos pelos cursos d'água indicados na Figura 1. A ocupação desta área de várzea, considerando Pellogia, (1998) e Oliveira (2005), compreende a intervenção do Homem como agente geológico. Entretanto, como a planície de inundação, definida como Área de Preservação Permanente (APP), tem importante papel na regularização das vazões dos rios, sendo este papel, considerado como serviço ecossistêmico da biosfera, sua ocupação compromete este serviço de regulação das cheias do rio, além de promover perda do serviço de provisão e serviços culturais (Alcama *et al.*, 2003; Rodrigues; Victor, 2006). Embora, observando-se nos períodos analisados que a área passou por profundas transformações, nela ainda se registram fragmentos de mata, campos, capoeiras, redutos de fauna representativa da biodiversidade da Área de Proteção Ambiental – Várzeas do Rio Tietê (APAVRT). No contexto da unidade de conservação em que a área de estudo se insere o Governo do Estado (GESP, 2011), realizou levantamentos que indicam maior crescimento da população na parte ocidental, sendo vetores de pressão a pesca, caça, uso de fogo e culturas agrícolas; espécies invasoras (flora e fauna); na porção rural considera-se também o uso de agrotóxico e outras fontes poluidoras de ar e água, além do desmatamento, entretanto considera que os vetores mais preocupantes são a expansão urbana e o mercado imobiliário. Outro aspecto importante na pesquisa foi a análise dos instrumentos legais na defesa da preservação e recomposição do patrimônio natural que é o rio Tietê e todo seu território lindeiro, fundamentais a manutenção dos serviços ecossistêmicos não apenas para a área de estudo, mas para toda a Região Metropolitana de São Paulo (RMSP), uma vez que tem uma função de amortecimento aos impactos ambientais que ameaçam à Reserva da Biosfera do Cinturão Verde de São Paulo (RBCV). Neste quadro a pesquisa foi realizada com o objetivo de analisar o uso da terra, impactos da intervenção humana nos serviços ecossistêmicos e produzir subsídios para a ocupação mais adequada da área, aplicando como eixo o método principal a evolução do uso da terra, com base em fotos aéreas, imagens de satélite e reconhecimento de campo, tendo como resultado principal a identificação da perda de áreas naturais, responsáveis pelo fornecimento de serviços ecossistêmicos, disponíveis, considerando as áreas presentes de vegetação arbórea, vegetação arbustiva, corpos d'água e chácaras, conforme Figura 2. Neste sentido, a pesquisa alcançou sua meta de embasar cientificamente o estudo da área para poder dar visibilidade à sociedade sobre a importância desta área de várzea, quanto ao seu potencial de fornecimento de serviços ecossistêmicos ao município e para a RMSP.

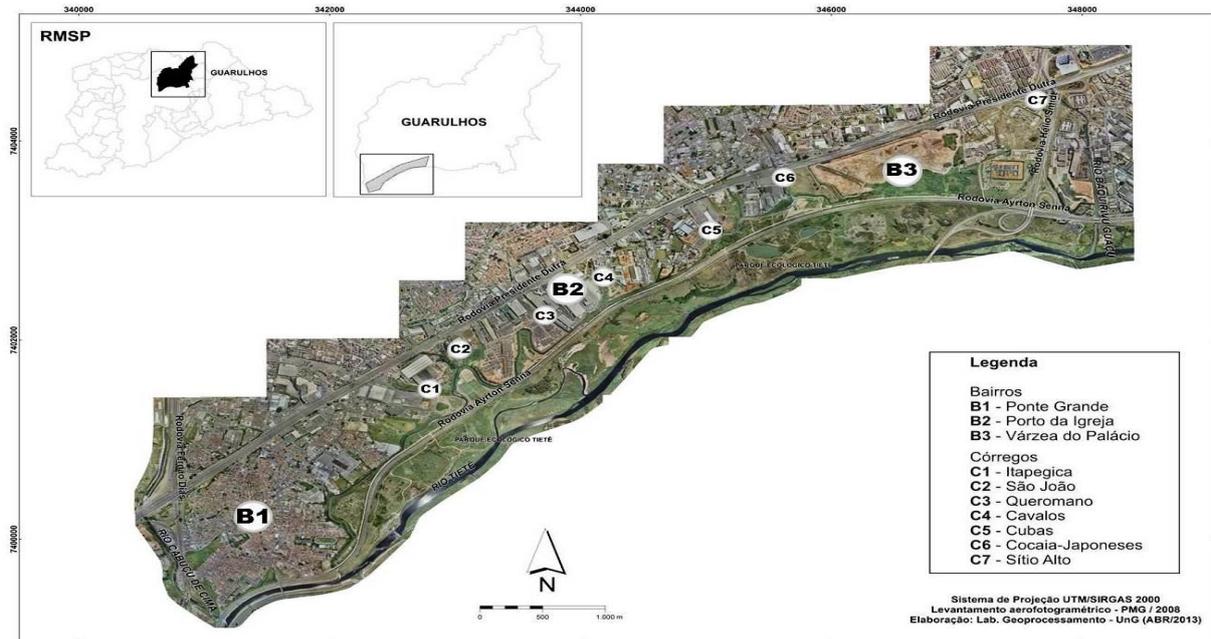


Figura 1. Várzea do rio Tietê, entre os rios Cabuçu de Cima e Baquirivu-Guaçu - Guarulhos - SP - Fonte: PMG (2008).

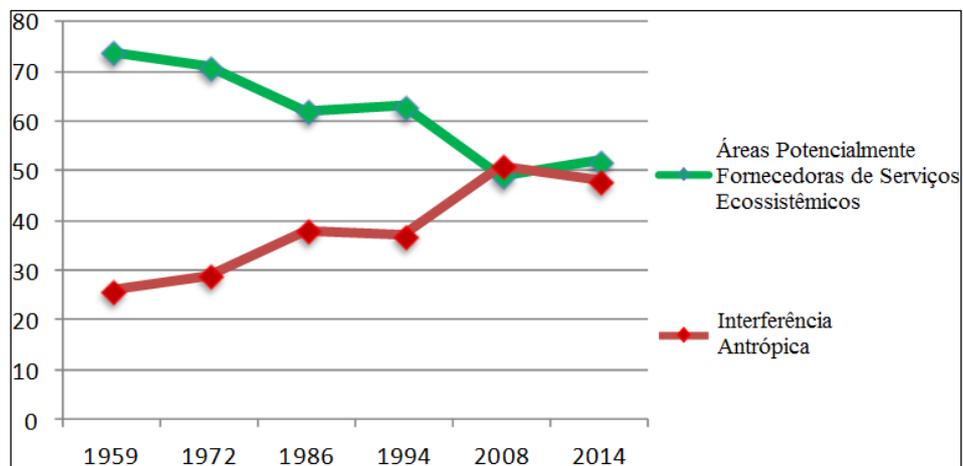


Figura 2 – Gráfico demonstrando a interferência humana em porcentagem da área de estudo nas áreas potencialmente fornecedoras de serviços ecossistêmicos, de 1959 à 2014.

## Referências

- Alcamo, J; *et al.* Millennium Ecosystem Assesment (Program). United States of América, 2003.
- Governo do Estado de São Paulo – GESP. Plano de Manejo APA-Várzeas do Rio Tietê. Relatório Diagnóstico do Meio Biótico: São Paulo, V. III, 11 de maio, 2011, p. 217
- Governo do Estado de São Paulo – GESP. Plano de Manejo APA-Várzeas do Rio Tietê. Relatório Diagnóstico do Meio Antrópico: São Paulo, v. IV, 11 de maio de 2011, p. 300.
- Kishi, M. Guarulhos Século XX, imagens e história, Prefeitura Municipal de Guarulhos, Secretaria de Cultura, São Bernardo do Campo: Usina de Idéias, 2005.
- Oliveira, A. M. S. et al. Tecnógeno: registro de ação geológica do homem. In: Souza, C.R.G. et.al. Quaternário no Brasil. Ribeirão Preto: Holos, 2005.
- Peloggia, Alex. O Homem e o Ambiente Geológico: geologia, sociedade e ocupação urbana no município de São Paulo. São Paulo: Xamã, 1998.
- Rodrigues, E, A; Victor, R. A. B. M.; A reserva da biosfera do cinturão verde da cidade de São Paulo como marco para a gestão integrada da cidade, seus serviços ambientais e o bem-estar humano. São Paulo em Perspectiva, v. 20, n. 2, p. 71-89, 2006.



## ANÁLISE DE RAMPAS DEPOSICIONAIS NA SERRA DO ESPINHAÇO MERIDIONAL, MG, BRASIL, ATRAVÉS DE BIOMIMERALIZAÇÕES DE SÍLICA E ISÓTOPOS DE CARBONO

Karina Ferreira Chueng<sup>1</sup>, Heloisa Helena Gomes Coe<sup>1,2</sup>, Cristina Helena Ribeiro Rocha Augustin<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Geologia – Universidade Federal Fluminense, Brazil; <sup>2</sup>Departamento de Geografia – Faculdade de Formação de Professores da Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Brazil; <sup>3</sup>Instituto de Geociências – Universidade Federal de Minas Gerais, Brazil

A Serra do Espinhaço Meridional constitui um cinturão orogenético pré-cambriano, localizado na porção leste do estado de Minas Gerais (Fig. 1). Uma das características mais comuns nesta Serra é a ocorrência de afloramentos de quartzito (Saadi, 1995), intercalados por superfícies relativamente planas, com tamanhos bastante variados e cobertas por material arenoso onde predominam solos do tipo Neossolos Quartzoarenólicos (Rocha, 2011). Ainda não está claro quais os processos e mecanismos envolvidos no desenvolvimento destas formações arenosas, uma vez que elas podem ser: a) *in situ*, de natureza eluvial, resultantes da alteração por intemperismo químico e físico do quartzito subjacente; ou b) de origem coluvial, como resultado da erosão e transporte disperso e do escoamento concentrado (*runoff*) (Augustin, 2011). Além disso, estudos anteriores (Chueng, 2012) indicaram que, apesar da base litológica ser a mesma, os processos de acumulação ocorreram de formas distintas. O objetivo deste trabalho é contribuir para o entendimento dos processos geomorfológicos envolvidos no desenvolvimento das rampas deposicionais que intercalam os afloramentos de quartzito desta região através do uso de fitólitos, espículas de esponjas e isótopos de carbono. Os fitólitos são partículas microscópicas de opala que se formam por precipitação de sílica amorfa entre e no interior de células de diversas plantas vivas, como resultado de um processo de biomineralização por mediação da matriz orgânica, no caso as plantas (Piperno, 2006). A análise  $^{13}\text{C}$  da Matéria Orgânica do Solo (MOS) possibilita a identificação da formação vegetal que a originou como do tipo C3, C4 ou CAM (Killops e Killops, 2005). As espículas de esponjas, cuja a estrutura também é formada por sílica biogênica, funcionam como indicadores de ambientes com permanência e qualidade de água (Volkmer-Ribeiro & Parolin, 2010). Foram amostrados quatro perfis de solo e sedimentos na região entre Guinda e Diamantina. A partir da amostragem, foram realizadas análises granulométricas, de carbono orgânico, isotópicas, fitolíticas, de espículas e serão realizadas datações por  $^{14}\text{C}$ - AMS. Nos quatro perfis analisados há ocorrência de uma quantidade significativa de espículas (megascleras), na sua maioria quebradas, e os fitólitos se apresentam bastante alterados, indicando que os processos erosivos são muito intensos. O estoque de fitólitos não segue o padrão normal de diminuição com a profundidade, sendo variado principalmente no perfil 3. Nos perfis 1, 2 e 3, no que se refere aos fitólitos classificáveis, predominam os tipos produzidos pelas gramíneas, sobretudo os *bulliform*, que indicam condições de estresse hídrico. No perfil 4, além da presença de fitólitos do tipo *bulliform*, há grande quantidade de fitólitos do tipo *globular granulate*, produzidos pelas lenhosas além de fitólitos do tipo *elongate* (Fig. 2). Foi observado que o teor de carbono segue o padrão normal de diminuição com a profundidade em todos os perfis. Nos perfis 1, 2 e 3 a diminuição em profundidade ocorreu de forma gradual. O perfil 4 é o mais rico em carbono e também foi observado uma diminuição mais brusca do teor de carbono em profundidade. Há diferenças nos valores de  $\delta^{13}\text{C}$  entre os perfis. Há o predomínio de plantas C4 (gramíneas), porém no perfil 3, nota-se um empobrecimento, indicando um aumento de plantas C3 (ambiente mais úmido). O índice de densidade arborea é baixo nos perfis 1, 2 e 3, indicando principalmente presença de gramíneas. O índice de densidade arborea nos perfil 4 é mais elevado indicando possível presença de lenhosas. Através das análises de textura, foi possível observar que o solo é bastante arenoso, com predominância de areia fina. Também é notável que, nesta área, ocorrem dois ambientes: ambiente aeróbico com presença de ferro (hematita goethita) e ambiente anaeróbico (reduzidor). Além disso, é claro o gradiente hidráulico influenciando as características do material *in situ* e, por conseguinte, o solo. Essas análises são de grande relevância para a reconstituição regional temporal e interpretação dos processos geomorfológicos que atuam de forma eficiente no transporte e

deposição dos sedimentos nesta região. Palavras-chave: Rampas deposicionais, Serra do Espinhaço, Fitólitos, Isótopos de Carbono, Espículas de esponja.



Fig. 1: Área de estudo. Fonte: <http://www.serradoespinhaco.com.br/>.

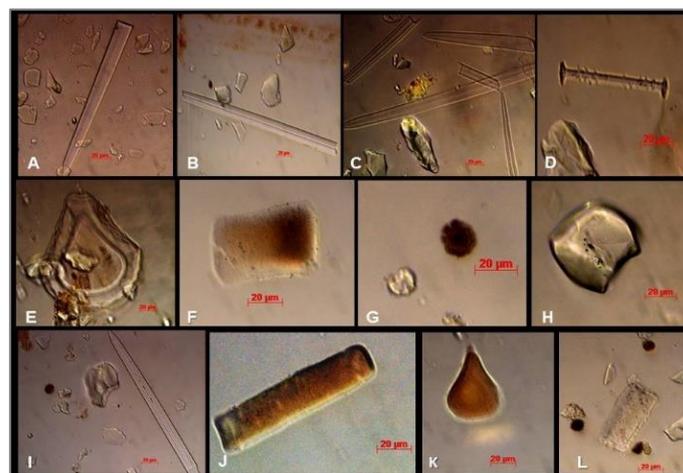


Fig. 2: Tipos de fitólitos e espículas observados nos perfis analisados: A, B, C, D, I – Espículas de esponja; E, K – Bulliform Cuneiform; F, H, L – Bulliform Paralelepipedal; G- Globular Granulate; J- Elongate.

## Referências

- Augustin, C. H. R. R. 2011. *Geodinâmica Quaternária na Espinhaço Meridional - MG*. Belo Horizonte: UFMG: 32 p.
- Chuang, K. F. 2012. *Inferência da cobertura vegetal e das condições climáticas no Espinhaço Meridional, MG, durante o Quaternário através dos indicadores fitólitos e isótopos de carbono*. Trabalho de Conclusão de Curso (Monografia): UERJ – FFP, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Faculdade de Formação de Professores, Rio de Janeiro. 115p.
- Killops, S. & Killops, V. 2005. *Introduction to organic geochemistry*. Blackwell, Malden, MA: Blackwell 393 p.
- Piperno, D. R. 2006. *Phytoliths: a comprehensive guide for archaeologists and paleoecologists*. Altamira press, New York.
- Rocha, L. C. 2011. *Aspectos da Desnudação Geoquímica na Evolução da Serra do Espinhaço Meridional no Estado de Minas Gerais-Brasil*. Tese de Doutorado: Instituto de Geociências-Universidade Federal de Minas Gerais, junho 2011. 174 p.
- Saadi, A. A. 1995. Geomorfologia da Serra do Espinhaço em Minas Gerais e de suas margens. *Geonomos*, Belo Horizonte - MG, 3 (1), p. 41-63.
- Volkmer-Ribeiro, C. & Parolin, M. 2010. As esponjas continentais. In: Parolin, M.; Volkmer-Ribeiro, C. & Leandrini, J.A. (Orgs) *Abordagem ambiental interdisciplinar em bacias hidrográficas no Estado do Paraná*. Campo Mourão: Editora da Fecilcam. 158 p.



## SUBIDA DO NÍVEL DO MAR DURANTE OS ÚLTIMOS 10 ka INFERIDA DO REGISTO SEDIMENTAR DO ESTUÁRIO POTENGI-JUNDIAI (RN)

Tomasz Boski<sup>2</sup>, Francisco H.R. Bezerra<sup>1</sup>, Helenice Vital<sup>1</sup>, Francisco Pinheiro Lima-Filho<sup>1</sup>, Rubson Pinheiro Maia<sup>1</sup>, Anderson Sousa<sup>1</sup>, Karl Statteger<sup>3</sup>, Ana I. Gomes<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Geologia e Programa de Pós-Graduação em Geodinâmica e Geofísica, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, Brasil) <sup>2</sup>CIMA – Centro de Investigação Marinha e Ambiental, Universidade do Algarve, Campus de Gambelas, 8000 FARO, Portugal, <sup>3</sup>Institute of Geosciences, University of Kiel, Olshausenstr. 40, 24118, Kiel, Germany

No estado do Rio Grande do Norte, os estudos de Bezerra *et al.* (2003), Caldas *et al.* (2006) e Vieira *et al.* (2007) permitiram o conhecimento da variação do nível médio do mar (NMM) durante os últimos 7000 anos e a seguir do último pulso de transgressão marinha pós-glacial. Em virtude do desconhecimento quase total da evolução do NMM que antecede este período as equipes do Departamento de Geologia da UFRN e do CIMA da Universidade do Algarve realizaram várias campanhas de sondagens manuais e mecânicas nos sedimentos holocênicos na zona intermareal do estuário dos rios Potengi-Jundiaí. A área de estudo está localizada no maior e mais importante sistema estuarino do Estado do Rio Grande do Norte (Figura 1). O estuário, com uma extensão de *ca.* de 18 km, está inserido na bacia cretácea Potiguar, sobre a qual afloram os sedimentos neogênicos da Formação Barreiras e os depósitos quaternários. Nestes últimos incluem-se os sedimentos holocênicos silto-arenosos do estuário, de várias dezenas de metros de espessura. Os depósitos de preenchimento estuarino estão recobertos em ~70% da superfície por vegetação de mangue, que se desenvolveu na zona intermareal do canal principal com, 170 m de largura média e profundidades entre 8 e 10 m. É nesse ambiente que se realizaram nos últimos três anos sete sondagens manuais com trado de meia cana e uma sondagem mecanizada com testemunhagem contínua. Cerca de 80 amostras foram submetidas a análises granulométricas, micropaleontológicas, mineralógicas e datações por método 14C AMS. Para efeitos de reconstrução paleoambiental foram analisados foraminíferos bentônicos presentes em cerca de 10 cc de sedimento. Estes foram submetido à lavagem, crivagem e preparação das amostras para contagem e classificação. Os conjuntos de foraminíferos bentônicos em todas as sondagens são dominados, por espécies calcárias: *Ammonia tepida*, *Elphidium excavatum*, *Elphidium poeyann*, *Partarotalia* spp., *Elphidium* sp., *Haynesina germanica*. É abundante também a fauna de bivalves venerídeos, em alguns casos conservando as duas valvas juntas e gastrópodes. Atribui-se a estes ambientes um caráter intermareal estuarino com livre intercâmbio de água com meio marinho. Apenas em parte mais profunda (-22 a -30 m) da sondagem IG7/IG8 o ambiente apresentou-se como mais confinado, contudo sempre de caráter intermareal de salinidade próxima a águas oceânicas. Concluímos que a descarga fluvial no decurso do período estudado nunca influenciou a salinidade no interior do estuário. As datações da matéria orgânica vegetal, proveniente da sondagem IG7/IG8, efetuada na parte central do atual delta de enchente permitiram recuar a história do preenchimento sedimentar do estuário até ao início do Holoceno, quando a linha costeira encontrava-se cerca de 8-10 km a leste da atual. O preenchimento do canal principal por sedimentos arenosos, que acompanhava a subida do NMM interrompe o desenvolvimento dos mangues nesta zona, que passam a ocupar partes mais elevadas do substrato sedimentar no paleoval estuarino. As datações dos restos vegetais indicam a existência de extensa floresta de *Rhisophora* e *Avicennia* há 8.300 anos cal. AP (Boski *et al.*, 2015) posicionada em extensas planícies do estuário e em profundidades entre 6 e 7m em relação a NMM atual. O último, rápido pulso da subida do NMM, com a taxa superior a 6 mm/ano, que se verifica no milênio a seguir, conduz a extensão máxima da superfície alagada da planície costeira/estuarina já que não pode ser compensado pela taxa de sedimentação. Nestas condições a vegetação de mangue recuou para as estreitas franjas marginais definidas pela geomorfologia circundante das encostas talhadas na Formação Barreiras. Na zona estudada, a floresta halófito foi sufocada e transformada diageneticamente em paraturfa. Seguiu-se então a deposição em ambiente de planície vasosa não vegetada, colonizada novamente por vegetação halófito a partir do momento em que a batimetria da superfície sedimentar torna-a habitável, isto é, nos últimos 3-4 mil anos. Embora ainda com um número limitado de pontos datados, o estudo apresentado,

conjungado com as pesquisas acima citadas permite reconstruir a história dos últimos 10 milénios do NMM no Nordeste Brasileiro.

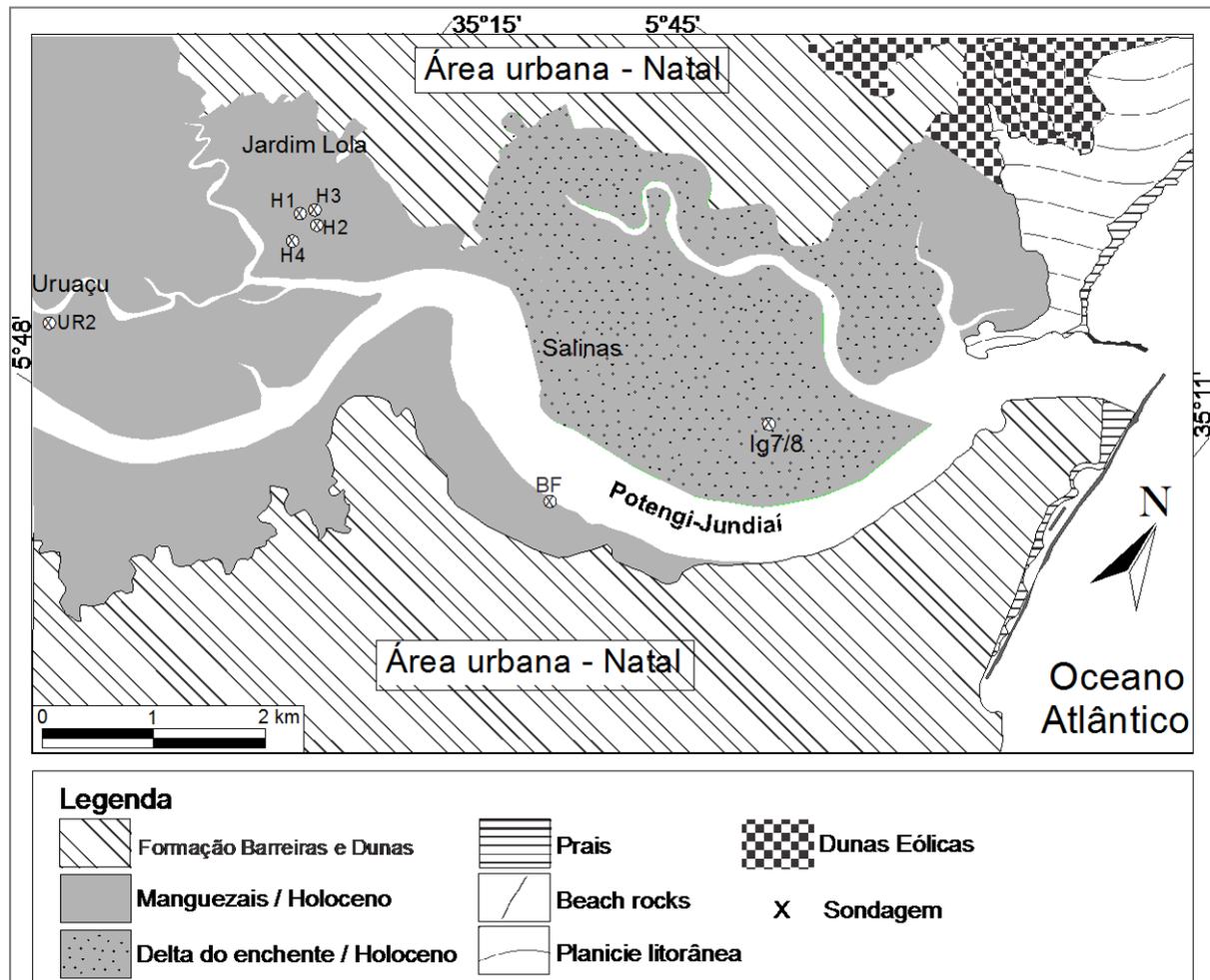


Figura 1. Distribuição espacial das unidades estratigráficas que afloram no Estuário do Potengi-Jundiá, com a localização de sondagens efetuadas.

#### Referências

- Bezerra, F.H.R., Barreto, A.M.F. & Suguio, K., 2003. Holocene Sealevel History on the Rio Grande do Norte State Coast, Brazil. *Marine Geology* 196, 73–89.
- Boski, T., Bezerra, F.H., Pereira, L.F., Souza, A.M., Maia, R.P. & Lima-Filho, F. 2015. Sea-Level Rise Since 8.2 Ka Recorded in the Sediments of the Potengi-Jundiá Estuary, NE Brasil. *Marine Geology* 365, 1–13.
- Caldas, L.H.O., Statterger, K. & Vital.E. 2006. Holocene Sea-Level History: Evidence from coastal sediments of the Northern Rio Grande do Norte Coast, NE Brazil. *Marine Geology* 228 (2006) 39-53.
- Vieira, M. M., Ros, L. F. & Bezerra, F. H. R. (2007). Lithofaciology and Palaeoenvironmental Analysis of Holocene Beachrocks in Northeastern Brazil. *Journal of Coastal Research*, 23, 1535-1548.



## COMPARTIMENTAÇÃO GEOMORFOLÓGICA DA ILHA DO CARDOSO E ASPECTOS DE MUDANÇAS TEMPORAIS NA DISTRIBUIÇÃO DAS UNIDADES DE RELEVO

Pedro Michelutti Cheliz, Regina Celia de Oliveira

*Núcleo de Estudos Ambientais e Litorâneos - Instituto de Geociências – Universidade Estadual de Campinas*

Buscou-se realizar estudo geomórfológico da Ilha do Cardoso (litoral sul de SP) a partir da proposta tríade de Ab'SAber (1969), com foco no nível de tratamento da compartimentação do relevo. Proposta de compartimentação foi feita com foco especial nas condições morfodinâmicas predominantes. Foram realizados confecção de cartas hipsométricas, de drenagem, clinográficas, geológicas e de cobertura vegetais em escala 1:30000. Também foram feitos mapeamento em campo visando aprofundar dados do embasamento rochoso de interesse para compartimentação do relevo, coleta de amostras para análise petrográfica, identificação de formas geomórficas de detalhe e mensuração de aspectos da estrutura superficial e fisiologia da paisagem de interesse. Ilha foi inicialmente delimitada em dois grandes compartimentos, Serras e Planícies Costeiras. Serras apresentam altimetrias predominante entre 20 e 700 metros associadas a complexos metamórficos diversificados meridionais (mica-quartzo, quartzo-mica xistos e raros quartzitos) e Rochas Graníticas Diversificadas setentrionais (sienitos cortados por intrusões de Granitos). Planícies Costeiras e Litorâneas por sua vez altimetrias entre 0 e 20 metros, associadas a sedimentos inconsolidados arenosos e argilosos. Cada compartimento foi por sua vez desmembrado em diferentes subcompartimentos de acordo com sobreposição dos dados levantados. A divisão atendeu critérios morfométricos, mas também condições morfodinâmicas predominantes no fluxo de matéria, delimitados com auxílio do mapeamento e descrição textural e granulométrica de depósitos sedimentares (sobretudo depósitos de talus) e feições geomórficas de detalhe associadas (ver Tabela 1). Dados levantados foram integrados e problematizados dentro dos modelos geomorfogenéticos propostos para litoral sul e costa sudeste do Brasil (Besnard, 1950; Ab'Saber, 1998). Também procurou-se usar dados levantados para discutir processos de geomorfogênese em ação atualmente na Ilha, sobretudo a aparente retomada de agressiva erosão costeira em pontos diversas da Ilha (Gouveia, 2012). Após a realização da caracterização da compartimentação geomórfica atual da Ilha e discussão de seus atributos essenciais, o presente trabalho procurou com base em imagens aéreas, delimitar o mapeamento dos compartimentos e subcompartimentos de relevo para cenário pretéritos da Ilha (1960, 1970, 1990 e 2000). Buscou através da comparação entre os materiais confeccionados discutir oscilações nas condições morfodinâmicas predominantes, haja visto que cada subcompartimento associa-se em sua gênese e manutenção a atributos específicos. Em especial, procurou se verificar se a magnitude dos processos atuais mostra-se sem precedentes ou contidas dentro do recorte histórico estabelecido. Verificou-se que, procurou se verificar se a magnitude dos processos atuais mostra-se sem precedentes ou contidas dentro do recorte histórico estabelecido, com resultados apreendidos na Tabela 2. Verificou-se que processos de erosão atualmente em curso não mostram-se enquadrados dentro dos precedentes históricos em termos de módulo de magnitudes máximas alcançadas. Todavia métodos empregados não permitem discutir se intensidade dos processos em curso são respaldadas por processos pretéritos, haja visto significativo espaçamento temporal entre cenários. Aprofundamento da análise do registro sedimentar e sua integração com padrões geomórficos parece estar na chave de interesse para discutir a questão com maior acurácia. Dificuldades da discussão ilustra que embora as geociências tenham sua base conceitual na observação dos processos atuais para melhor compreender a dinâmica pretérita, empelichos múltiplos ainda se impõe na busca de realizar o percurso inverso. Transposição de processos em escalas temporais não somente no tempo geológico, mas no mesmo históricas para a dinâmica atual ilustra tal quadro, demandando maiores debates e estudos em torno de aspectos metodológicos.



Tabela 1 - Compartimentos de Relevo e Sub-Compartimentos Associados

Compartimentos de Relevo	Subcompartimentos Associados	Padrões Morfométricos Predominantes	Condições Morfodinâmicas	Elemento Preponderantes da Estrutura Superficial
Serranias	Baixas Vertentes	Declividades Intermediárias (10-25 graus), Altimétrias Reduzidas (20-100m), Distância entre Interflúvios reduzidas (Inferior a 400 m em planta)	Predomínio de Sedimentação, Receptora de Matéria e Energia	Depósitos de blocos clasto-suportados de granulometria reduzida (3-5cm) alojados em fissuras nas rochas nos limites com Médias Vertentes, cobertura arenosa nos fundos de vale pontuada por eventuais blocos rochosos nos demais segmentos
	Médias Vertentes	Declividades Intermediárias (15-35 graus), Altimétrias Intermediárias (100-400m), Intermediária-Alta Distância entre Interflúvios (400-2000m)	Condições mistas de erosão e sedimentação, Transmissora de matéria e energia	Depósitos de bloco clasto-suportados de granulometria variável (10 cm nos segmentos basais, 50 nos segmentos de altimetrias mais altas)
	Altas Vertentes e Interflúvios	Declividades Elevadas (Superiores a 36 graus), Altimétrias elevadas (400-700 m), Distância entre Interflúvios reduzidas (Inferior a 400 m em planta)	Predomínio de Erosão, Fornecedora de Materias e Energia para demais compartimentos	Ausência de depósitos sedimentares, canais formados por próprios assoalhos rochosos expostos
	Morros e Montes Residuais			
Planícies Costeiras e Litorâneas	Cordões Litorâneos Frontais		Zonas de Intermaré superior a limite de ondas de tempestade	Depósitos Sedimentares Inconsolidados, Neossolos
	Cordões Intermediários		Zonas de supramaré	X solos
	Planícies Alagáveis		Zonas de Intermaré	Depósitos sedimentares inconsolidados argilosos

#### Referências

- Ab'Saber, A.N. 1969. Um Conceito de Geomorfologia a Serviço da Pesquisa do Quaternário. Geomorfologia. N.18. IGEO-USP: São Paulo. 23p.
- Ab'Saber, A.N. 2000. Fundamentos da Geomorfologia Costeira do Brasil Atlântico Inter e Subtropical. Revista Brasileira de Geomorfologia, V.1, N.1.
- Besnard, W. 1950. Considerações Gerais em Torno da Região Lagunar de Cananéia-Iguapé. Boletim Paulista de Oceanografia. V. 1, N. 1.
- Gouveia, C.R. 2012. Laudo Diagnóstico sobre Erosão da Ilha do Cardoso. Ministério Público do Estado de São Paulo. (não publicado).



## ANÁLISE DA ÁREA DE RECUPERAÇÃO AMBIENTAL DO GARIMPO SANTA RITA ANDARAÍ – BA

Ákila Soares de Britto<sup>1</sup>, Thomas Gustavo Silva Maia<sup>2</sup>, Marjorie Cseko Nolasco<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Graduando em Geografia pela UEFS, [akilasbritto@hotmail.com](mailto:akilasbritto@hotmail.com), <sup>2</sup>Graduando em Biologia pela UEFS, [thomsmaia@hotmail.com](mailto:thomsmaia@hotmail.com), <sup>3</sup>Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup>, Orientadora. Área de Geociências/PPGM - UEFS, [mcn@uefs.br](mailto:mcn@uefs.br)

Um dos maiores desafios do garimpo de diamantes atual é a comprovação da possibilidade de recuperação ambiental nas áreas trabalhadas. Os artigos publicados têm suas análises susceptíveis ao preconceito ou racismo ambiental, ligados a visão estética do belo e a pretensa marginalidade garimpeira. Assim os estudos não buscam avaliar situações e apresentar soluções, não analisam temporalmente os resultados e tem hipóteses prévias fundadas na insustentabilidade. Qualquer atividade mineira destrói, qualquer atividade humana destrói e reutiliza a mineração não é diferente. O Garimpo de Diamantes Santa Rita está localizado no município de Andaraí, Bahia, a 10 km do PNCD, sendo gerenciado pela Cooperativa dos Garimpeiros de Andaraí (Googan), possui Plano de recuperação de áreas degradada (Prad) que já esta sendo posto em prática, cujos resultados serão apresentados neste trabalho. Foram avaliados três parâmetros, por comparação, em áreas do garimpo e seu entorno que incluem mata secundária e pasto: 1) insetos – destacando os bioindicadores coletados em armadilhas do tipo *pit fall* com quatro iscas (carne podre, fezes humanas, mel e frutas) (Maia & Nolasco, 2014); 2) sementes e Sedimento superficial por granulometria, segundo metodologia de Suguio (1980). O estudo da granulometria dos sedimentos constitui a base para a descrição precisa do mesmo, a distribuição granulométrica pode trazer características deposicionais dos sedimentos de acordo com o ambiente, assim como fornece informações sobre os processos físicos atuantes durante a sedimentação; e pode estar relacionada a outros parâmetros, como a permeabilidade, e modificações desses parâmetros podem ser previstas da variação granulométrica, e 3) imagens fotográficas entre 2013-15, para adensamento vegetal e rastros de animais. Das centenas de insetos capturados, 110 eram bioindicadores, divididos por área de coleta conforme tabela 1. Destes 96 Coleopteras, separados em 2 famílias, 6 Orthopteras e 8 Hymenoptera ambos de uma única família. No solo dominou granulometricamente a fração areia com as áreas naturais mais argilosas, a distribuição de sementes, esta na tabela 2, representando o banco de sementes das áreas. O registro da área em recuperação (figura 1) foi feito do mesmo ponto de visada para comparação do seu adensamento, e mostra que de julho de 2013 a 2015 a área vem adensando e servira de polo de expansão para toda a área. Os rastros de animais de grande porte também tem aumentado, sendo possível ver conforme relatos cães do mato, raposas, veados (Figura 1); segundo identificação garimpeira e perceber que os cachorros do garimpo passaram a caçar na área. Deve-se destacar que a melhor distribuição de chuvas, apesar da diminuição do seu volume, parece mais efetiva que a rega e é fundamental para garantir o desenvolvimento do processo de recuperação natural e que, as “mudas” tem aparentemente menor capacidade de desenvolvimento que as mesmas árvores espalhadas por dispersores ou nascidas naturalmente do banco de sementes. Os dados dos insetos na área de recuperação apresentaram maior similaridade com a mata e o pasto que com a área revirada do garimpo, apresentando indicadores de re-ocupação, já os dados de solo possuem grande similaridade com a área do garimpo tanto no percentual de argila como na quantidade de sementes encontradas. As imagens temporais apresentam em dois anos, de pluviosidade regular, um adensamento da vegetação e o aumento de rastros de animais e forrageio na área, reforçando a impressão anterior. O monitoramento ecológico (biofísico) na área de recuperação de um garimpo de Diamantes, em Andaraí-Ba, entorno do Parque Nacional da Chapada Diamantina, pela comunidade garimpeira foi avaliado considerando a leitura garimpeira de recuperação desejada, como apresentada por Pimentel (2014), o crescimento da vegetação, a sucessão ecológica, a presença de sementes no solo/sedimento e existência de organismos dispersores (insetos) na área do garimpo, dentro dos processos comparativos verificou-se progresso da recomposição, tanto do ponto de vista da estrutura quanto a funções. Todos os dados obtidos apontam de forma positiva a possibilidade de recuperação, o garimpo está em sua etapa de fechamento final, a

continuação do monitoramento é fundamental para garantir estas possibilidades, para rever pontos menos significativos e para apoiar uma nova análise sobre a recuperação de áreas garimpeiras, pautada por dados temporais e jamais pontuais, estáticos, que não mostram ou refletem a dinâmica dos ecossistemas modificados ou sua recuperação, mas, um momento pontual de estudo.

Tabela 1: Distribuição de insetos por área, onde 1) Área de Recuperação, 2) Garimpo 3) Mata e 4) Pasto.

Famílias/Áreas	Área de Recuperação	Garimpo	Pasto	Mata
<i>Coleoptera Staphylinidae</i>	5	14	53	12
<i>Coleptera Curculionidae</i>	11	1	0	0
<i>Hymenoptera Formicidae</i>	0	0	7	1
<i>Orthoptera Gryllidae</i>	2	4	0	0

Tabela 2: Granulometria e sementes por área.

Áreas/Granulometria	8mm	4mm	2mm	1mm	0,5mm	Total
Mata	0	0	11	101	57	169
Pasto	0	0	1	50	26	77
Garimpo	0	0	1	5	13	19
Área de recuperação	0	0	1	4	0	5



Figura 1: imagens da área de recuperação: jul/2013(a); ago/2014(b); jun/2015(c); fotos de pegadas de animais(d)

### Referências

- Maia, T. & Nolasco, M.C. 2014. Monitoramento da Recuperação de Área Degradada no Garimpo de Santa Rita, Andaraí – Bahia. 18p. Relatório de Iniciação Científica, Laboratório de Estudos Ambientais, PPGM. Universidade Estadual de Feira de Santana – BA.
- Pimentel, S.G.C. 2014. “O Diamante é o Pilho da Terra”: Relações Socioambientais no Garimpo de Draga da Chapada Diamantina, Bahia, 245p. Tese de Mestrado, Programa de Pós-graduação em Modelagem em Ciências da Terra e do Ambiente, PPGM, Universidade Estadual de Feira de Santana - BA.



## "TROCKENHORIZONT KULTURELLER" – CONSIDERAÇÕES ACERCA DO IMPACTO ANTRÓPICO COMO UM FATOR IMPORTANTE NO DESENVOLVIMENTO E DECOMPOSIÇÃO DE TURFAS HOLOCÊNICAS

Gabrielli Teresa Gadens Marcon<sup>1</sup>, Margot Guerra Sommer<sup>2</sup>, João Graciano Mendonça Filho<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Unidade Litoral Norte – Universidade Estadual do Rio Grande do Sul; <sup>2</sup>Instituto de Geociências – Universidade Federal do Rio Grande do Sul; <sup>3</sup>Laboratório de Palinofácies e Fácies Orgânica (LAFO) – Universidade Federal do Rio de Janeiro

O presente trabalho visa divulgar os resultados de análises realizadas em um perfil sedimentar proveniente de uma área turfosa localizada na faixa climática subtropical do sul do Brasil, cujas evidências de impacto humano nas camadas superficiais atentam para a importância de se considerar o fator antrópico no estudo de turfeiras holocênicas. A área de estudo está localizada sobre as rochas ígneas pertencentes à Formação Serra Geral, constituinte da Bacia vulcano-sedimentar do Paraná. Nos basaltos da região de Iraí, Estado do Rio Grande do Sul, afloram fontes termais contendo água mineral e sedimentos turfáceos conhecidos popularmente por “lama medicinal, os quais são extraídos de uma área de charco frequentemente saturada em água, e utilizados com fins terapêuticos junto ao Balneário Municipal da cidade. Foram realizadas análises palinofaciológicas e organogeoquímicas em 25 amostras obtidas a partir de um testemunho de sondagem de 115 cm de profundidade (idade radiocarbônica estimada em 10.586 anos Antes do Presente - AP), cujos procedimentos metodológicos estão descritos em Marcon *et al.* (2014). Dentre os três principais grupos da Matéria Orgânica Particulada (MOP), a frequência do Grupo Palinomorfo (14,5%) e do Produto Amorfo (7,4%), foi bem menos expressiva do que a do Grupo Fitoclasto (78,1%), característica típica da matéria orgânica preservada em ambientes de turfeiras, onde a fração orgânica melhor representada nos sedimentos é predominantemente constituída por elementos derivados de plantas terrestres (Fig. 1a). Em termos gerais, os dados palinofaciológicos informam que o teor de umidade neste tipo de ambiente foi subsidiado por diferentes fatores, que predominaram em intervalos diferentes de tempo, tais como: a pluviosidade, o nível do lençol freático e as frequentes inundações do Rio Uruguai. Os parâmetros organogeoquímicos foram particularmente úteis para interpretações de eventos de anoxia e presença de ambiente altamente redutor nas porções basais, onde os teores de carbono orgânico total (COT) e enxofre total (ST) são bem mais altos do que nas camadas de topo do perfil sedimentar (Fig. 1b). Contudo, a partir do intervalo de 15 cm de profundidade até a camada mais rasa (0 cm, ou topo), o qual corresponde aos últimos 101 anos AP, fica difícil distinguir as causas naturais da interferência antropogênica no sistema, porque estas últimas parecem provocar perturbações dramáticas no registro sedimentar. Especialmente no intervalo de 10-0 cm (50 anos AP), os teores de COT e ST diminuem consideravelmente, chegando a atingir os valores mais baixos de todo o perfil (na profundidade de 10 cm) e, em virtude disso, a razão carbono/enxofre também aumenta. De acordo com Tyson (2001) existe uma tendência em se considerar que os valores de COT e ST mais baixos costumam ocorrer em fácies óxicas e, por isso, a redução dos teores de COT e ST nas camadas mais superficiais está relacionada ao aumento da oxidação resultante, provavelmente, das atividades antrópicas de drenagem do depósito sedimentar, e remoção da vegetação circundante, para a extração da “lama medicinal”, que, coincidentemente, se intensificaram nos últimos 50 anos. Muitas turfeiras europeias contêm uma camada de aumento da decomposição na superfície. Enquanto alguns pesquisadores (Granlund, 1932) explicaram essas alterações em termos de condições climáticas, outros, como von Bulow (1929), afirmam que o impacto humano foi a causa do que ele chamou de “Trockenhorizont kultureller” ou um “horizonte cultural” no qual se observa um aumento da decomposição das turfeiras, resultante da ação antrópica sobre o ambiente de deposição, que tende a se tornar mais “seco”, ou oxidado. Sjogren *et al.* (2007) e Chambers *et al.* (2007) também indicaram o impacto humano como um importante fator no desenvolvimento e decomposição de turfeiras holocênicas. Sjogren *et al.* (2007), inclusive sugerem que as mudanças próximas da superfície estão relacionadas a atividades humanas e recomendam uma visão mais cautelosa sobre o desenvolvimento de estudos futuros em turfeiras. As mesmas recomendações se aplicam às turfeiras de Iraí, cujas camadas superiores também apresentam evidências dos efeitos da ação humana, ou seja, o intervalo 10-0 cm

corresponderia a um “horizonte cultural”. A presente pesquisa tem potencial como uma referência moderna capaz de ser aplicada na reconstrução de paleoambientes continentais análogos, associados a regiões alagadas em cinturões subtropicais, em cujas camadas superficiais se percebem alterações significativas no padrão de acumulação e decomposição da matéria orgânica.

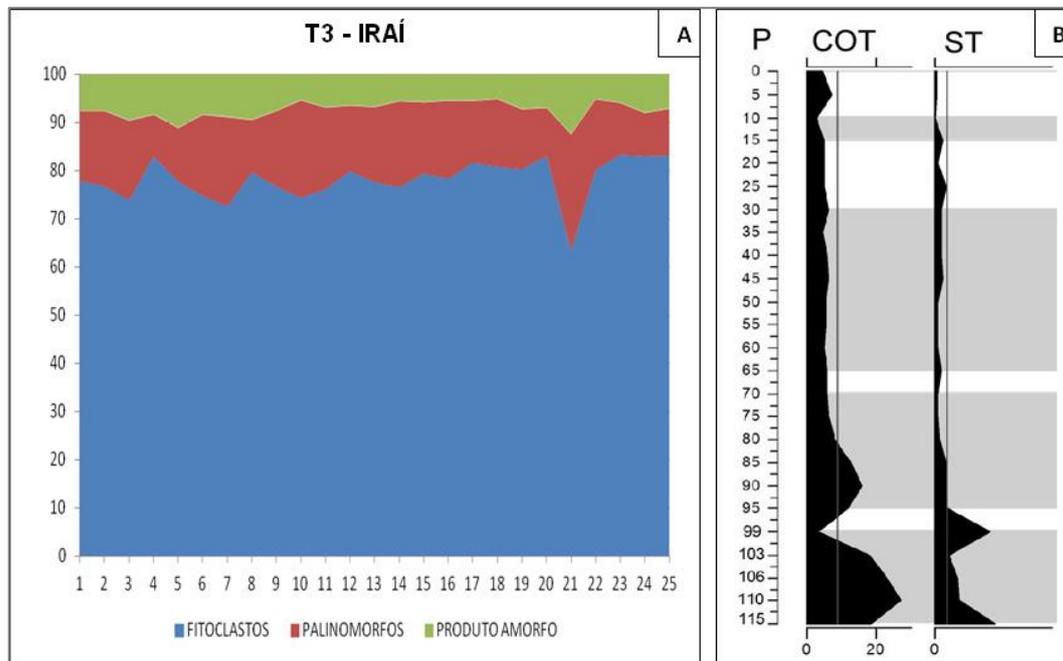


Figura 1 – (a) Percentual aproximado dos três principais grupos da matéria orgânica. O eixo vertical corresponde ao percentual de 100% de partículas contadas. O eixo horizontal corresponde ao número de amostras analisadas e os números estão ordenados em ordem crescente, partindo da amostra de topo (nº 1) até a amostra da base (nº. 25); (b) Diagrama demonstrando a frequência de COT e ST do T3-Iraí (P – profundidade).

#### Referências:

- Chambers, F.M., Mauquoy, D., Gent, A., Pearson, F., Daniell, J.R.G. & Jones, P.S. 2007. Palaeoecology of degraded blanket mire in South Wales: data to inform conservation management. *Biological Conservation*, 137, 197–209.
- Granlund, E. 1932. De svenska högmossarnas geology (Geology of the Swedish raised bogs). *Sveriges Geologiska Undersökning C*, 26, 1–193.
- Marcon, G. T. G., Mendonça-Filho, J. G. & Guerra-Sommer, M. 2014. Palynofacies and organic geochemistry studies of organic matter from a wetland system of southern Brazil influenced by different hydrological regimes in the Quaternary. *Journal of South American Earth Sciences* 56 (2014) 41-53.
- Sjögren, P. & van der Knaap, W. O., van Leeuwen J.F.N., Andrič, M., Grünig, A. 2007. The occurrence of an upper decomposed peat layer, or “kultureller Trockenhorizont”, in the Alps and Jura Mountains. *Mires and Peat*, 2, 1-14.
- Tyson, R. V. 2001. Sedimentation rate, dilution, preservation and total organic carbon: some results of a modeling study. *Organic Geochemistry*, 32: 333-339
- von Bülow, K. 1929. Allgemeine Moorgeologie – Einführung in das Gesamtgebiet der Moorkunde (General mire geology – introduction to mire research). *Handbuch der Moorkunde*, 1. Gebrüder Borntraeger, Berlin, 308 pp.



## INFERÊNCIAS PALEOCLIMÁTICAS PARA O HOLOCENO DO SUL DO BRASIL ATESTADAS POR ANÁLISES PALINOFACIOLÓGICAS EM SEDIMENTOS PROVENIENTES DE ALAGADOS DE ALTITUDE ASSOCIADOS A *SÍLICA- GOSSAN* NO DISTRITO MINEIRO DE AMETISTA DO SUL (RS, BRASIL)

Gabrielli Teresa Gadens Marcon<sup>1</sup>, Margot Guerra Sommer<sup>2</sup>, João Graciano Mendonça Filho<sup>3</sup>, Léo Afrâneo Hartmann<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Unidade Litoral Norte – Universidade Estadual do Rio Grande do Sul, <sup>2</sup>Instituto de Geociências – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, <sup>3</sup>Laboratório de Palinofácies e Fácies Orgânica (LAFO) – Universidade Federal do Rio de Janeiro

O município de Ametista do Sul está localizado na porção noroeste do planalto sul-rio-grandense, região do Alto Uruguai, e abriga os mais importantes depósitos contendo geodos de ametista do mundo, os quais são hospedados por rochas basálticas da Formação Serra Geral, correspondente ao topo da Bacia vulcano-sedimentar do Paraná. No presente estudo foram selecionados dois banhados efêmeros associados a *silica-gossan* (de acordo o modelo proposto por Hartmann, 2008; Duarte *et al.*, 2009 e Hartmann *et al.*, 2010), os quais são circundados por vegetação nativa e permanecem saturados em água durante os períodos chuvosos, mas secam em épocas de estiagem prolongada. Os corpos d'água, de onde dois perfis sedimentares foram coletados (T1 e T2), estão localizados no topo dos morros, e foram identificados, respectivamente, como “Mina do Museu” e “Mina Modelo”, de acordo com o nome popularmente dado às minas de extração de ametista localizadas logo abaixo deles. O presente trabalho tem por objetivo analisar quantitativa e qualitativamente a matéria orgânica particulada presente em sedimentos do Quaternário através da análise de palinofácies, bem como alocar temporalmente os sedimentos estudados, através de datação radiocarbônica realizada desde a base dos testemunhos. O processamento químico das amostras, a confecção das lâminas organopalinológicas e a contagem e classificação da matéria orgânica particulada embasaram-se nos trabalhos de Tyson (1995) e Mendonça-Filho *et al.* (2010, 2011). A datação radiocarbônica utilizou a técnica radiométrica AMS (*Accelerator Mass Spectrometry*) e foi realizada pelo *Beta Analytic Radiocarbon Dating Laboratory* (Miami, Florida, EU). O estudo da sucessão ecológica das áreas alagadas, aliada à datação radiocarbônica, permitiram conhecer temporalmente os fatores que condicionaram a evolução ambiental da área subsequente à gênese do geodos. O contexto de ambiente isolado e sujeito predominantemente ao regime hidrológico pluvial tornou esse tipo de depósito sedimentar altamente sensível à precipitação e permitiu estimar as variações pluviométricas desde o Holoceno inferior até o Recente para aquela região, além de possibilitar correlações em escalas mais amplas. A análise de palinofácies realizada nos testemunhos T1-Mina do Museu (7.963 anos antes do presente - AP) e T2-Mina Modelo (9.542 anos AP), provenientes de Ametista do Sul, revelou um amplo domínio do Grupo Fitoclasto. Os Palinomorfos são o segundo grupo dominante e o Grupo Produto Amorfo é o menos abundante. Esse tipo de análise foi particularmente eficaz para as interpretações dos eventos de precipitação e de sucessão vegetacional em Ametista do Sul. As flutuações na profundidade da água foram inferidas a partir das concentrações dos elementos autóctones (*especialmente Botryococcus*), que predominam nos intervalos basais e tendem a diminuir progressivamente em direção ao topo (Fig. 1). O aumento da frequência e da variedade dos esporomorfos terrestres nas camadas mais superficiais indica um aumento da diversidade vegetal e está relacionado ao processo de evolução sucessional da área. A análise comparativa entre os resultados obtidos nos dois banhados indica que houve mais umidade no passado (Holoceno inicial e médio), subsidiada por eventos de alta pluviosidade, do que a atualmente observada no registro sedimentar do Recente. Os eventos mais intensos de precipitação podem estar relacionados, em ambos os alagados, aos *eventos Bond* (especialmente os eventos 8.2 e 7.4). O processo de acumulação de água no *silica-gossan* e o início da sedimentação dos alagados foi consequência, portanto, de tais eventos. A partir das análises realizadas em Ametista do Sul, pôde-se observar uma contínua redução da pluviosidade local e aumento, ou prolongamento, dos períodos de estiagem, que permitem projetar um estresse hídrico

progressivo para aquela região, sendo aconselhável o estabelecimento de políticas de médio e longo prazo envolvendo o gerenciamento dos recursos hídricos locais.

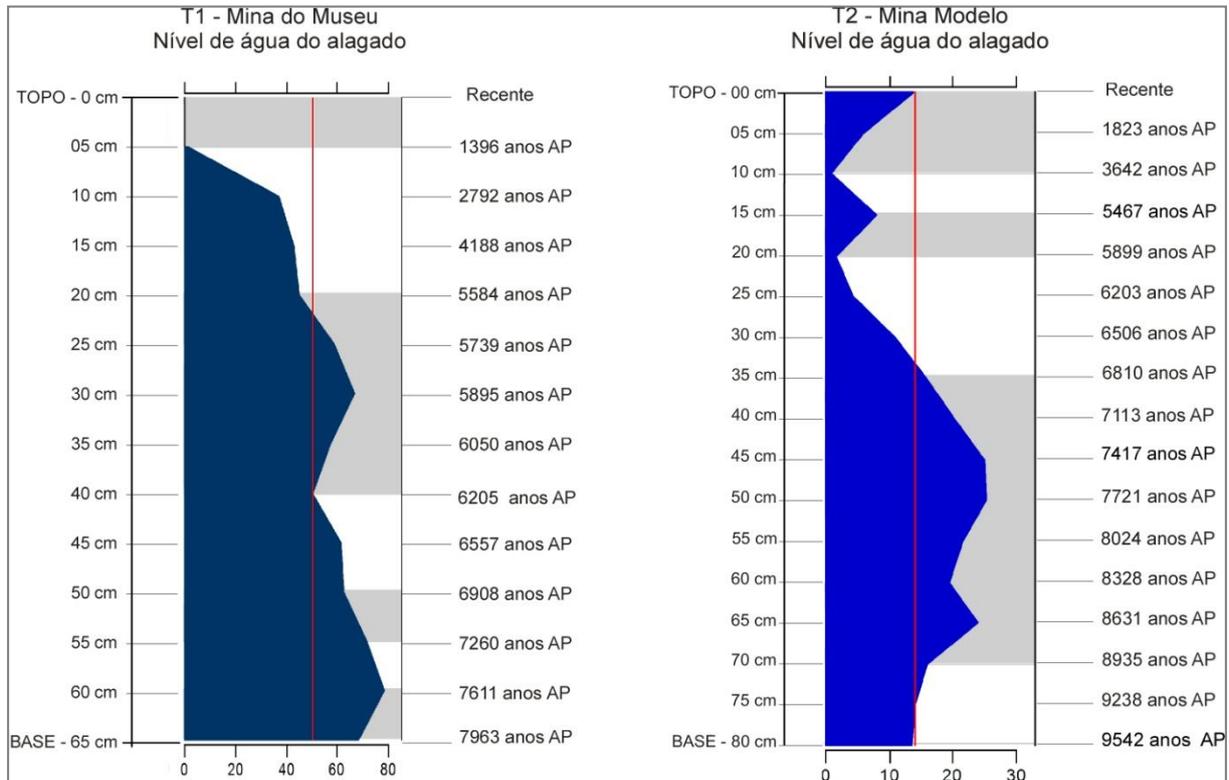


Figura 1 - Perfil sedimentar dos testemunhos T1-Mina do Museu e T2-Mina Modelo, demonstrando as variações do nível de água do alagado através do Holoceno.

#### Referências:

- Duarte, L.C.; Hartmann, L.A.; Vasconcelos, M.A.Z.; Medeiros, J.T.N. & Theye, T. 2009. Epigenetic formation of amethyst-bearing geodes from Los Catalanes gemological district, Artigas, Uruguay, southern Paraná Magmatic Province. *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, Amsterdam, v. 184, n. 3-4, p. 427-436.
- Hartmann, L.A. Geodos com ametistas formados por água quente no tempo dos dinossauros. 2008. Porto Alegre: UFRGS, 60 p.
- Hartmann, L.A., Wildner, W., Duarte, L.C., Duarte, S.K., Pertille, J., Arena, K.R., Martins, L.C. & Dias, N.L. 2010. Geochemical and scintillometric characterization and correlation of amethyst geode-bearing Paraná lavas from the Quarai and Los Catalanes districts, Brazil and Uruguay. *Geological Magazine*, 147, 954-970.
- Mendonça-Filho, J.G.; Menezes, T.R.; Mendonça J.O.; Oliveida, A.D.; Carvalho, M.A.; Sant'Anna, A.J. & Souza, J.T. 2010. Palinofácies. In: Carvalho, I.S. (Ed.). *Paleontologia*, 3. ed. Rio de Janeiro: Interciência, v. 1, p. 289-323.
- Mendonça-Filho, J.G.; Menezes, T.R. & Mendonça, J.O. 2011. Organic Composition (Palynofacies Analysis). In: Vasconcelos, L.; Flores, D. & Marques, M (Org.). 4<sup>th</sup> ICCP Course in Dispersed Organic Matter. Porto: Plenimagem, cap. 5, p. 33-81.
- Tyson, R.V. 1995. *Sedimentary Organic Matter: organic facies and palynofacies*. London: Chapman & Hall, 615 p.



## MONITORAMENTO DE LONGO PRAZO (1994 – 2015) DOS BIOCLASTOS NA PRAIA DOS CONCHEIROS, RS, EXTREMO SUL DO BRASIL

Buchmann, F. S. C.<sup>1</sup>; Cruz, E. A.<sup>2</sup>; Dillenburger, S. R.<sup>3</sup>; Lopes, R. P.<sup>2</sup>; Caron, F.<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Laboratório de Estratigrafia e Paleontologia – Universidade Estadual Paulista (UNESP); <sup>2</sup>Programa de Pós Graduação em Geociências - Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS); <sup>3</sup>Centro de Estudos de Geologia Costeira e Oceânica - Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS); <sup>4</sup>Universidade Federal do Pampa (UNIPAMPA)

No extremo sul do Brasil, a praia dos Concheiros é uma praia oceânica estreita, de características intermediárias a reflectivas, e composição de areia fina a média no verão (perfil de acreção) e composição mista de areia grossa e cascalho bioclástico no inverno (perfil de erosão) (Figueiredo, 1975; Asp, 1993). Os bioclastos caracterizam uma associação heterozoa, ou seja, são formados por organismos de esqueleto carbonático de águas frias, característicos de médias latitudes, e são representados por fósseis de organismos marinhos, principalmente moluscos, e secundariamente por equinodermos irregulares, anelídeos, crustáceos decápodos, restos esqueletais de peixes ósseos e cartilaginosos, cetáceos, tartarugas e aves semelhantes à fauna atual. Além destes, ocorrem fragmentos orgânicos provenientes de depósitos fossilíferos submersos (figura 1), contendo abundantes restos esqueletais de mamíferos terrestres extintos (megafauna), das ordens Edentata, Notoungulata, Litopterna, Proboscidea, Artiodactyla, Perissodactyla, Carnivora e Rodentia (Buchmann, 1994, 2002). Considera-se que boa parte dos sedimentos e bioclastos que chegam à praia, trazidos por ondas de tempestade, estão associados aos altos topográficos existentes na antepraia (Figueiredo, 1975; Asp *et al.*, 1999, Buchmann *et al.*, 2001; Buchmann & Tomazelli, 2003; Lopes & Buchmann, 2010). A barreira holocênica neste setor, apresenta comportamento tipicamente transgressivo durante os últimos 7 ka; mesmo, com o nível do mar em queda nos últimos 5 ka o balaço sedimentar negativo entre antepraia e barreira emersa promove a transgressão da linha de costa neste setor (Caron, 2014). Idades obtidas através de Ressonância do Spin do Elétron de dentes de *Toxodon platensis* (Notoungulata) e *Notiomastodon platensis* (Proboscidea) variaram entre 18 a 650 ka (Lopes *et al.*, 2010). Os ossos fósseis são compostos por dois grupos: ossos fragmentados (85%) arredondados pela abrasão na zona de arrebenção; e por ossos inteiros (15%) sem sinal de abrasão, indicando pouco retrabalhamento (Cruz, 2013). Durante as amostragens no pós-praia nos anos de 1994 a 2015, foram coletados 1422 bioclastos, representados por ossos fósseis inteiros sem sinal de abrasão da megafauna (figura 2), no gráfico não estão representados os ossos fragmentados. A praia dos Concheiros apresentou entre os anos 1994 e 1996 grande remobilização e retrabalhamento dos bioclastos pelas ondas na zona de arrebenção e a deposição no pós praia (Buchmann, 2002). Entre 1998 e 2015, os bioclastos apresentam menor tamanho, menor desvio padrão (Cruz, 2013). A variação no tamanho médio dos restos esqueletais fósseis encontrados na praia dos Concheiros está relacionada ao limite da ação das ondas de tempestades sobre o fundo oceânico, o qual é controlado principalmente pela profundidade (Buchmann, 2002). A concentração dos bioclastos na praia resulta da ação direta dos processos hidrodinâmicos que atuam na zona de arrebenção (ondas de tempestade, deriva litorânea, etc). Estes ciclos são controlados pelos eventos oceanográficos de interação oceano-atmosfera que propiciam a geração de ciclones que atingem alta intensidade, transferindo energia da atmosfera para o mar, gerando grandes ondas, exercendo um papel significativo nas remobilizações do volume de sedimento praial (Buchmann, 2002).

### Referências

- Asp, N. E. 1993. Evidências de estabilizações do nível do mar no Quaternário da plataforma continental interna entre Rio Grande e Chuí - Rio Grande do Sul, Brasil. Programa de Pós-Graduação em Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). Dissertação de mestrado.
- Asp, N. E.; Correa, I. C. S. & Calliari, L. J. 1999. Sea Level Changes and Barrier System Formation on Inner Continental Shelf, Rio Grande do Sul, Brazil. Anais da Academia Brasileira de Ciências, 71: 832-833.
- Buchmann, F. S. 1994. Distribuição dos fósseis pleistocênicos na zona costeira e plataforma continental interna no Rio Grande do Sul. Acta Geológica Leopoldense, São Leopoldo, 17(39/1): 355-364.

- Buchmann, F. S.; Seeliger, M.; Zanella, L. R.; Madureira, L. S. P.; Tomazelli, L.J. & Calliari, L. J. 2001. Análise batimétrica e sedimentológica no estudo do Parcel do Carpinteiro, uma paleolinha de praia pleistocênica na antepraia do Rio Grande do Sul, Brasil. *Pesquisas em Geociências*, Porto Alegre, RS, Brasil, 28(2): 109-115.
- Buchmann, F.S.C. 2002. Bioclastos de organismos terrestres e marinhos na praia e Plataforma Interna do Rio Grande do Sul: natureza, distribuição, origem e significado geológico. Programa de Pós-Graduação em Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). Tese de Doutorado, 108 p.
- Buchmann, F. S. & Tomazelli, L. J. 2003. Relict nearshore shoals of Rio Grande do Sul, southern Brazil: Origin and effects on nearby modern beaches. *Journal of Coastal Research*, SI 35: 318-322.
- Caron, F. 2014. Estratigrafia e Evolução da Barreira Holocênica na Região Costeira de Santa Vitória do Palmar, Planície Costeira do Rio Grande do Sul, Brasil, Programa de Pós-graduação em Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). Tese de doutorado 167 p.
- Cruz, E. A. 2013. Estudo Tafonômico e Taxonômico dos Fósseis Pleistocênicos da Planície Costeira do Rio Grande do Sul. Trabalho de conclusão de curso em Ciências Biológicas, UNESP, São Vicente.
- Figueiredo Jr., A.G. 1975. Geologia dos depósitos calcários biodetríticos da Plataforma Continental do Rio Grande do Sul. Programa de Pós-Graduação em Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). Dissertação de mestrado, 72p.
- Lopes, R. P. & Buchmann, F. S. 2010. Pleistocene mammals from the southern Brazilian continental shelf. *Journal of South American Earth Sciences* 31: 17-27.
- Lopes, R. P.; Oliveira, L. C.; Figueiredo, A. M. G.; Kinoshita, A.; Baffa, O. & Buchmann, F. S. 2010. ESR dating of pleistocene mammal teeth and its implications for the biostratigraphy and geological evolution of the coastal plain, Rio Grande do Sul, southern Brazil. *Quaternary International* 212: 213–222.



Figura 1 – a) bioclastos continentais (ossos fósseis da megafauna), b) bioclastos marinhos na praia dos Concheiros, RS.

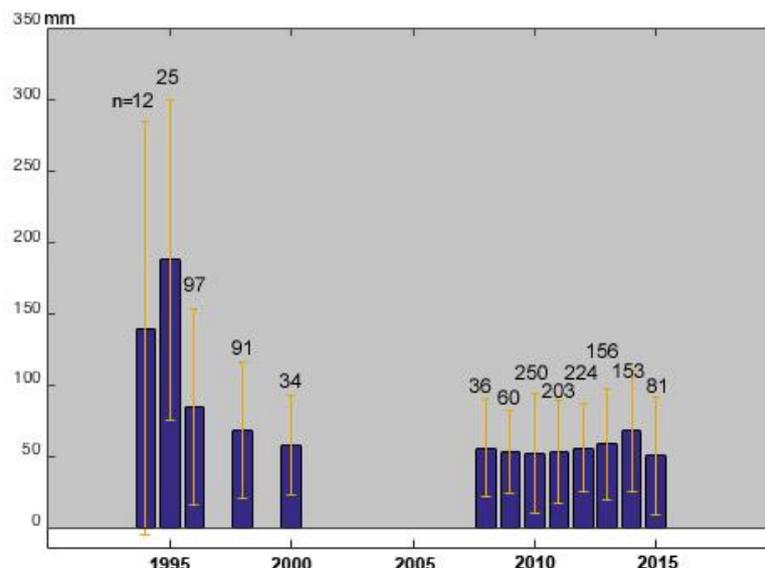


Figura 2 – Variação do tamanho médio (em milímetros) e desvio padrão dos fósseis de mamíferos gigantes extintos entre 1994 e 2015 na praia dos Concheiros, RS (n= número amostral).



## CICLOS DE EROSÃO/ACRESÇÃO NA PRAIA DO LESTE (IGUAPE, SP). PALEONTOLOGIA E CRONOLOGIA DOS FÓSSEIS ENCONTRADOS

Buchmann, F. S. C.<sup>1</sup>; Zurlo, F. M.<sup>1</sup>; Martins, C. A. C.<sup>2</sup>; Vannucchi, F. S.<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Laboratório de Estratigrafia e Paleontologia – Universidade Estadual Paulista (UNESP); <sup>2</sup>Universidade de Montreal;  
<sup>3</sup>Laboratório de Modelagem Matemática – Universidade Estadual Paulista (UNESP)

Na praia do Leste no município de Iguape, litoral de São Paulo (coordenadas UTM 23J 255227 e 7269410), na costa sudeste do Brasil, a erosão costeira fez aflorar em agosto de 2012 um esqueleto de uma baleia-azul (*Balaenoptera musculus*, Linnaeus, 1758). A análise de fotografias aéreas e imagens de satélite da praia do Leste indicam que as condicionantes oceanográficas (marés, ondas e correntes) remobilizam os sedimentos causando ciclos de acreção/erosão da linha de costa. Entre 1993 e 2000 (intervalo de 7 anos) observa-se acreção de 600m, com uma taxa de 85m por ano. Entre 2001 e 2013 (intervalo de 12 anos), observa-se erosão perpendicular de 900m de linha de costa, com uma taxa de 75m por ano, causando a destruição de ruas e casas (Figura 1). Estudos morfodinâmicos feitos por Kawakubo & Luchiari (2002), Nascimento Jr. *et al.* (2008), Guedes *et al.* (2011), Lima & Oliveira (2012), na foz do rio Ribeira de Iguape, praia do Leste e na barra do Icapara observam na extremidade norte da Ilha Comprida entre 1993 e 1999 um aumento de 220 m, com média de 37 m/ano. Kawakubo (2009) avalia as mudanças na linha de costa e observa que nos anos de 1976, 1980, 1993 e 2000 os processos erosivos e deposicionais são extremamente dinâmicos e as feições geomórficas podem mudar num curto intervalo de tempo. Os fósseis de *Balaenoptera musculus* ocorrem *in situ*, associados a fácies de areia fina com estratificação plano-paralela, indicando ambiente marinho raso. O esqueleto está em processo de permineralização apresentando coloração marrom (óxido de ferro). Duas amostras do crânio (Beta 337197 e Beta 337198) foram datadas por radiocarbono AMS no Laboratório *Beta Analytic*. A idade do crânio e do depósito sedimentar associado variou entre 1940 e 1760 anos cal. A.P. Durante a escavação foram resgatados: parte do crânio com o occipital e côndilos bem preservados, bula timpânica, escápula, 2ª vértebra cervical, rádio e costelas. O material está depositado no Laboratório de Estratigrafia e Paleontologia da UNESP Campus do Litoral Paulista. O comprimento total foi estimado através de três modelos de regressão linear simples, os quais utilizam como base a medida do bizigomático (maior distância entre os zigomáticos) (Pyrnson & Sponberg, 2011). Cada modelo utiliza um táxon como referência, sendo aqui: o grupo Neoceti ( $R^2=89\%$ ;  $n=45$ ), a família Balaenopteridae ( $R^2=81\%$ ;  $n=53$ ) e a espécie *Balaenoptera musculus* ( $R^2=89,7\%$ ;  $n=6$ ). Os dados utilizados como base foram obtidos em museus e universidades (MSN-UNIPI-Pisa-Itália, NMNH-Smithsonian-EUA, SBMNH-Califórnia-EUA, LML-Califórnia-EUA, NHM-Califórnia-EUA, WAM-Austrália e CMN-Canadá). As estimativas foram de 22, 25 e 23m respectivamente, o que indica um indivíduo jovem iniciando sua fase adulta. Hetzel & Lodi (1993) consideram como adulto indivíduos com cerca de 10 anos e tamanho médio de 22,5 m para machos e 24 m para as fêmeas. Segundo Lodi & Borobia (2013), o comprimento total dos adultos varia na faixa de 27 a 30 m (máximo de 33,6m). No hemisfério norte, o comprimento total varia entre 23 a 27m, entretanto, no hemisfério sul os adultos tendem a serem maiores, principalmente na região antártica. Provavelmente uma baleia subadulta encalhou numa antiga praia, posteriormente foi soterrada pela progradação da linha de costa, onde se iniciou o processo de fossilização em ambiente saturado de água doce (óxido de ferro) embaixo das ruas e casas. Posteriormente, a erosão da linha de costa expôs novamente o crânio e ossos ao ambiente de água salgada. Trata-se do primeiro registro da espécie no litoral do estado de São Paulo.

### Referências

- Guedes, C. C. F.; Giannini, P. C. F.; Sawakuchi, A. O.; DeWitt, R.; Nascimento Jr., D. R.; Aguiar, V. A. P. & Rossi, M. G. (2011) Determination of controls on Holocene barrier progradation through application of OSL dating: The Ilha Comprida Barrier example, Southeastern Brazil. *Marine Geology* 285: 1–16.
- Hetzel, B. & Lodi, L. (1993) Baleias, Botos e Golfinhos – Guia de Identificação para o Brasil. Editora Nova Fronteira, Rio de Janeiro. ISBN: 8520905013.

- Kawakubo, F. S. & Luchiari, A. (2002) Estudos morfodinâmicos da barra de Icapara com apoio de imagens obtidas por meio de sensoriamento remoto orbital. *Revista Brasileira de Oceanografia* 50: 59-62.
- Kawakubo, F. S. (2009) Avaliação das mudanças na linha de costa na foz do rio Ribeira de Iguape/desembocadura lagunar da barra de Icapara (litoral sul de São Paulo – Brasil) utilizando dados do Landsat MSS, TM e ETM+. *Investigaciones Geograficas, Boletín del Instituto de Geografía*, 68: 41-49.
- Lima, C. O. & Oliveira, R. C. (2012) Os processos de erosão e progradação no município de Ilha Comprida. *Revista Geonorte, Edição Especial*, 1(4): 902 – 915.
- Lodi, L. & Borobia, M. (2013). Baleias, botos e golfinhos do Brasil. Guia de identificação. Ilustrado por Pieter A. Folkens. 1 edição, Technical Books Editora, Rio de Janeiro. ISBN: 9788561368326.
- Nascimento, D. R.; Giannini, P. C. F.; Tanaka, A. P. B. & Guedes, C. C. F. (2008) Mudanças Morfológicas da Extremidade NE da Ilha Comprida (SP) nos Últimos Dois Séculos. *Revista do Instituto de Geociências – USP Sér. Cient.*, São Paulo, 8(1): 25-39.
- Pyenson, N. D. & Sponberg, S. N. (2011) Reconstructing Body Size in Extinct Crown Cetacea (Neoceti) Using Allometry, Phylogenetic Methods and Tests from the Fossil Record. *Journal of Mammalian Evolution* 18:269–288.

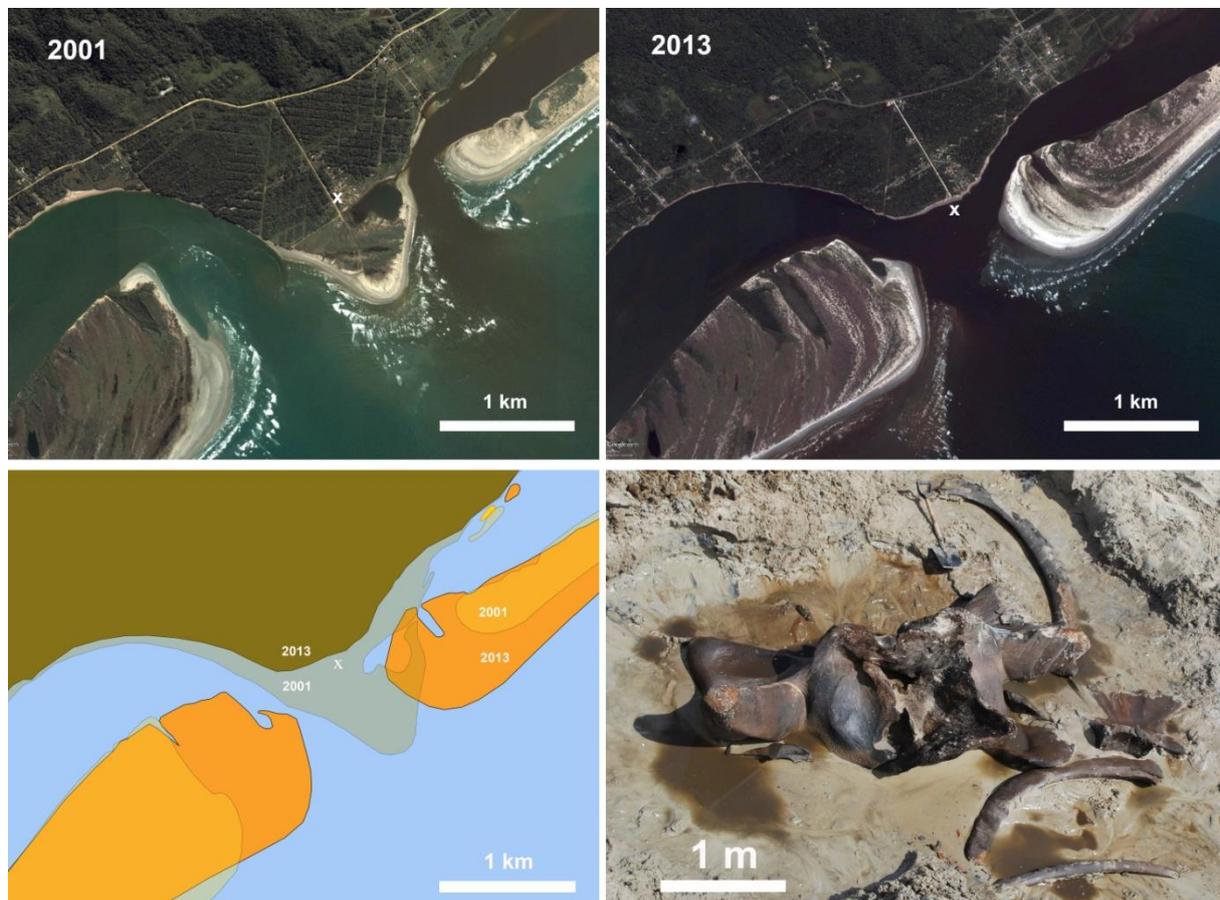


Figura 1 – Comparação das imagens de satélite de 2001 e 2013 (Google Earth) evidenciando a erosão da praia do Leste e a acresção da Ilha Comprida e Icapara. Detalhe da escavação do crânio de *Balaenoptera musculus*.



## CARACTERIZAÇÃO MICROPALEONTOLÓGICA DO TESTEMUNHO 2-LS-1-RJ - LAGOA SALGADA (RJ), BRASIL – RESULTADOS PRELIMINARES

Fabricio Ferreira<sup>1</sup>, Cleverson Guizan Silva<sup>1,2</sup>

*Programa de Pós-Graduação em Dinâmica dos Oceanos e da Terra – Universidade Federal Fluminense; <sup>2</sup>Laboratório de Geologia Marinha - Instituto de Geociências – Universidade Federal Fluminense (LAGEMAR/UFF).*

A partir da análise e integração de diferentes técnicas de aquisição de dados (*e.g.* geofísicos, sedimentológicos, micropaleontológicos e geoquímicos), o presente trabalho tem como objetivo caracterizar as seções marinhas e/ou lagunares Cenozóicas recuperadas da sondagem 2-LS-1-RJ (Lagoa Salgada, região norte do estado do Rio de Janeiro), com base na fauna de foraminíferos recuperados. A área de estudo está localizada no litoral do município de Campos, inserida na região continental do complexo Deltaico do Rio Paraíba do Sul, representando a porção terrestre da Bacia de Campos (Srivastava, 2002). A lagoa Salgada (21°54'10"S e 41°00'30"W) ocupa uma área total de aproximadamente 2.500 km<sup>2</sup> e está situada em uma planície com características arenosas, formada por cristas praias (*beach ridges*) holocênicas, ao sul da foz do rio Paraíba do Sul (Srivastava, 2002). Inicialmente, a coleta das amostras foi realizada privilegiando-se os intervalos sedimentares já reconhecidos e descritos. Este procedimento foi adotado com objetivo de avaliar a presença de microfósseis (foraminíferos) nestes intervalos. Para tanto, foram selecionadas para as análises preliminares 34 amostras, representativas dos intervalos sedimentares (4 a 20, 80 a 1.170 cm; Figura 1). O intervalo entre as profundidades 80 a 0 cm (topo da sondagem), foi desconsiderado para as análises iniciais por ser considerado solo. Para a preparação das amostras optou-se pela utilização da metodologia padrão para recuperação de microfósseis calcários proposta por Leipnitz *et al.* (2005). Das 34 amostras inicialmente selecionadas 20 foram triadas e apresentaram recuperação positiva de foraminíferos (Figura 1), somando um total de 7.949 espécimes recuperados. A fauna recuperada é dominada por diferentes espécies de foraminíferos bentônicos, sendo a presença de foraminíferos planctônicos considerada inexistente ou muito rara, sendo presente em poucas amostras e quando presente, com número inferior a cinco espécimes. Os intervalos sedimentares analisados (entre 80 - 96 cm e 604 - 1170 cm; Figura 1) apresenta uma recuperação que oscila entre 21 e 6740 ind/gr. sed (indivíduos por grama de sedimentos), onde o intervalo 4 (~80 cm) apresenta a menor abundância (21 ind/gr. sed), enquanto o intervalo 13 (~880 cm) apresenta a maior abundância registrada (6740 ind/gr. sed). Entre os foraminíferos bentônicos recuperados se destacam as formas calcárias, como os gêneros *Ammonia*, *Cibicides*, *Bolivina*, *Uvigerina*. As formas aglutinantes são constantes, porém apresentam baixa representatividade, e pode-se destacar apenas o gênero *Textularia*. As análises micropaleontológicas estão na fase inicial de triagem do material, no entanto os resultados preliminares obtidos no intervalo analisado sugerem a predominância de uma fauna de foraminíferos representantes de ambientes marinhos rasos com pequena influência de águas continentais. Agradecimentos: Ao IODP/CAPES pela concessão da bolsa de doutorado e a equipe do LAGESEG/UFRJ pela descrição sedimentológica.

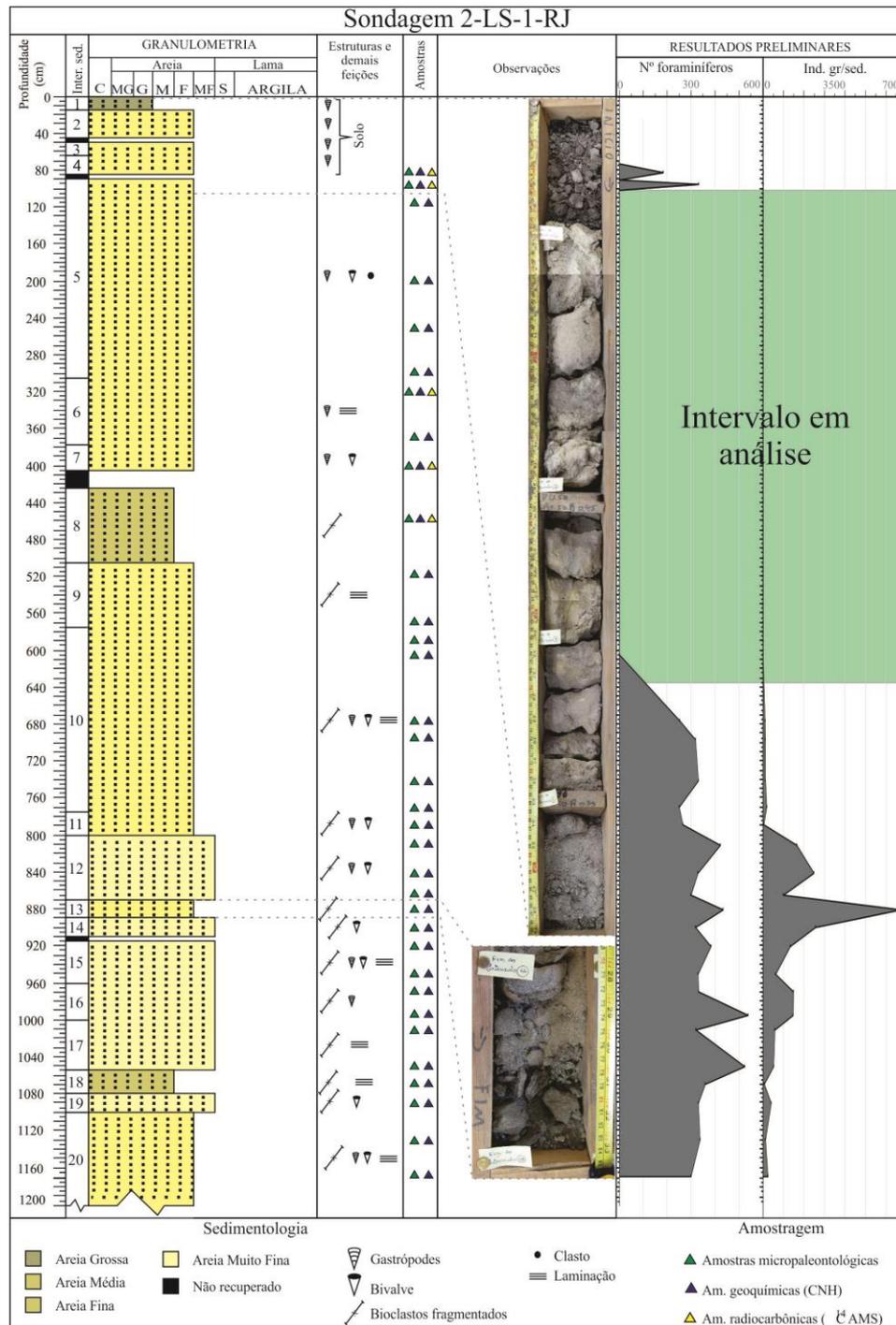


Figura 1. Perfil sedimentológico da sondagem 2-LS-1-RJ, localização das amostras micropaleontológicas, geoquímicas (CNH), datações absolutas (<sup>14</sup>C AMS) e resultado preliminares da recuperação de microfósseis (foraminíferos).

### Referências

- Leipnitz, I.I., Silva, J.L.L., Leipnitz, B., Aguiar, E.S., Leão, C.J., Giovanoni, L. & Ferreira, F. 2005. Métodos para o trabalho com microfósseis e formas atuais. *In*: Timm, L.L. e Cademartoti, C.V. (eds) *Cadernos La Salle XI - Métodos de Estudo em Biologia*, ISSN: 1678-2003, 2(1):49-58.
- Srivastava, N.K. 2002. Lagoa Salgada, RJ - Estromatólitos recentes. *In*: Schobbenhaus, C., Campos, D.A., Queiroz, E.T., Winge, M. & Berbert-Born, M. (eds.). *Sítios geológicos e arqueológicos do Brasil*. Editora Brasília: DNPM/CPRM – Comissão Brasileira de Sítios Geológicos e Paleobiológicos (SIGEP), 1:203-209.



## DEPÓSITOS MARINHOS E GRAVITACIONAIS NAS PRAIAS DE ITAGUÁ E IPEROIG EM UBATUBA-SP

Estéfano Seneme Gobbi<sup>1</sup>, Francisco Sergio Bernardes Ladeira<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Pós-Graduação em Geografia - Instituto de Geociências – Universidade Estadual de Campinas; <sup>2</sup>Departamento de Geografia - Instituto de Geociências – Universidade Estadual de Campinas

As Planícies Sedimentares situadas no litoral norte do Estado de São Paulo diferenciam-se por apresentarem pequenas dimensões e por isso são classificadas como *Pocket Beaches*. Estas áreas são segregadas por indentações do Planalto Atlântico, que por vezes sofre a abrasão diretamente da arrebentação marinha (Cruz, 1974). Ab'Saber (1955) afirma que na região de Ubatuba particularmente os terraços marinhos atingem pacotes entre 50 e 60 metros de espessura, apesar de possuírem extensões consideravelmente reduzidas, sendo frequentemente limitados por esporões da Serra do Mar. Suguio et al (1985), Martin et al (1982) e Martin & Suguio (1976) discorrem que no evento conhecido como Ingressão Santos o Nível Médio dos Mares avançou em média 5 metros acima linha de arrebentação atual, afogando essas áreas de deposição. Posteriormente a regressão do mar deste evento e concomitantemente com outras ingressões marinhas de menor magnitude, ocorreram sucessivos movimento de massa, que vieram a entulhar essas Planícies Sedimentares com material de origem completamente distinto do que havia sido depositado pelo avanço do mar em eventos pretéritos (Gobbi & Ladeira, 2011). Os depósitos gravitacionais são inerentes às escarpas da Serra do Mar, que por vezes atingem cotas próximas aos 1200 metros de altitude em uma relativa pequena distancia horizontal (Plano Cartográfico do Estado de São Paulo, 1978), propiciando elevadas declividades e se constituindo como barreira orográfica. Cruz (1974) também apresenta que este compartimento geomorfológico apresenta-se como uma muralha maciça que apenas é recortada pela ação da drenagem que entalha profundamente o complexo cristalino e onde, preferencialmente os materiais mobilizados em movimentos de massa encontrará mais facilidade de se deslocar até atingir a planície. Estas questões topográficas e geomorfológicas, associadas a altas temperaturas, elevados índices pluviométricos e uma vegetação de Floresta Ombrófila Densa, proporcionam o desenvolvimento de um considerável manto intempérico (Sábio, 2008; Perdomo 2010). Este material pedogenizado apresenta características texturais argilosas, bastante distintas das granulometrias verificadas para os depósitos marinhos, de modo que, mesmo após a pedogênese agir sobre os depósitos sedimentados na Planície Costeira há a possibilidade de diferenciação da origem do material. Em procedimentos de tradagens realizadas na área (Figura 01) fica evidente a diferenciação entre os depósitos de granulometria mais grosseira e textura arenosa associado ao avanço do mar, bem como os depósitos de granulometria mais fina e textura argilosa, relacionados aos depósitos gravitacionais de movimentos de massa. Cabe ressaltar que por diversas oportunidades em campo foram visualizados clastos de diferentes dimensões em meio a pacotes sedimentares de textura argilosa, caracterizando que todos estes materiais não sofreram seleção ao serem transportados em um evento movimento de massa.

Desta forma, fica evidente o avanço do nível médio dos mares em momentos pretéritos, entretanto os depósitos correlatos a estes eventos dificilmente afloram em superfície, por foram paulatinamente a ainda são constantemente sobrepostos por depósitos de características bastante distintas de origem gravitacional.

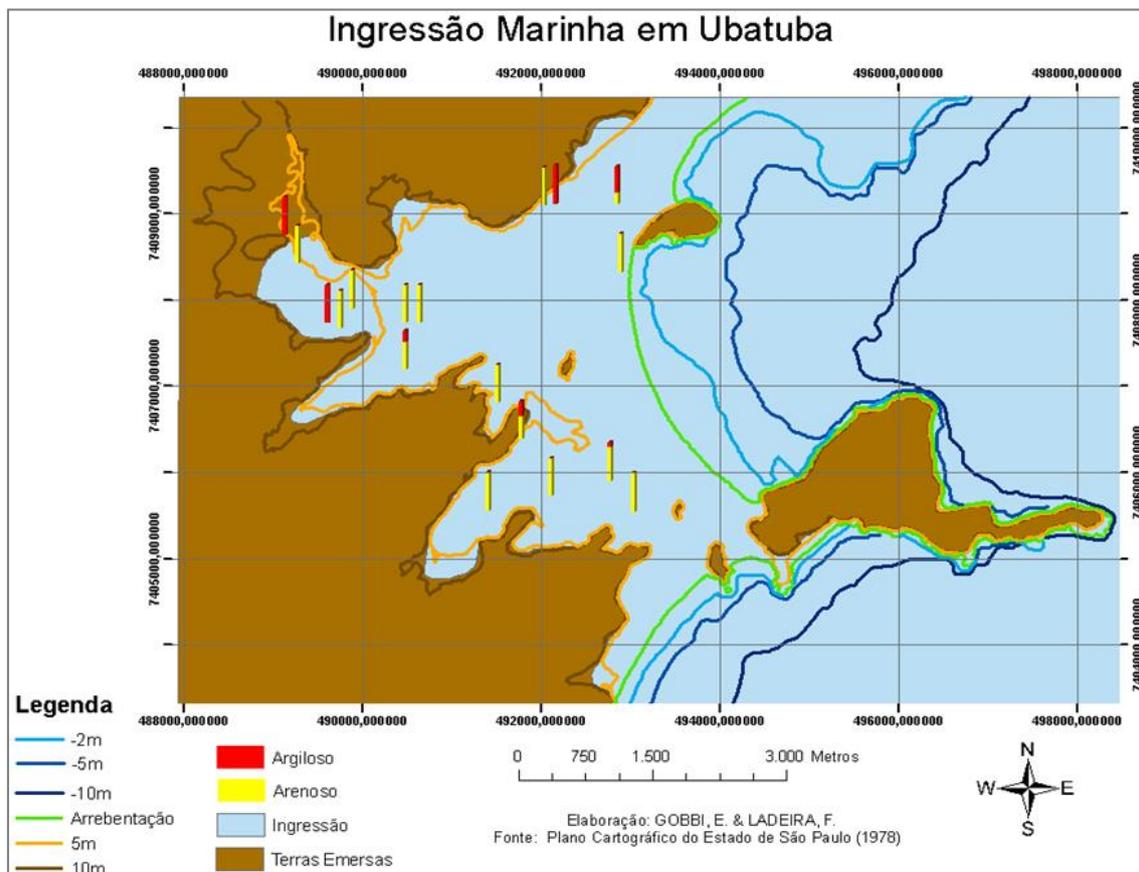


Figura 1. Mapa da Ingressão Santos (5.200 A.P.) em Ubatuba, associada aos depósitos gravitacionais verificados em tradagens e a topografia e batimetria atuais

## Referências

- Ab'Saber, A.N. Contribuição à Geomorfologia do Litoral Paulista. *Revista Brasileira de Geografia*, n. 1 p. 3-44, Rio de Janeiro. 1955.
- Cruz, O. Serra do Mar e o litoral na Área de Caraguatatuba-SP: Contribuição a Geomorfologia Litorânea Tropical. Tese de Doutorado - Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo. São Paulo. 1974.
- Gobbi, E. S. & Ladeira, F. S. B. Proposta para o mapeamento de riscos associados e a movimentos de massa e inundação: o caso de Ubatuba-SP *In: Revista Geociências*, São Paulo, UNESP, v.30 n. 3, p.445-456. 2011.
- Martin, L.; Möerner, N.; Flexor, J. & Suguio, K. Reconstrução de Antigos Níveis Marinhos do Quaternário. Publicação Especial IG-USP & SBG, 153p. São Paulo. 1982.
- Martin, L. & Suguio, K. O Quaternário Marinho do Litoral do Estado de São Paulo. *In: Congresso Brasileiro de Geologia*, 29, Anais... São Paulo: Sociedade Brasileira de Geologia, 1976, v. 1, p. 281-293. Ouro Preto. 1976
- Perdomo, C. V. Influência das propriedades físico-mecânicas e hídricas do solo na susceptibilidade a escorregamentos em vertente declinosa na Serra do Mar em Ubatuba. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Instituto de Geociências, Universidade Estadual de Campinas. Campinas, 2010.
- Plano Cartográfico do Estado de São Paulo. Folhas: SF-23-Y-D-III-4-SE-C (Ubatuba I), SF-23-Y-D-III-4-SE-D (Ubatuba II), SF-23-Y-D-III-4-SE-E (Ubatuba), SF-23-Y-D-III-4-SE-F (Enseada de Ubatuba). Escala 1:10 000, São Paulo. 1978.
- Sábio, G.P.P. Cálculo de Volume de Manto Intempérico de Encostas de Regiões Tropicais Úmidas: o caso da bacia do rio Tavares, Ubatuba-SP. Dissertação (Mestrado em Geografia – Instituto de Geociências, Universidade Estadual de Campinas. Campinas, 2008.
- Suguio, K.; Martin, L.; Bittencourt, A.C.S.P.; Dominguez, J.M.L.; Flexor, J.M. & Azevedo, A.E.G. Flutuações do nível do mar durante o Quaternário Superior ao longo do litoral brasileiro e suas implicações na sedimentação costeira. *Revista Brasileira de Geociências*, v. 15, n. 4, p. 273-286, 1985.



## ANÁLISE DAS ASSEMBLEIAS DE FORAMINÍFEROS EM UM TESTEMUNHO DA PLATAFORMA CONTINENTAL EM FRENTE À BAÍA DE GUANABARA – RJ

Fábio Esteves Rangel<sup>1</sup>, Claudia Gutterres Vilela<sup>1</sup>, Taísa Camila Silveira de Souza<sup>2</sup>,  
Antonio Tadeu dos Reis<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Laboratório MicroCentro, Departamento de Geologia, Instituto de Geociências – Universidade Federal do Rio de Janeiro;  
<sup>2</sup>Programa de Pós-Graduação em Geologia e Geofísica Marinha, Departamento de Geologia, LAGEMAR, Instituto de Geociências – Universidade Federal Fluminense; <sup>3</sup>Faculdade de Oceanografia – Universidade Estadual do Rio de Janeiro

A área de estudo encontra-se localizada na plataforma e talude superior em frente à baía de Guanabara e se estende lateralmente até as proximidades de Cabo Frio, no estado do Rio de Janeiro. Constitui uma das mais proeminentes plataformas de toda a costa brasileira (Silveira, 1964) e situa-se entre as latitudes de 23°40' e 24°00'S e longitudes 42°00' e 43°20'W. Os foraminíferos são muito usados em diversas aplicações em ecologia e paleoecologia, pois ocupam todos os ambientes marinhos desde as partes mais rasas até as partes mais profundas do oceano, são abundantes e ocorrem em relativa diversidade de espécies em uma pequena amostra. Possuem uma carapaça rígida que se preserva no sedimento indicando uma rápida resposta às mudanças que ocorrem no meio ambiente. Neste trabalho utilizaram-se os foraminíferos como *proxies* para determinação de mudanças que ocorreram no Pleistoceno final/Holoceno. Foram analisadas 33 amostras em um testemunho coletado em março de 2012, localizado em frente à baía de Guanabara na plataforma externa acerca de 130 m de profundidade, denominado de Prima 4. A metodologia utilizada para o tratamento das amostras seguiu as etapas usuais para foraminíferos constando de padronização por volume, lavagem em peneiras (>500 e >63 µm) e secagem. As amostras foram peneiradas a seco em peneira >125 µm e procedeu-se a triagem dos espécimes de foraminíferos bentônicos. As amostras foram quarteadas quando necessário para contagem de 300 indivíduos. As assembleias de foraminíferos bentônicos recuperados foram identificadas, de maneira a se realizar um estudo ecológico, reconstruindo a evolução ambiental da área estudada e avaliando a resposta local das assembleias de foraminíferos. A partir da confecção de um perfil litológico do Prima 4 (Figura 1), pode-se observar que as amostras variaram bastante em tamanho de grão da base para o topo, indo de sedimentos lamosos até areias finas e médias, e fragmentos de conchas. As areias apresentam-se bem a moderadamente selecionadas, com diâmetro médio que varia de areia grossa/média à areia fina/muito fina e com baixa percentagem de matéria orgânica. Os resultados da distribuição da microfauna foram correlacionados com os dados sedimentológicos para se entender os padrões ambientais. Datação de <sup>14</sup>C realizada na base do testemunho forneceu uma idade em torno de 29.000 anos AP. Outros valores de datação foram calculados correlacionando-se com os valores das taxas de sedimentação local. Os valores de COT foram baixos e aumentaram em direção ao topo do testemunho, podendo este aumento estar relacionado à poluição antropogênica (Figura 2). Foram observadas espécies que, segundo Murray (2006), são características de ambientes marinhos como *Uvigerina peregrina*, *Quinqueloculina lamarckiana*, *Triloculina tricarinata*, *Pyrgo inornata*, *Rosalina floridana*, *Milionella subrotunda*, *Cassidulina laevigata*, *Bulimina marginata*, *Cibicides pseudolobatus*, *Pseudonion atlanticum*, *Pseudonion cuevanensis* e *Eponides repandus*. Também foram encontradas em menor quantidade as espécies características de plataforma *Cancris sagra* e *Cassidulina crassa*, com espécimes de tamanho grande. A abundância absoluta por espécies na amostra do Prima 4 mostrou uma variação havendo três picos de abundância ao longo do testemunho e um pico maior na interface sedimento/água (Figura 3). As seguintes espécies mostraram uma alta dominância nas amostras: *Ammonia tepida*, *Elphidium excavatum*, *Buliminella elegantissima*, *Quinqueloculina aglutinans*, *Textularia aglutinans*, *Pyrgo eleongata* e *Hanzawaia concentrica*. A abundância de foraminíferos deve-se provavelmente à influência de águas marinhas com o aumento na diversificação das espécies. Os resultados da distribuição da microfauna foram correlacionados com os dados sedimentológicos, para se entender os padrões ambientais e avaliar níveis de poluição antropogênica. O padrão de distribuição das espécies confirma a influência da poluição antrópica em direção ao topo do testemunho, pois segundo Vilela *et*

al. (2011) espécies como *Ammonia tepida* e *Buliminella elegantissima* são típicas de ambientes estressados.

### Referências

- Murray, J.W. 2006. Ecology and applications of benthic foraminifera. Cambridge University Press, 426.
- Silveira, J.D. 1964. Morfologia do litoral. In: Azevedo, A. (ed). Brasil: a terra e o homem. Companhia Editora Nacional, São Paulo. Volume 1: 253-305.
- Vilela, C. G.; Batista, D. S.; Baptista-Neto, J. A. & Ghiselli JR, R. O. 2011. Benthic foraminifera distribution in a tourist lagoon in Rio de Janeiro, Brazil: A response to anthropogenic impacts. Marine Pollution Bulletin, v. 62, n. 10, p. 2055–2074.

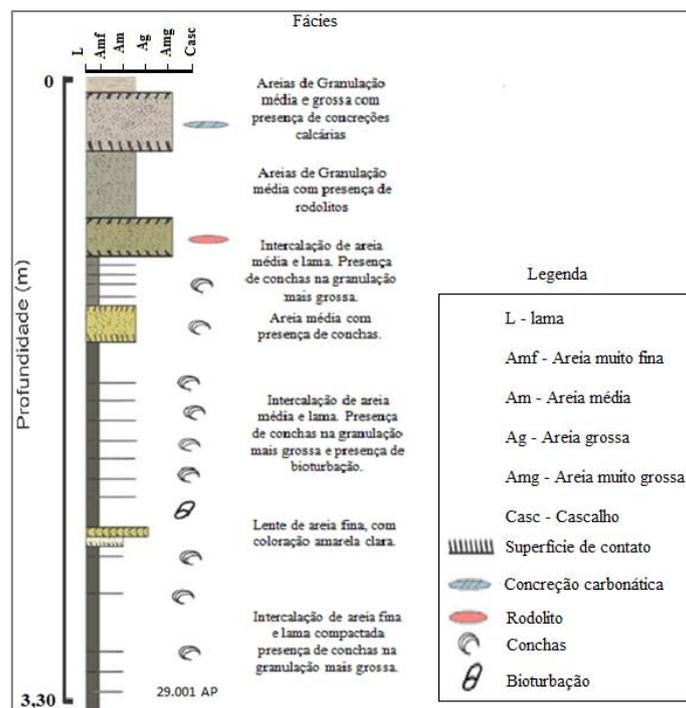


Figura 1: Descrição granulométrica das fácies do testemunho Prima 4 do topo para a base.

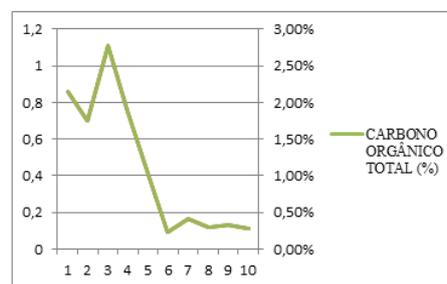


Figura 2: Carbono orgânico total analisado nas amostras do testemunho Prima 4.

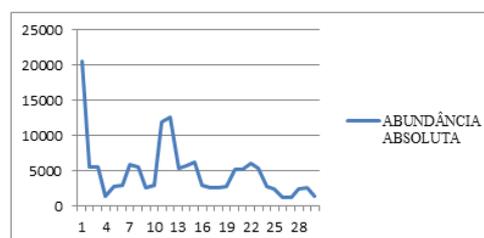


Figura 3: Abundância absoluta analisada nas amostras do testemunho Prima 4.



## SEISMOSTRATIGRAPHY AND GEOMORPHOLOGY OF A HETEROGENOUS INNER SHELF, SANTA CATARINA, BRAZIL: TIJUCAS'S CHÊNIERS A CASE STUDY

Ricardo P. Meireles<sup>1</sup>, Andrew Green<sup>2</sup>, J. Andrew G. Cooper<sup>3</sup>, Jorge Souza<sup>4</sup>, Antonio H.F. Klein<sup>1</sup>,  
Michel, F.V. Prado<sup>1</sup>, Reginaldo Lemos<sup>1</sup>, Jair Weschenfelder<sup>5</sup>, Elírio E. Toldo Jr.<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Laboratory of Coastal Oceanography, Geoscience Department, Universidade Federal de Santa Catarina - <sup>2</sup>School of Agriculture, Earth and Environmental Sciences, University of KwaZulu-Natal, South Africa - <sup>3</sup>School of Environmental Sciences, University of Ulster, North Ireland - <sup>4</sup>CB&I: Environmental & Infrastructure, Brazil - <sup>5</sup>Geoscience Institute, Universidade Federal do Rio Grande do Sul CECO/UFRGS.

The Holocene shoreface and inner shelf of Tijucas bay, Santa Catarina – Brazil, is part of the extensive wave-dominated, high sediment supply coast of Santa Catarina. The coast comprises accumulations of mixed sand-and-mud representative of a series of muddy tidal flats, overbank deposits and cheniers. In particular, the inner shelf/shoreface is strongly heterogeneous in terms of composition. Such shorefaces are rare, under reported features. With this in mind, the aim of this study is to examine the geological evolution of the inner shelf. The study area is characterized by bimodal wave directions (Araujo *et al.*, 2003) from the east (T = 8s; Hs = 1.25m) and the south (T= 12s; Hs (summer) = 1.25m; Hs (winter) = 2m). The southerly waves prevail in winter and autumn and waves from the NE dominate in summer and spring. Tidal range is microtidal (0.8m) with surges of up to 1m (Trucolo *et al.*, 2006). The area is influenced by tidal currents entering and exiting northern Florianópolis bay and by fluvial discharge from the Tijucas river (Buynovich *et al.*, 2005). During the last three decades several authors have studied the geological/geomorphological evolution of the Santa Catarina coastal plain (and Tijucas's cheniers) with focus on sediment caliber, wave energy and sea level fluctuations (Horn Filho & Diehl, 1994; Caruso Jr. *et al.*, 1997; Asp *et al.*, 2005; FitzGerald *et al.*, 2007; Hesp *et al.*, 2009; Schettini *et al.*, 2010; Hein *et al.*, 2013). Recently, Hein *et al.* (2015) examined the Tijucas strandplain and described its evolution within a ~100 km<sup>2</sup>, semi-enclosed embayment fronted by bedrock headlands. The strandplain gradually transitions from a proximal, sand-dominated variety associated with the mid-Holocene highstand shoreline, into a mixed sand-and-mud system in the central plain. This terminates in a series of widely spaced cheniers that extend 2.0 km inland from the modern beach. The proximal extensions of the strandplain were examined by Hein *et al.* (in prep) from a number of sediment cores, GPR lines and radiocarbon dates. Despite the abundance of data from the adjoining coastal plain, the inner shelf of Tijucas is poorly constrained in terms of its geological/geomorphological evolution. This study encompasses a comprehensive characterization of the inner shelf using seismic reflection and sedimentological techniques, with an aim to reconstruct the palaeo-environmental and stratigraphic evolution. Ultra-high resolution CHIRP seismic data provide seaward extensions of onshore GPR data and make it possible for a connection between the radar and seismic reflectors in the inner shelf to be made. Several seismic facies (T1, T2, T3, T4) can be differentiated on the basis of internal configuration (parallel, divergent, progradational) and unit geometry (ripples, progradational, retrogradational, chaotic, lenticular, fluid mud). Additionally, associated gas structures (e.g. turbidity pinnacles) are used for further discrimination. Results show that the shoreface and inner shelf offshore of the Tijucas river contains a 0.5-1.5m-thick fluid mud layer (T4) visible in the shallow seismic section to at least -20m water depth. It is underlain by a further ca. 10m of compact mud (T3), directly comparable to thicknesses recorded in onshore cores. This in turn rests on fluvial sands and gravels. Downlapping reflectors of unit T2 occur at -15m below sea surface, and comprise a progradational assemblage of reflectors (T1). Gas disturbances occur in the offshore portion of the seismic profiles. In the most distal areas seaward of Tijucas bay, the seabed comprises sand and gravel. This is associated with the strong tidal currents caused by topographic funneling of the tides in and out of the north bay of Florianópolis causing scouring and/or non-deposition of mud. It is not yet possible to determine whether the sand and gravel comprises reworked fluvial sands, comparable to the lowermost seismics (undetermined unit), or a cover of transgressive marine sands (undetermined unit). In this study we consider that fronting



headlands minimize wave energy, allowing for the accumulation of fluid mud in the inner shelf and shoreface at Tijucas, fed by the much smaller Tijucas river. It is further suggested that this is the main process of deposition on shallow, narrow and low-energy shelves, such as those found here. Notably we recognize a transgressive barrier within a regressive shoreface/inner shelf system, the result of sea level rise during the last 11 ka BP. From the seismic data several unconformities are evident, comprising major sequence stratigraphic surfaces. These are mostly associated with sea level rise (wave ravinement surfaces) and provide a tool for examining the response of the inner shelf to wave ravinement in high sediment load, mixed sediment caliber areas.

#### References

- Araujo, C.E.S., Franco, D., Melo, E. & Pimenta, F., 2003. Wave regime characteristics of the southern Brazilian coast. Proc. 6<sup>th</sup> International Conference on Coastal and Port Engineering in Developing Countries, Sri Lanka, 97: 1-15.
- Asp, N.E., Buynevich, I., Siegle, E., Fitzgerald, D., Klein, A.H.F., Cleary, W. & Angulo, R. 2005. Coastal geomorphology of Tijucas, SC-Brazil: preliminary Holocene evolution model. In: Anais X Congresso da Associação Brasileira de Estudos do Quaternário - ABEQUA, Brazil, 1: 6-12.
- Buynevich, I., Asp, N., FitzGerald, D., Cleary, R., Klein, A.H.F., Siegle, E. & Angulo, R. 2005. Mud in the surf: nature at work in a Brazilian bay. EOS, 86: 301-302.
- Caruso Jr, F. & Araujo, S. A. 1997. A Planície de Chenier da Baía de Tijucas, Litoral de Santa Catarina. In: Anais X Semana Nacional de Oceanografia, Itajaí, 1: 40-43.
- FitzGerald, D.M., Cleary, W.J., Buynevich, I.V., Hein, C.J., Klein, A.H.F. & Asp, N. E. & Angulo, R.J. 2007. Strandplain Evolution along the Southern Coast of Santa Catarina, Brazil. Journal of Coastal Research, SI 50: 152-156.
- Hein, C.J., FitzGerald, D.M., Cleary, W.J., Albernaz, M.B., de Menezes, J.T. & Klein, A.H.F. 2013. Evidence for a transgressive barrier within a regressive strandplain system: Implications for complex coastal response to environmental change. Sedimentology, 60: 469-502.
- Hein, C.J., Georgiou, I.Y., Fitzgerald, D.M., Souza, S.H.P., Klein, A.H.F. & Menezes, J.T. 2015. Wave Energy, Sediment Supply, and Sea-Level Fall: Late Holocene Basin Infilling in Southern Brazil. Coastal Sediments '15. Abstract n° 207.
- Hein, C.J., FitzGerald, D.M., de Souza, L.H.P., Georgiou, I.Y., Klein, A.H.F., Buynevich, I.V., Menezes, J.T., Scolaro, T. & Cleary, W.J., (in prep.). Complex response of a coastal progradational system to basin infilling at a strandplain in southern Brazil.
- Hesp, P.A., Giannini, P.C.F., Martinho, C.T., Silva, G.M. & Neto, N.E.A. 2009. The Holocene Barrier Systems of the Santa Catarina Coast, Southern Brazil. In: Dillenburg, S. & Hesp, P. (eds), Geology and Geomorphology of Holocene Coastal Barriers of Brazil, Springer, 94-133.
- Horn Filho, N.O. & Diehl, F.L. 1994. Geologia da planície costeira de Santa Catarina, Alcance, 1: 95-102.
- Schettini, C. A. F., Almeida, D. C., Siegle, E., & Alencar, A. C. B. 2010. A snapshot of suspended sediment and fluid mud occurrence in a mixedenergy embayment, Tijucas Bay, Brazil. Geo-Marine Letters, 30: 47-62.
- Truccolo, E.C, Franco, D. & Schettini, C.A.F. 2006. The Low Frequency Sea Level Oscillations in the Northern Coast of Santa Catarina, Brazil. Journal of Coastal Research, 39: 547-552.



## OSTRACODES MARINHOS COMO INDICADORES DO TRANSPORTE SEDIMENTAR EM ILHAS OCEÂNICAS SUBTROPICAIS

Ricardo Piazza Meireles

*Laboratório de Oceanografia Costeira, Universidade Federal de Santa Catarina. Barra da Lagoa, Florianópolis/SC, Brasil.*

Ilhas Oceânicas Subtropicais se caracterizam também pelo baixo desenvolvimento de cordões praias arenosos, sendo o ambiente praias reduzido e os depósitos arenosos geralmente melhor desenvolvidos no verão e altamente remobilizados no inverno, isso associado principalmente à passagem de grandes tempestades. Essa afirmação nos remete a questão: para onde vai essa grande quantidade de sedimentos, nomeadamente areias? Ainda são raros os estudos que abordem esse tema. O Arquipélago dos Açores – Portugal (Fig. 1) é em geral dominado por ondas, com regime imposto pelas tempestades. O material sedimentar é predominantemente areia(s) média a grossa com grandes proporções de bioclastos e basaltos, sua acumulação é próxima à praia de origem. O transporte sedimentar se dá preferencialmente perpendicular a linha de costa durante os eventos mais extremos, retirando o material da praia e depositando na plataforma insular em isóbatas inferiores a >80m e a poucos quilômetros (km) de distância da fonte; ou seja, esses ambientes são extremamente dinâmicos em termos de trocas energéticas, porém são conservadores (fechados) para trocas sedimentares. Também podem ser vistos e interpretados em depósitos de Tempestitos (Mioceno Superior) (acumulações em afloramentos decorrentes de Eventos Extremos / Tsunami) (Meireles *et al.*, 2013). Os estudos com Ostracodes marinhos de ilhas oceânicas, realizados principalmente no Arquipélago dos Açores, têm evidenciado que as assemblages viventes são dominadas por espécies das famílias Loxoconchidae, Xestoleberidae e Hemicytheridae (Meireles *et al.*, 2014a), e que as assemblages fósseis por Loxoconchidae, Hemicytheridae, Bairdiidae, Xestoleberidae e Trachyleberidae (Meireles *et al.*, 2012). A distribuição preferencial das espécies, em geral, estende-se do inter-maré (~1m), de costas dominadas por escarpas de basalto e fundos marinhos arenosos com quase total ausência de lamas, até aos 90m; sendo max. ~20m onde foram observadas as maiores concentrações vivas, e o maior aporte sedimentar (turbidez). Os estudos também revelaram praticamente a inexistência de espécies de ostracodes viventes em praias arenosas nas ilhas do Arquipélago (Meireles *et al.*, 2014b); também descritos, na literatura, para outros grupos zoológicos em Ilhas Oceânicas. Fato que pode ser (1) resultado de episódios glaciais, com o rebaixamento no nível do mar até a borda da plataforma insular e como consequência o favorecimento do deslizamento dos sedimentos para regiões abissais e o não retorno desse material ao sistema praias e/ou (2) pelo fato das grandes retiradas de material arenoso das praias durante os eventos de tempestades, frequentes (entre 4 a 6 grandes eventos por ano), impossibilitando o desenvolvimento de populações (Biocenoses) de ostracodes (também Briozoários, Foraminíferos, entre outros) nas praias arenosas dos Açores. Os resultados obtidos corroboram a hipótese de que as grandes deposições de material praias e de plataforma, quase que diretamente para a planície abissal e oceano profundo pode ser o grande mecanismo de transposição das Famílias de Ostracodes migrarem entre ilhas e em alguns casos montes submarinos (*seamounts*), transpondo a barreira batimétrica, visto que biogeograficamente as associações de ostracodes são dominadas por espécies também presentes no continente Europeu, principalmente nas províncias, Mediterranea (preferencialmente para as espécies do Missiniano) (Fig. 2a), e Lusitanica, Gascornia e Céltica (para o Holoceno) (Fig. 2b). [FCT-Portugal: SFRH/BD/60518/2009; e CNPq-Brasil: 313777/2013-6].

### Referências

- Meireles, R.P., Faranda, C., Gliozzi, E., Pimentel, A., Zanon, V. & Ávila, S. 2012. Late Miocene marine Ostracodes from Santa Maria Island, Azores (NE Atlantic): Systematics, Palaeoecology and Palaeobiogeography. *Revue de Micropaléontologie*, 55: 133-148.
- Meireles, R.P., Keyser, D. & Ávila, S.P. 2014b. The Holocene to Recent ostracods of the Azores archipelago (NE Atlantic): Systematics and biogeography. *Marine Micropaleontology*, 112: 13-26.



Meireles, R.P., Keyser, D., Borges, P.A., Silva, L., Martins, A.M.D.F. & Ávila, S.P. 2014a. The shallow marine ostracod communities of the Azores (Mid-North Atlantic): taphonomy and palaeoecology. *Geologica Acta*, 12(1): 53-70.

Meireles, R.P., Quartau, R., Ramalho, R., Rebelo, A.C., Madeira, J., Zanon, V. & Ávila, S.P. 2013. Depositional processes on oceanic island shelves – evidence from storm generated Neogene deposits from the Mid North Atlantic. *Sedimentology*, 60: 1769-1785.

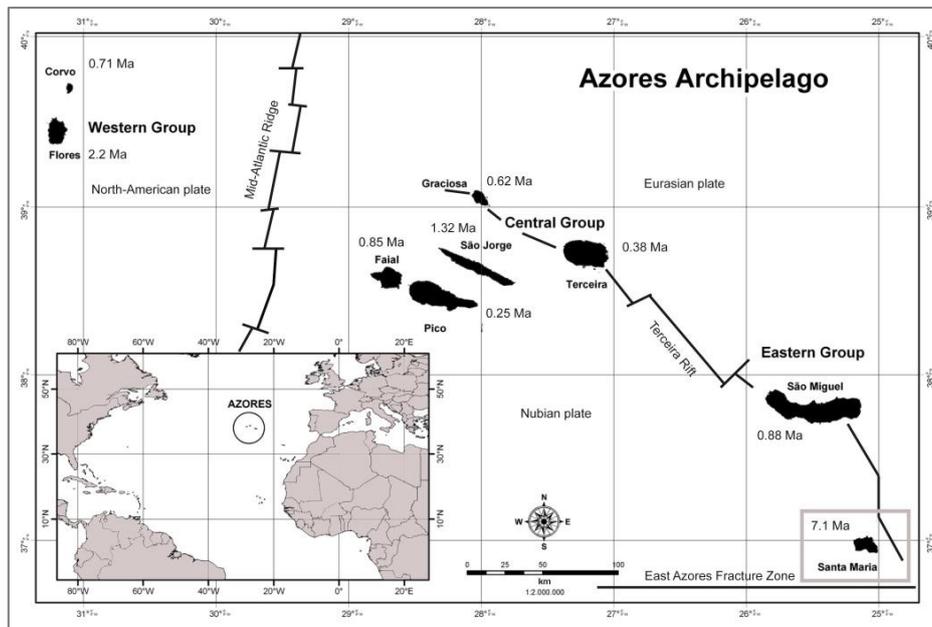


Figura 1. Mapa do Arquipélago dos Açores (Meireles *et al.*, 2012).

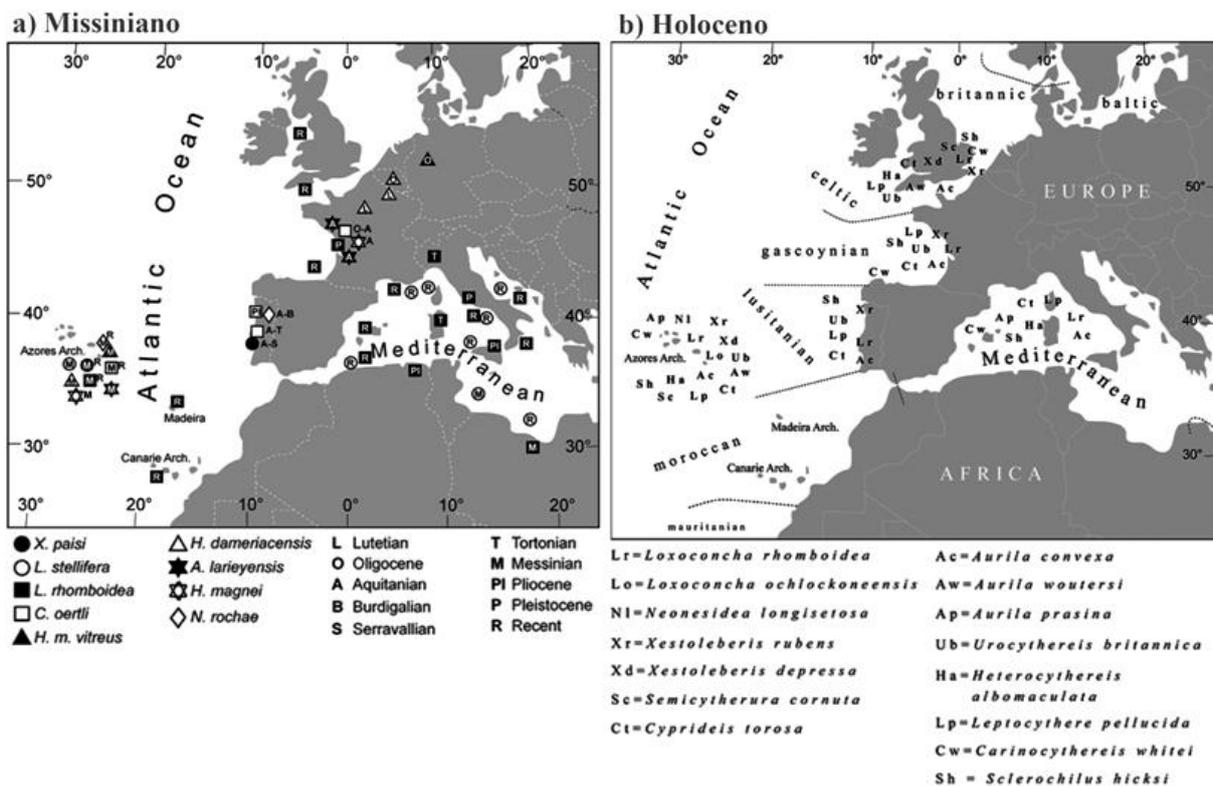


Figura 2. Geográfica e estratigráfica distribuição das espécies de ostracodes no Atlântico Norte; a) espécies do Missiniano (Mioceno superior); b) espécies do Holoceno (viveres e fósseis) (adaptado de Meireles *et al.*, 2012 e 2014).



## ESPÉCIES VEGETAIS EXÓTICAS E NATIVAS LENHOSAS SOBRE DUNAS DA PRAIA DAS CABRAS, MUNICÍPIO DE CIDREIRA, RS, BRASIL

Rodrigo Rohd Freitas<sup>2</sup>, João Luiz Pereira Júnior<sup>1</sup>, Lisandro Becker Garcia<sup>1</sup>, Maurício Costantin Marmitt<sup>1</sup>, Juçara Bordin<sup>2</sup>, Paulo Henrique Ott<sup>2</sup>.

<sup>1</sup>Centro de Estudos Climáticos, Limnológicos e Marinhos- Universidade Federal do Rio Grande do Sul;<sup>2</sup>Universidade Estadual do Rio Grande do Sul, Unidade Litoral Norte - Osório

A presença de espécies vegetais exóticas em ambientes litorâneos de dunas acarreta a redução da diversidade florística e faunística regional, além da depreciação de características geológicas, como a formação de “*blow-outs*”, originados pela presença de espécies de porte arbustivo e arborescente em regiões sem essa característica original (Cordazzo & Rosa, 2010). O campo de dunas móveis de Cidreira, no litoral norte do Rio Grande do Sul, onde está inserida a área de estudo, é considerado um local prioritário na preservação das formações de campo de dunas no Estado (Tomazelli *et al.*, 2004). A área abriga também espécies animais ameaçadas de extinção, como o *Ctenomys flamarioni* Travi, 1981, espécie conhecida popularmente por tuco-tuco, que se alimenta de raízes e folhas da vegetação nativa do ambiente em estudo. O presente estudo objetivou identificar as espécies vegetais exóticas e as nativas lenhosas presentes na região das dunas, a fim de melhor compreender a distribuição e cobertura das mesmas no ambiente. A área de estudo situa-se na região de dunas da Praia das Cabras (30°06'S; 50°10'W), limitada a leste pela linha de praia e a oeste pela RS-786, rodovia que corta paralelamente ao oceano o campo de dunas de Cidreira. A partir do método do caminhamento, realizado no dia 21 de abril de 2015, foi registrado com o auxílio de um GPS a posição de cada exemplar ou mancha vegetal para a geração de um mapa de localização em um polígono de aproximadamente 102.000 m<sup>2</sup> de área, percorridos em sua totalidade. Foi utilizado o software GPS TrackMaker para a elaboração do mapa da área e distribuição das espécies. A identificação das espécies foi realizada em campo com o auxílio de bibliografia especializada. Foram coletadas amostras que estão depositadas no Herbário da Universidade Estadual do Rio Grande do Sul, Unidade Litoral Norte-Osório. Três espécies exóticas ocorrem na área: *Carpobrotus chilensis* (Molina) N.E. Br., também conhecido como Onze-Horas, *Casuarina equisetifolia* L. e *Pinus* sp., as duas últimas lenhosas. Ocorrem duas espécies lenhosas nativas, *Psidium cattleianum* Sabine, o araçá-amarelo e *Mimosa bimucronata* (DC.) Kuntze, conhecido popularmente por maricá e uma espécie naturalizada: *Psidium guajava* L., a goiabeira. As espécies lenhosas nativas e naturalizadas foram mais representativas em abundância, se comparadas às exóticas. Um fator que poderia estar relacionado à maior abundância das espécies nativas lenhosas seria a disponibilidade de água onde as mesmas foram registradas, uma vez que estas espécies encontraram-se associadas ao sistema de drenagem da rodovia e do corpo d'água temporário formado pela própria canalização do sistema. As espécies exóticas encontraram-se dispersas e em menor abundância, sendo que as duas espécies exóticas lenhosas, apresentaram indivíduos prostrados devido a intensidade do vento, não alcançando altura maior do que um metro no caso do *Pinus* sp. É importante salientar que as espécies exóticas influenciam negativamente a biodiversidade, sendo que sua retirada contribuiria para a manutenção deste ambiente natural ainda hoje preservado.

### Referências

- Cordazzo, C. V. & Rosa, L. S. Plantas Exóticas e Invasoras nas Dunas Costeiras da Praia do Cassino (RS), Brasil. Fepam em Revista: revista da Fundação Estadual de Proteção Ambiental Henrique Luís Roessler / FEPAM. – vol. 4, n.1 (2010). Porto Alegre: FEPAM 2010, p. 4-11.
- Tomazelli, L. J.; Dillenburg, S. R.; Barboza, E. G. & Strim, J. 2004. O sistema de dunas eólicas transgressivas do litoral norte do Rio Grande do Sul: situação atual e definição de áreas prioritárias a preservação. In: IX Congresso da Associação Brasileira de Estudos do Quaternário, Recife.



## ANÁLISE TAFONÔMICA INTEGRATIVA: NOVOS *INSIGHTS* A PARTIR DE DEPÓSITOS LAGUNARES E ESTUARINOS DO SUL DO BRASIL

Elis Regina Beltram, Matias do Nascimento Ritter, Fernando Erthal

*Laboratório de Microfósseis Calcários, Departamento de Paleontologia e Estratigrafia, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul*

A formação de depósitos conchíferos expressivos (*shell beds*) em sistemas marinhos e costeiros de margem passiva e sua relação com padrões tafonômicos são bem documentados (Kidwell, 1986, 1991; Fürsich & Oschmann, 1993). Contudo, para os ambientes sedimentares transicionais, como lagunas e estuários, a relação entre a formação de uma *shell bed* e a sua preservação permanece desconhecida (Ritter *et al.*, 2013). Os depósitos conchíferos marinhos de margem passiva possuem origem relacionada a variações na taxa de sedimentação e no aporte bioclástico e formam-se com maior suscetibilidade quando há redução na taxa de sedimentação. Tais reduções são mapeáveis no contexto da Estratigrafia de Sequências, e depósitos formados em pontos específicos na evolução dos Tratos de Sistemas registram diferentes vieses tafonômicos (Fürsich & Pandey, 2003). A formação de ambientes deposicionais transicionais está igualmente relacionada a variações relativas do nível do mar e na taxa de sedimentação. Sendo assim, é esperado que também exista relação entre a deposição de *shell beds* transicionais e as sequências estratigráficas em que se inserem, sendo possível identificar essa relação através de caracterização tafonômica detalhada. Na costa sul do Brasil afloram depósitos conchíferos lagunares e estuarinos cuja gênese está relacionada à evolução dos sistemas laguna-barreira pleistocênico e holocênico que compõem a Planície Costeira do Rio Grande do Sul (PCRS). O trabalho visa caracterizar os principais vieses e danos tafonômicos para melhor compreender a formação das *shell beds* em ambientes transicionais lagunares e estuarinos e, assim, averiguar as variações comportamentais na tentativa de identificar um padrão tafonômico semelhante ao identificado para os depósitos conchíferos marinhos. Foram coletadas e analisadas amostras de conchas de três afloramentos no litoral sul e médio do RS (figura 1): na Praia das Maravilhas (S1), no Arroio Chuí (S2) e em Bujuru (S3). O material foi analisado, pelo mesmo observador, com auxílio de lupa binocular, seguindo caracterização padrão na qual foram avaliados parâmetros como articulação, fragmentação, danos à margem (inteira e fragmentada), dissolução, bioerosão e incrustação. Todos os três depósitos, embora formados em contexto de afogamento da região, apresentaram variações no que se refere a proporção de conchas fragmentadas, condição da margem da concha, intensidade da dissolução, ocorrência de bioerosão e agente causador (figura 2). Por suas características visuais semelhantes, esperava-se que S1 e S3 exibissem similaridade referente à caracterização tafonômica, porém não foi o observado; aspectos relativos à fragmentação, bioerosão, incrustação e agentes bioerosivos e incrustantes apresentaram comportamento diferenciado. Além desta caracterização, foram realizadas datações AMS  $^{14}\text{C}$  em S1 e S2 que revelaram que o depósito formado em S1 exibe maior amplitude temporal (1.000 anos) do que o observado em S2 (220 anos). Isto reforça a hipótese de que *shell beds* formadas em contexto retrogradante possuem comportamento tafonômico heterogêneo ao longo de toda evolução do Trato de Sistema Transgressivo, de forma análoga ao que ocorre em *shell beds* marinhas.

### Referências

- Kidwell, S.M. 1986. Models for fossil concentrations: paleobiologic implications. *Paleobiology*, 12: 16-24.
- Kidwell, S.M. 1991. The stratigraphy of shell concentrations. In: P.A.Allison & D.E.G. Briggs. (Ed.). *Taphonomy, releasing the data locked in the fossil record*. New York, Plenum Press, p. 211-290.
- Fürsich, F.W. & Oschmann, T. 1993. Shell beds as tools in basin analysis: the Jurassic of Kachchh, Western India. *Journal of the Geological Society*, 150: 159-185.
- Fürsich, F.T. & Pandey. D.K. 2003. Sequence stratigraphic significance of sedimentary cycles and shell concentrations in the Upper Jurassic-Lower Cretaceous of Kachchh, Western India. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 193: 285-309.

Ritter, M.N., Erthal, F. & Coimbra, J.C. 2013. Taphonomic signatures in molluscan fossil assemblages from the Holocene lagoon system in the northern part of the coastal plain, Rio Grande do Sul State, Brazil. *Quaternary International*, 305: 5-14.

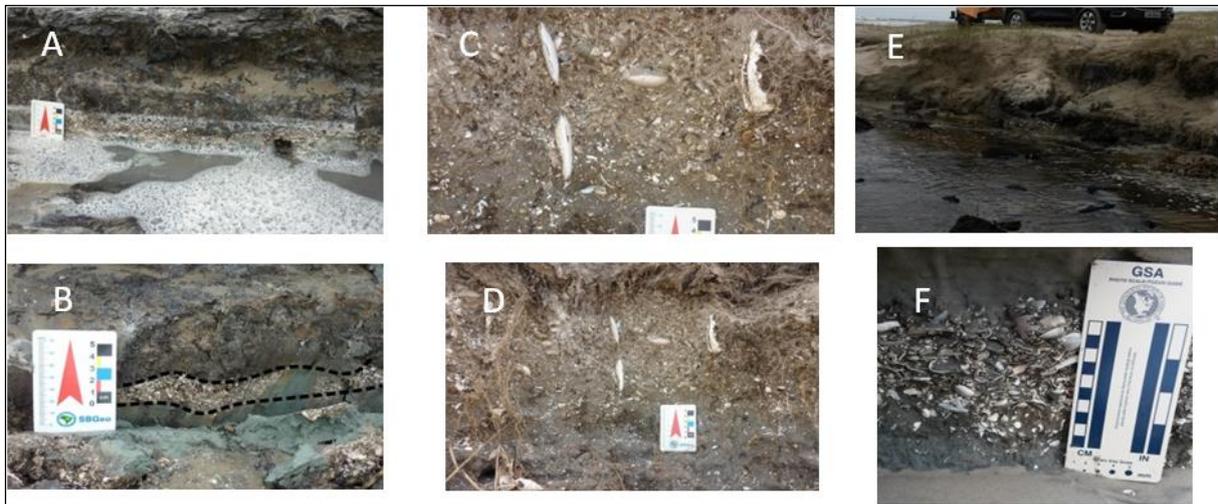


Figura 1. A-B, associação conchífera S1, localizada na Praia das Maravilhas; C-D, S2, localizada no Arroio Chuí; E-F, S3, localizada em Bujuru (imagens cedidas por Jair Wechenfelder).

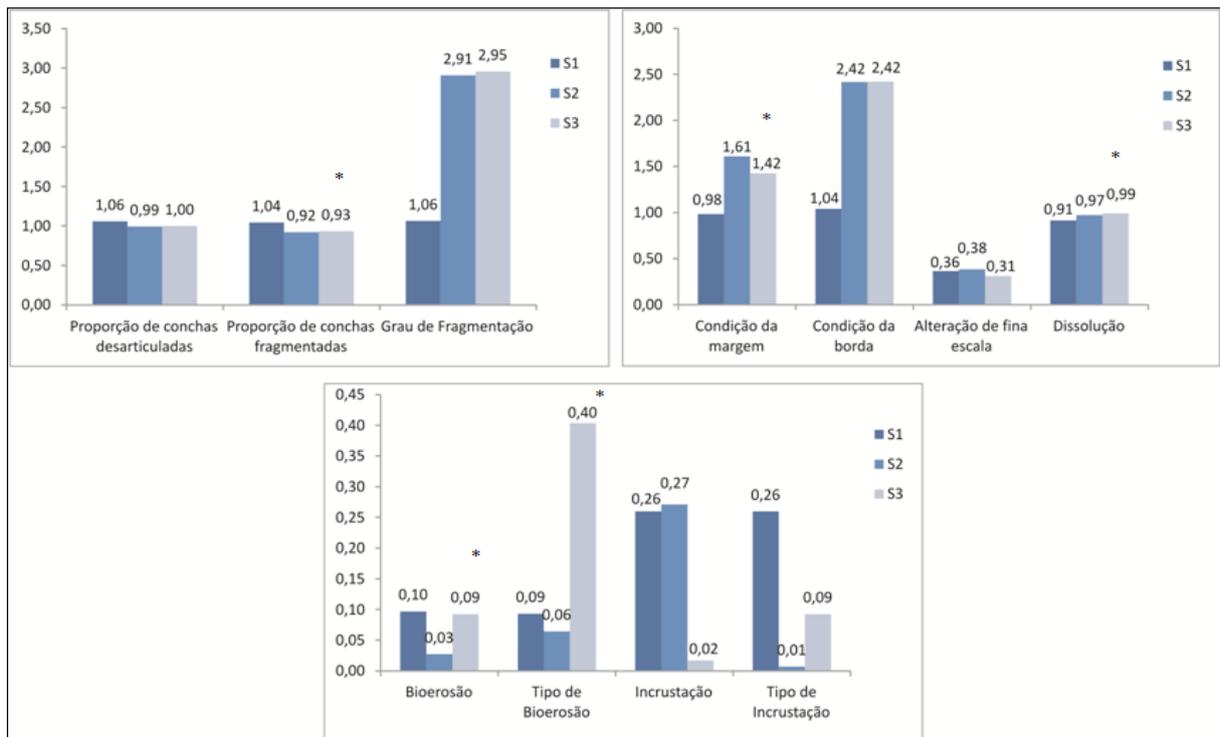


Figura 2. Frequência das assinaturas tafonômicas por localidade.



## GEOINDICADORES APLICADOS À CLASSIFICAÇÃO TIPOLOGICA DA ORLA MARÍTIMA DO PERÓ, CABO FRIO – RIO DE JANEIRO, BRASIL

Wanderson Barreto Corrêa<sup>1</sup>, Guilherme Borges Fernandez<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal Fluminense, Av. Gal. Milton Tavares de Souza, s/nº - Campus da Praia Vermelha - Boa Viagem - Niterói/RJ – Brasil. [guilhermefernandez@id.uff.br](mailto:guilhermefernandez@id.uff.br); [marisfgeo@gmail.com](mailto:marisfgeo@gmail.com); [carolinemartins@id.uff.br](mailto:carolinemartins@id.uff.br); [martimabm@gmail.com](mailto:martimabm@gmail.com)

A zona costeira apresenta-se como um complexo sistema de ambientes de alta instabilidade e fragilidade, sendo a heterogeneidade ambiental e paisagística a sua maior qualidade. A expansão da ocupação urbana sobre a zona costeira desponta como um processo altamente impactante no ordenamento territorial e ambiental deste espaço. A consequência imediata do processo de ocupação da zona costeira tem relação com a perda constante de recursos ambientais e paisagísticos. O município de Cabo Frio está localizado na Baixada Litorânea do Rio de Janeiro, Brasil. Esta região tem sido objeto de acelerado processo de urbanização, impulsionado por múltiplos fatores, sobretudo pela indústria do turismo e do petróleo. As áreas localizadas na orla marítima de Cabo Frio são objeto de franca valorização, frente à demanda crescente pelas áreas mais valorizadas da cidade. O projeto do complexo turístico-residencial Reserva do Perú tem recebido notoriedade pela magnitude do empreendimento e pelos impactos previstos por ocasião de sua implantação. O empreendimento localiza-se em extensa área na orla marítima junto ao trecho central do arco praial do Perú. A sua construção tem ocasionado discussões no âmbito acadêmico e mobilizado a sociedade local em torno da questão. Os impactos relativos ao desenvolvimento destas atividades, sobretudo das zonas costeiras, tem revelado a necessidade de implementação de instrumentos capazes de promover um ordenamento territorial adequado deste município, visando ao desenvolvimento equilibrado e a conservação ambiental e paisagística da região. O Gerenciamento Costeiro Integrado (GCI) consiste em um processo de governança que envolve a formulação de leis, regulamentos e normas que subsidiam as tomadas de decisões governamentais na gestão da zona costeira. Os instrumentos de gestão da zona costeira, como o Projeto Orla e o Plano Diretor, carecem de um diagnóstico adequado que sustente as propostas de alcance local por eles apresentadas. O presente trabalho tem por objetivo apresentar uma proposta de diagnóstico paisagístico de orla que sirva de suporte à formulação e implementação de políticas específicas voltadas ao gerenciamento costeiro integrado. A metodologia desenvolvida está fundamentada na utilização de geoindicadores qualitativos e quantitativos, e contempla a caracterização física da orla, o mapeamento do uso e cobertura do solo e a avaliação do grau de artificialização da orla. Os geoindicadores foram selecionados a partir de Bush *et al.* (1999), Coburn (2001), Corrêa & Fernandez (2013); a classificação do grau de artificialização da Orla foi baseado em Piatto e Polette (2012); e, a metodologia de diagnóstico paisagístico de orla proposta encontra-se em Corrêa (2013). Como resultado, o diagnóstico paisagístico possibilitou a setorização da orla marítima da Praia do Perú, permitindo a elaboração de orientações de suporte às ações de gestão desta orla marítima na escala local. A orla marítima da Praia do Perú foi setORIZADA em 5 trechos, tendo por base uma visão integrada dos processos e fenômenos nela existentes (Quadro 1 e Figuras 1). Os resultados demonstraram que se trata uma metodologia eficiente de diagnóstico, sendo capaz de subsidiar a formulação e implementação de políticas de ordenamento territorial da zona costeira na escala local. Os resultados do diagnóstico paisagístico aplicado à orla marítima do Perú demonstram que a definição de diretrizes específicas para a gestão da orla marítima do município é importante tanto do ponto de vista ambiental quanto pela necessidade de manutenção das atividades turísticas do município, frente à ocupação que se consolida ao longo de diversos trechos da orla.

### Referências

- Bush, D. M.; Neal, W. J.; Young, R. S. & Pilkey, O. H. 1999. Utilization of geoindicators for rapid assessment of coastal-hazard risk and mitigation. *Ocean & Coastal Management*, v. 42, p. 647-670.
- Coburn, A. S. 2001. Reducing Vulnerability in Five North Carolina Coastal Communities: A Model Approach for Identifying, Mapping and Mitigating Coastal Hazards. <http://www.env.duke.edu/psds/>.

Corrêa, W. B. & Fernandez, G. B. 2013. Geoindicadores e Dados de Morfodinâmica de Praia Aplicados à Identificação da Vulnerabilidade à Erosão Costeira na Praia do Forte, Cabo Frio - RJ. In: X Encontro Nacional da Associação Nacional de Pós-Graduação, 2013, Campinas, SP. Anais do X ENANPEGE, 2013.

Corrêa, W.B. 2013. Diagnóstico Paisagístico de Orla Marítima: contribuição ao gerenciamento costeiro do município de Cabo Frio, RJ. Dissertação apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal Fluminense. Área de Concentração: Ordenamento Territorial Ambiental. Niterói, 2013.

Piatto, L. & Polette, M. 2012. Análise do processo de artificialização do município de Balneário Camboriú, SC, Brasil. Journal of Integrated Coastal Zone Management 12(1):77-88.

Quadro 1. Matriz de Vulnerabilidade à erosão costeira – Però.

Geoindicador	Peso	Atributo do geoindicador	Peró				
			Trecho A	Trecho B	Trecho C	Trecho D	Trecho E
Grau de exposição	3	Praia exposta	1	2	3	1	1
	2	Semi-exposta					
	1	Protegida					
Dunas frontais	3	Inexistente ou menor que 4m	1	1	2	3	2
	2	4m < x < 6m					
	1	x > 6m					
Estado da vegetação das dunas	3	Vegetação ausente ou muito esparsa e pontual	1	2	1	3	1
	2	Vegetação esparsa composta por gramíneas e pioneiras					
	1	Vegetação bem desenvolvida; formações arbustivas e arbóreas					
Escarpas	3	Escarpas ativas com sinais de erosão evidentes, estruturas artificiais	2	2	2	3	2
	2	Escarpas existentes, estáveis com presença de vegetação pioneira					
	1	Escarpas ausentes					
Potencial de instabilidade	3	x > 10	3	3	3	3	3
	2	5 < x <= 10					
	1	0 < x < 5					
Amplitude de variação	3	x >= 40	3	3	2	3	3
	2	20 < x <= 40					
	1	x <= 20					
Taxa de ocupação - 50m	3	x > 30%	1	1	1	3	1
	2	10% < x <= 30%					
	1	x <= 10%					
Índice de vulnerabilidade			12 - Moderada a Baixa	14 - Média	14 - Média	19 - Alta	13 - Média

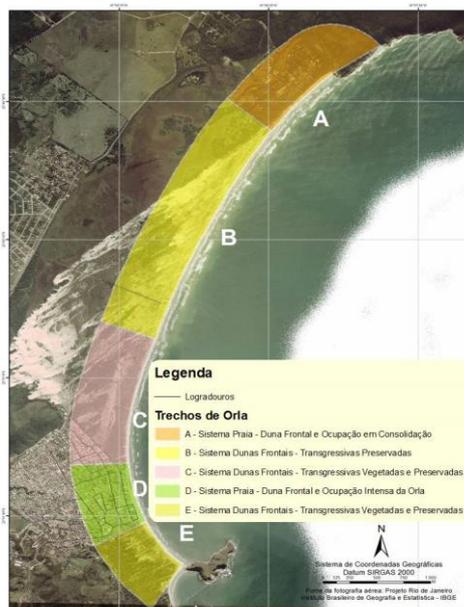


Figura 1. Trechos da Orla Marítima de Però. (A - Sistema Praia-Duna Frontal e Ocupação em Consolidação; B – Sistema de Dunas Frontais e Dunas Transgressivas Preservadas; C – Sistema de Dunas Frontais e Dunas Transgressivas Vegetadas e Preservadas; D - Sistema Praia-Duna Frontal e Ocupação Intensa da Orla; E - Sistema de Dunas Frontais e Dunas Transgressivas Preservadas.



## PROGRADAÇÃO DAS BARRAS ARENOSAS E A EVOLUÇÃO DA LAGUNA COSTEIRA EM ITAPOA (SC) DURANTE HOLOCENO

Tomasz Boski<sup>2</sup>, Maria Cristina de Souza<sup>1</sup>, Rodolfo José, Angulo<sup>1</sup>, Marcelo Eduardo José Müller<sup>1</sup>, Ana Gomes<sup>2</sup>, Mylene Gisele do Nascimento<sup>1</sup>, Clécio José Lopes de Quadros<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Laboratório de Estudos Costeiros, Universidade Federal do Paraná, Brasil; <sup>2</sup>CIMA – Centro de Investigação Marinha e Ambiental, Universidade do Algarve, Campus de Gambelas, 8000 FARO, Portugal.

As extensas planícies costeiras acrecionárias, que constituem um marco típico da paisagem litorânea do Sudeste brasileiro foram estudadas pela primeira vez por Lamego (1940) e Bigarella (1946). Embora se atribuisse a sua formação aos períodos do alto nível medio do mar (NMM), por inexistência das técnicas de datação adequada, não foram nessa altura avançados os limites temporais do processo. Com a progressiva introdução da tecnologia de datação absoluta por método de 14C, termoluminescência e luminescência opticamente estimulada, nas décadas a seguir, estabeleceu-se uma ampla discussão acerca das questões geocronológicas relativas a progradação das barreiras costeiras. A recente introdução da metodologia de datação do material húmico das piçarras (Boski *et al.*, 2015), ou em outras palavras solos podzólicos com espaço horizonte B parcialmente cimentado, desenvolvidos sobre as barreiras, foi possível definir taxas de progradação das costas arenosas, recobertas pela abundante vegetação da mata Atlântica. Utilizando esta metodologia, o presente estudo visa assim associar o processo de acreção dos cordões arenosos, com a evolução da laguna costeira atualmente já preenchida por sedimentos e recortada por canais fluviais. Na localidade de Volta Velha, norte do litoral catarinense, (Fig. 1) a barreira progradante de 2,5 km de largura enquadra-se num extenso sistema de planícies costeiras formadas a partir do Holoceno entre a Baía de São Francisco e a Baía de Guaratuba, sobre os substratos pleistocênicos ou diretamente sobre o embasamento cristalino (Souza *et al.*, 2001). O estudo da idade das piçarras ao longo dum transecto que abrangeu toda e extensão da área de barreira entre o Rio Sai Mirim e a proximidade da praia atual (Fig. 1). As idades progressivamente mais recentes na direção da linha costeira, num intervalo 6798 – 1235 cal a BP apontam para dois períodos de progradação, que intervinha através do crescimento de espigões arenosos convexos. De 6798 até 2800 cal a AP a acreção de barreira avançou com a velocidade de 22 cm/ano. A progradação através da adição das sucessivas barras arenosas pode efetivamente ocorrer a partir do momento em que o NMM estabilizou após último pulso da transgressão pós-glacial, identificado um pouco por todo mundo por volta de 7000 cal a AP. É igualmente um período do maior avanço marinho para o interior do continente que deslocou a linha costeira e criou novo espaço de acomodação para os sedimentos. Durante o período posterior, até tempos modernos, a taxa do processo situou-se ao redor de 58 cm/ano acompanhando a regressão marinha (Angulo *et al.*, 2006). Em Volta Velha, a interface direta oceano/continente encontrava-se há 7000 cal a BP 10 – 15 km da atual, na retaguarda da extensa laguna costeira com um cordão arenoso em processo de formação. A espessura dos sedimentos Holocênicos acumulados num ambiente aquático, que evoluiu dum regime de salinidade marinha para salobro e finalmente pântano de água doce, varia entre 4 m na parte mais continental e mais de 8,5 m na proximidade do início da barreira progradante. Efetivamente na sondagem efetuada junto a Rio Sai Mirim observa-se uma sequência sedimentar de 8 m de espessura que, de base para topo evolui de areia rica em fauna de bivalves e gastrópodos marinhos para lama rica em restos vegetais e paraturfa de mangue, provavelmente no período entre 8000 e 7000 cal a AP. Posteriormente, a vegetação halofita e fauna de foraminíferos calcários são progressivamente substituídos por foraminíferos aglutinados e flora aquática de água doce. Esta sequência aponta para um progressivo afastamento do contato entre o meio lagunar com mar aberto, através de esporão arenoso (*sand spit*) que ao longo de 7000 mil anos migrou cerca de 12 km para o norte.

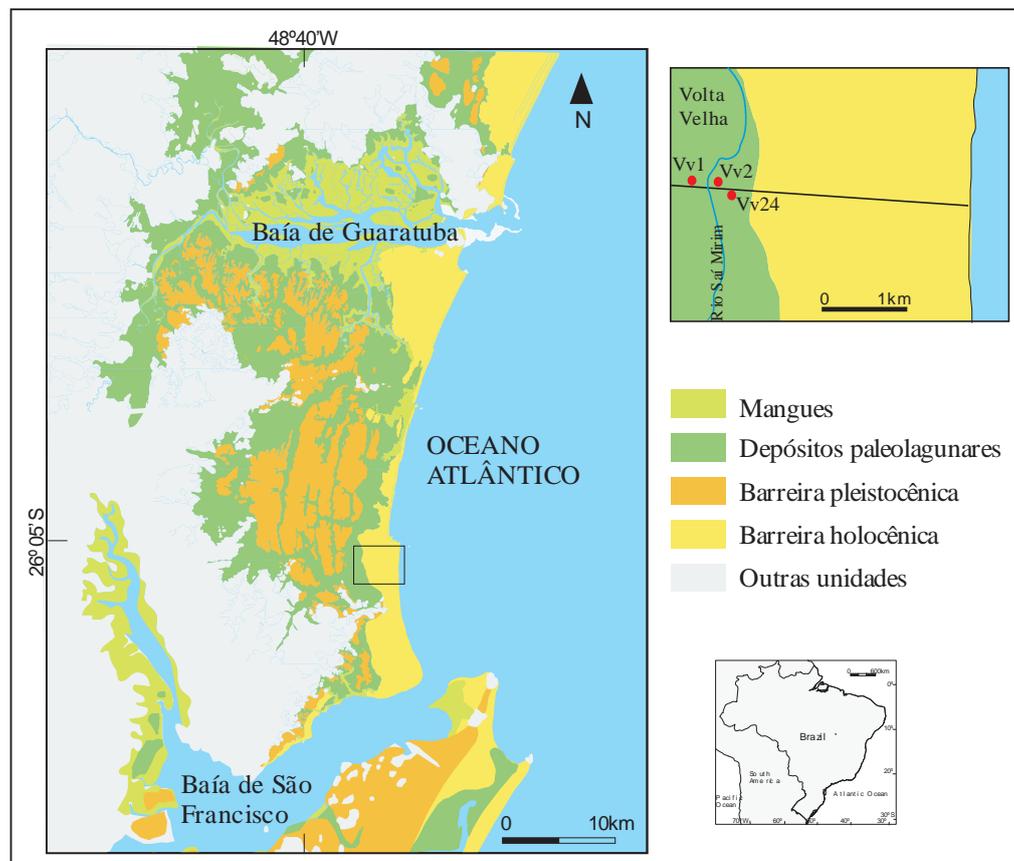


Figura 1. Enquadramento geológico da zona costeira em Volta Velha – Itapoá e da barreira progradante estudada

#### Agradecimentos

A contribuição do TB foi suportada no âmbito do projeto CAPES -PVE 060/2012. Ao CNPq pelo financiamento através do projeto 45714/2013-1 e pelas bolsas de MCS, RJA, MEJM e CJLQ, e a CAPES pela bolsa de MG N

#### Referências:

- Angulo, R.J., Lessa, G.C. & Souza, M.C., 2006. A Critical Review of Mid- to Late Holocene Sea-level Fluctuations on the Eastern Brazilian Coastline. *Quaternary Science Reviews*, 25, 486-506.
- Boski, T., Angulo, R. J., Souza, M. C., Barboza, E. G. Knicker, H., Gonzalez-Perez J. A. & Gonzalez-Vila, F. J., 2015. Progradation rates of coastal barriers estimated from the 14C age of soil organic matter. *Journal Of Quaternary Science* 30, 9–18.
- Bigarella, J.J., 1946. Contribuição ao estudo da planície litorânea do estado do Paraná. *Arquivos de Biologia e Tecnologia*, 1, 75-111.
- Lamego, A.R., 1940. Restingas na costa do Brasil. Rio de Janeiro. *Bol. Div. Geol. Min.*, 96, 63 pp.
- Souza, M. C., Angulo, R.J. & Pessenda, L.C.R. 2001. Evolução paleogeográfica da planície costeira de Itapoá, litoral norte de Santa Catarina. *Revista Brasileira de Geociências*, São Paulo, 31(2):223-230.
- Smith, D.E.; Harrison, S.; Firth, C.R. & Jordan, J.T. 2011. The early Holocene sea level rise, *Quaternary Science Reviews*, 30, 1846-1860.



## COMPARAÇÃO EVOLUTIVA DOS SISTEMAS LAGUNA-BARREIRA DO RIO GRANDE DO SUL/BRASIL E YOUNGHUSBAND PENINSULA/AUSTRÁLIA

Débora Sayuri Zanchi Watanabe<sup>1</sup>, Eduardo Marques Martins<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Curso de Geologia – Universidade Federal do Rio Grande do Sul; <sup>2</sup>Programa de Pós-Graduação em Geociências - Instituto de Geociências – Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Sistemas laguna-barreira são originados quando corpos d'água costeiros, pequenas bacias rasas, são parcialmente isolados do mar pela formação de depósitos sedimentares. Variações em forma e tamanho ocorrem devido à dinâmica sedimentar, desde a formação inicial, e à fatores geológicos, hidrológicos, climáticos e ecológicos. Por consequência desses fenômenos, barreiras formadas em diferentes regiões apresentarão diferentes histórias evolutivas marcadas por distintas características geomorfológicas, culminando conseqüentemente em diferentes planícies costeiras. O presente trabalho busca evidenciar e comparar as histórias evolutivas dos sistemas laguna-barreira do Rio Grande do Sul/Brasil e da região do *Coorong* no estado de *South Australia*/Austrália. O continente australiano pode ser dividido em quatro principais regiões geomorfológicas: Planícies Costeiras (*Coastal Plains*), *Eastern Highlands*, *Central Lowlands* e *Western Plateau*. Essas regiões foram formadas devido a tectonismo, mudanças climáticas e no nível do mar. Lagunas costeiras são mais abundantes nas costas sudeste, sudoeste e Golfo da Carpentaria. Contudo, na região sul, situa-se a formação de um expressivo sistema laguna-barreira composto pelo complexo holocênico de dunas denominado *Younghusband Peninsula* e sua laguna associada, *Coorong Lagoon*. Este complexo iniciou-se com a transgressão posterior ao período glacial denominado último máximo glacial (*Last Glacial Maximum* – LGM) entre 23 e 19 ka AP, onde o nível relativo do mar (NRM) estaria entre 120 e 130 metros abaixo do atual. Essa transgressão transportou sedimentos arenosos em direção ao continente culminando no isolamento da laguna *Coorong* do impacto direto das ondas. Esta península é caracterizada por dunas transgressivas, não vegetadas, parabólicas de até 40 metros de altura e se estende por aproximadamente 180 quilômetros da desembocadura do Rio Murray em direção sudeste até a cidade de Kingston. A laguna *Coorong* é confinada pela *Younghusband Peninsula* em direção ao mar e em direção ao continente pela linha de costa referente ao último período interglacial há 125 ka AP, quando o NRM no sul da Austrália estava 2 m acima do atual nível. A laguna possui largura inferior a 4 km, profundidade até 4 m e aproximadamente 150 km de comprimento (Geological Society of Australia, 2013). A Planície Costeira do Rio Grande do Sul/Brasil é formada pela porção superior emersa da Bacia de Pelotas, composta por leques aluviais aflorantes na porção oeste contíguos a quatro sistemas laguna-barreira justapostos à leste. Esses sistemas foram formados por ciclos transgressivos e regressivos controlados por glacioeustasia e possuem idades de 400, 325, 125 e 7 ka AP relativos, respectivamente, às barreiras I, II, III (pleistocênicas) e IV (holocênica) (Villwock & Tomazelli, 1995); essas idades foram propostas a partir da correlação com os estágios isotópicos do <sup>18</sup>O (picos 11, 9, 5, e 1) das curvas propostas por Shackleton & Opdyke (1973, *apud* Villwock & Tomazelli, 1995) e Imbrie *et al.* (1984, *apud* Villwock & Tomazelli, 1995). Entretanto, Lopes *et al.* (2010; 2013; 2014) inferem que a barreira II teria uma idade aproximada de 220 ka (correspondente ao pico 7 da curva de <sup>18</sup>O); nesse caso, conseqüentemente, a barreira I teria uma idade sugerida de 325 ka. A última seqüência deposicional, Sistema Laguna-Barreira IV, evoluiu, sobretudo, controlada pelas variações do NRM (Rosa, 2012) assim como o complexo de dunas australiano na *Younghusband Peninsula*. No penúltimo máximo eustático, há aproximadamente 125 ka AP, o NRM estaria até 7 metros acima do atual antes de começar a rebaixar até as condições do LGM. Quando elevou-se novamente, foi responsável pela retrogradação da barreira, naquele então, localizada próxima à atual quebra da plataforma. Entre 7,7 e 6,9 ka AP o NRM ultrapassou os níveis atuais chegando ao seu máximo há 6 ka AP, alcançando cotas 2 a 4 m superiores à atual. Os sistemas costeiros progrediram e iniciou-se uma nova queda do nível do mar até a posição atual, gerando a configuração atual. Ao comparar a evolução entre os dois sistemas deposicionais é possível traçar paralelos entre características geomorfológicas observadas em campo (como, por exemplo, entre as Barreiras III e IV, e um alto topográfico de idade



pleistocênica e a *Younghusband Peninsula*, respectivamente) e identificar possíveis teleconexões de processos glacioeustáticos pretéritos (Dillenburg *et al.*, 2013).

#### Referências

- Geological Society of Australia. 2013. Coorong Geological Trail. South Australian Division, South Australia. << [http://www.sa.gsa.org.au/Brochures/coorong\\_standard.pdf](http://www.sa.gsa.org.au/Brochures/coorong_standard.pdf) >>.
- Dillenburg, S.R.; Hesp, P.; Barboza, E.G.; Rosa, M.L.; Angulo, R.; Souza, M.C.; Variações climáticas e oceanográficas registradas nas barreiras costeiras regressivas (progradantes) do sul do Brasil, XIV Congresso da Associação Brasileira de Estudos do Quaternário. ABEQUA: Natal, 2013.
- Lopes, R.P.; Dillenburg, S.R.; Schultz, C.L.; Ferigolo, J.; Ribeiro, A.M.; Pereira, J.C.; Holanda, E.C.; Pitana, V.G. & Kerber, L. 2014. The sea-level highstand correlated to marine isotope stage (mis) 7 in the Coastal Plain of Rio Grande do Sul state, Brazil. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*. V. 86. N. 4. Pg. 1573 - 1595.
- Lopes, R.P.; Kinoshita, A.; Baffa, O.; Figueiredo, A.M.G.; Dillenburg, S.R.; Schultz, C.L. & Pereira, J.C. ESR dating of Pleistocene mammals and marine shells from the coastal plain of Rio Grande do Sul state, southern Brazil. *Quaternary International*. V. 235. Pg. 124 - 134.
- Lopes, R.P.; Oliveira, L.C.; Figueiredo, A.M.G.; Kinoshita, A.; Baffa, O. & Buchmann, F.S. 2010. ESR dating of pleistocene mammal teeth and its implications for the biostratigraphy and geological evolution of the coastal plain, Rio Grande do Sul, southern Brazil. *Quaternary International*. Pergamon-Elsevier B.V. Ltd: Oxford/ING. V. 212. N. 2. Pg. 213 - 222.
- Rosa, M.L.C.C. 2012. Geomorfologia, Estratigrafia de Sequências e Potencial de Preservação dos Sistemas Laguna-Barreira do Quaternário Costeiro do Rio Grande do Sul. 246p. Tese de Doutorado, Programa de Pós Graduação em Geociências, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. << <http://hdl.handle.net/10183/66367>>>
- Villwock, J.A. & Tomazelli, L.J. 1995. Geologia costeira do Rio Grande do Sul. Notas Técnicas. CECO, Instituto de Geociências, UFRGS, n.8, 45p., Porto Alegre.



## EVENTOS DE INUNDAÇÃO NA PRAIA DO CASSINO - RS

Elaine Siqueira Goulart<sup>1</sup>, Lauro Júlio Calliari<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Laboratório de Oceanografia Geológica- Instituto de Oceanografia – Universidade Federal do Rio Grande

As oscilações do nível do mar respondem continuamente às interações astronômicas, oceanográficas e atmosféricas em uma ampla gama de períodos (Truccolo *et al.*, 2006). Assim, todos os registros de nível do mar contêm um complexo espectro de assinaturas, que incluem as marés com períodos de menos de um dia até as mudanças eustáticas globais que ocorrem com períodos seculares. Existe uma pequena área neste espectro, entre 3 e 15 dias, que combina variações de pressão atmosférica e vento que afetam o nível do mar. Esta influência meteorológica produz fluxos de baixa oscilação no nível do mar, conhecidos como marés meteorológicas, que podem se propagar ao longo ou em direção à linha de costa (Truccolo *et al.*, 2006). Segundo Pugh (1987), a maré meteorológica pode ser definida como a diferença entre a maré observada e a maré astronômica, podendo ser desta forma negativa ou positiva (“*storm surge*”). Este fenômeno consiste de dois componentes principais: a fricção do vento sobre a superfície do mar resulta na transferência de momentum da atmosfera para o oceano, e assim, ventos intensos com uma longa pista oceânica sopram em direção ao continente e “empilham” água na zona costeira (“*wind setup*”), enquanto a baixa pressão barométrica associada às rotações ciclônicas faz aumentar o nível do oceano (efeito do barômetro inverso – “*barometric setup*”) (Pugh, 1987; Benavente *et al.*, 2006). Adicionalmente à maré meteorológica, um terceiro fator, o da arrebentação das ondas, resulta também no aumento do nível da água na zona de surfe (“*wave setup*”) atingindo áreas mais interiores que as ondas normais, pelo fato de transferir a zona de arrebentação em direção à costa (Benavente *et al.*, 2006). Desta forma, as marés meteorológicas positivas podem ser intensificadas dependendo da amplitude e período das ondas, que geralmente acompanham os eventos mais significativos. A combinação da maré meteorológica positiva com o alto *setup* de onda pode resultar em erosão do cordão de dunas e também de obras de defesa costeira, principalmente quando estas tempestades coincidem com marés astronômicas de sizígia e, desta forma, erosão e inundações podem ocorrer em áreas onde normalmente não ocorrem (Benavente *et al.*, 2006). No sul e sudeste do Brasil as elevações de nível são causadas por ventos do quadrante sul que têm sido associados a sistemas frontais e vórtices ciclônicos. No Rio Grande do Sul esses eventos raramente excedem 2m de amplitude, porém o aumento do nível do mar incrementa consideravelmente o poder erosivo das ondas incidentes (Calliari *et al.* 1998; Saraiva *et al.* 2003). Na praia do Cassino, em Rio Grande, localizada ao sul da desembocadura da Lagoa dos Patos dados de nível medidos na costa são inexistentes, estando disponíveis somente medições de nível dentro do estuário da Lagoa. O presente trabalho pretende: estimar o nível da água na praia e relacioná-lo ao nível observado na Lagoa e ambos à intensidade das variáveis meteooceanográficas disponíveis; identificar os eventos de inundação na praia e relacioná-los às situações sinópticas associadas, além de sugerir uma classificação aos mesmos utilizando como parâmetro sua amplitude máxima. Para tanto foram utilizados dados de máximo alcance da linha d’água, obtidos através de vídeo-imagens ARGUS, associados a informações de perfis praias coletados no mesmo ponto na praia do Cassino, para estimar as cotas de inundação durante os eventos, dados de maré astronômica prevista gerados pela Marinha do Brasil, além de dados de nível no estuário da Lagoa dos Patos, dados de vento e pressão atmosférica, sendo os três últimos cedidos pela Estação de Práticos da Barra. Foram utilizados também resultados de simulações do modelo de ondas SWAN como indicadores da energia de ondas em águas rasas. Todos os dados e resultados de modelo se referem ao período entre 2005 e 2011. Foram feitas correlações simples e múltiplas para tentar esclarecer as relações entre as diferentes variáveis e as variações de nível observadas tanto na praia como na Lagoa. A partir dos resultados obtidos foi observado que o nível d’água medido no estuário inferior da Lagoa dos Patos não pode ser utilizado como proxy para o nível na praia, pois, apesar de apresentarem padrões relativamente coerentes, os níveis nos dois locais divergem muito em diversas situações no que tange às intensidades dos processos atuantes. Assim, a hipótese de que o nível na Lagoa dos Patos poderia ser representativo do nível na praia se mostrou



inválida. Foram identificados 47 eventos de inundação no período estudado. Cinquenta e três por cento dos eventos ocorreram durante o inverno, 24% no outono, 17% durante a primavera, e apenas 6% durante o verão. Nenhum evento foi observado no mês de março. Os eventos duraram em média 1,5 dias e no máximo 6 dias. A amplitude da inundação foi em média 1,5 m acima do nível médio. A regressão múltipla associando os dados de onda em águas profundas (Hs, Tp e Dp), componente longitudinal à costa do vento, duração do vento e gradiente de pressão apresentou bons resultados, com um coeficiente de correlação de 0,83. A estimativa com base na regressão estimou o nível de 70% dos eventos dentro do nível de erro aceitável de 20% da amplitude do evento. Foi proposta uma classificação para os eventos de inundação que usa como parâmetro a amplitude da subida do nível acima da média. A primeira classe, denominada eventos de pequena amplitude abrange os eventos com amplitude menor que 1,5 m, e é caracterizada por aqueles eventos em que o nível sobe, a praia fica mais estreita, porém não chega à base das dunas frontais. Foram incluídos nessa classe 57,5% de todos os eventos identificados. Os eventos meteorológicos associados a esta classe estiveram associados a principalmente a ciclones formados em latitudes próximas ao RS e a sistemas de cavas. A segunda classe, eventos de média amplitude, abrange eventos de 1,5 a 2 m de elevação acima do nível médio e representou 34% dos eventos observados. Os eventos dessa classe são aqueles que podem chegar à base das dunas frontais, porém não chegam a inundar as vias de acesso à praia. Esta classe esteve associada, além dos ciclones nas diversas latitudes, a anticiclones, o que explicou a grande ocorrência de ondas e ventos com forte componente E. Já a última classe, eventos de grande amplitude, que compreende os eventos mais intensos, onde a água tende a inundar as vias de acesso à praia, podendo chegar à avenida beira-mar do balneário Cassino e às casas mais próximas da praia (elevações de mais de 2m acima do nível médio) representou somente 8,5% das situações estudadas. Quanto às situações sinóticas não foi possível fazer associações, pois foram observados eventos de diversas classes e com características diversas de velocidades e trajetórias.

#### Referências

- Benavente, J.; Del Río, L.; Gracia, F.J. & Martínez-del-Pozo, J.A. 2006. Coastal flooding hazard related to storms and coastal evolution in Valdelagrana spit (Cadiz Bay Natural Park, SW Spain). *Continental Shelf Research*, 26(9), pp.1061–1076. Available at: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0278434306000707>.
- Calliari, L.J., Tozzi, H.A.M. & Klein, A.H.F., 1998. Beach Morphology and Coastline Erosion Associated with Storm Surges in the Southern Brazil - Rio Grande to Chuí, RS. *Anais Da Academia Brasileira De Ciencias*, 70(2), pp.231–247.
- Pugh, D.T., 1987. *Tides, Surges and Mean Sea - Level* First Edit., Chichester/ New York/ Brisbane/ Toronto/ Singapore: John Wiley & Sons.
- Saraiva, J., Bedran, C. & Carneiro, C., 2003. Monitoring of Storm Surges on Cassino Beach. *Journal Of Coastal Research Special Issue*, 35, pp.323–331.
- Truccolo, E.C., Franco, D. & Schettini, A.F., 2006. The low Frequency Sea Level Oscillations in the Northern Coast of Santa Catarina, Brazil. *Journal of Coastal Research*, 2004(39), pp.547–552.



## ARQUITETURA SEDIMENTAR DOS CORDÕES LITORÂNEOS A NORTE DO RIO DOCE, ESPÍRITO SANTO, BRASIL

Milene Fornari<sup>1</sup>, Paulo C. F. Giannini<sup>2</sup>, Fernanda C. G. Rodrigues<sup>2</sup>, Carolina N. Mafra<sup>2</sup>, Luiz C. R. Pessenda<sup>3</sup>, Eduardo G. Barboza<sup>4</sup>, Maria Luiza C. C. Rosa<sup>4</sup>

<sup>1</sup>*Campus do Litoral Paulista - Universidade Estadual Paulista.* <sup>2</sup>*Instituto de Geociências - Universidade de São Paulo.* <sup>3</sup>*Centro de Energia Nuclear na Agricultura - Universidade de São Paulo.* <sup>4</sup>*Laboratório de Sismoestratigrafia - Instituto de Geociências - Universidade Federal do Rio Grande do Sul*

A arquitetura interna de sistemas de cordões litorâneos pode fornecer informações sobre os processos envolvidos na sua formação e preservação, o que abrange mudanças em fatores como nível relativo do mar ou de lagos e/ou lagoas, aporte continental, dinâmica de ondas, inclusive deriva litorânea longitudinal, e processos eólicos. Este trabalho discute a formação e desenvolvimento de feixes de cordões litorâneos arenosos da planície costeira a norte do rio Doce, em Linhares (ES), através da combinação de dados de arquitetura interna, obtidos via radar de penetração no solo (GPR), com dados de superfície, obtidos por Giannini *et al.* (2015) via análise geomorfológica de imagens de satélite e datações por luminescência opticamente estimulada (LOE). A planície de cordões litorâneos a norte do rio Doce compreende dois sistemas progradaçãoais: um pleistocênico (entre 142 ka e 98 ka) e outro holocênico (desde 7,4 ka). No sistema pleistocênico, foram reconhecidos pelo menos dois feixes de cordões com orientação distinta. O primeiro (142 ka), ancorado ao interior na Formação Barreiras, orienta-se segundo NNE e apresenta cordões com terminação convexa voltada para SSW, indício de paleoderiva longitudinal nesse rumo. No segundo (98 ka), a orientação dos cordões muda para NNW, o que pode ser o registro de uma inversão no sentido da deriva longitudinal (Dominguez *et al.*, 1983). No entanto, os cordões dentro deste feixe parecem divergir rumo SE, o que permite sugerir que tenham crescido neste sentido. Este segundo feixe pleistocênico ocorre separado do anterior por um terreno paleoestuarino-lagunar (no qual se encaixa a Lagoa Bonita), que tanto pode ser superimposto ao terreno pleistocênico (provável vale inciso) como a ele contemporâneo, neste último caso ligado à criação de espaço entre os dois feixes de cordões devido à reorientação da linha de costa de NNE para NNW. No sistema holocênico, pelo menos dez feixes de cordões litorâneos foram mapeados, associados a mudanças da orientação da costa e/ou do rumo de deriva longitudinal, estas ligadas a alterações na posição do distributário principal do delta do rio Doce (Giannini *et al.*, 2015). Três radarfácies formam a arquitetura deposicional da planície de cordões litorâneos (Figura 1): 1) radarfácies basal (Rfb); 2) radarfácies do sistema de cordões litorâneos (Rfcl); e 3) radarfácies superficial (Rfs). A radarfácies Rfb ocorre somente na Seção A, mais interna. Compreende refletores ondulados e lateralmente descontínuos e seu limite superior é definido por uma superfície sobre a qual os refletores de Rfcl repousam em terminação *downlap*. A radarfácies Rfb pode corresponder aos depósitos de antepraia que caracterizam a porção mais distal da progradação pleistocênica sobre a Formação Barreiras. A radarfácies Rfcl possui refletores com configuração sigmoide de amplitude alta a moderada, que se estendem lateralmente por centenas de metros com mergulho para o mar (Figura 1). Estes refletores resultam, presumivelmente, de variações na energia das ondas durante a formação dos depósitos costeiros gerados desde a antepraia superior até a face praial. A radarfácies compreende três subunidades com padrões de progradação diferentes, correlatos aos três feixes de cordões distintos na análise geomorfológica, dois pleistocênicos e um holocênico. Na subunidade correlata ao primeiro feixe de cordões pleistocênicos (Figura 1, Seção A), a progradação pode alcançar até 8m de espessura e estende-se lateralmente por centenas de metros. Internamente, os refletores mergulham com ângulo alto (5°) rumo SE e podem ocorrer truncados por descontinuidades resultantes de eventos erosivos por ondas. A subunidade de Rfcl, correlata ao segundo feixe pleistocênico difere pela menor espessura, cerca de 3m, e pelo predomínio de refletores com baixo ângulo de mergulho (2°) para NNE (Figura 1, Seção B). Na subunidade correspondente ao terceiro feixe de cordões, holocênico, o contraste está no ângulo de mergulho dos refletores, sempre maior que 5°, e no menor espaçamento entre as clinofórmulas progradantes (<10m) com terminações em *downlap* e limite

superior truncado (Fig.1, Seção C). No topo das seções GPR, o elemento arquitetônico Rfs difere dos demais por conter refletores ondulados com mergulho suave ( $2^\circ$ ) para o continente e/ou o predomínio de refletores plano-paralelos. Esta radarfácies é melhor desenvolvida (mais espessa) na Seção C, porque nesse contexto estratigráfico os cordões podem ter sido afogados por uma inundação lagunar. A análise de seções GPR combinada às datações e morfologia, permite diferenciar a arquitetura sedimentar dos feixes de cordões pleistocênicos dos holocênicos e inferir que o seu contato registra um evento erosivo sob condição de queda do NRM, atingindo níveis dezenas de metros mais baixos que o atual. Com a elevação do NRM subsequentemente, até níveis próximos do atual no Holoceno, parte dos cordões anteriormente formados foram inundados e erodidos.

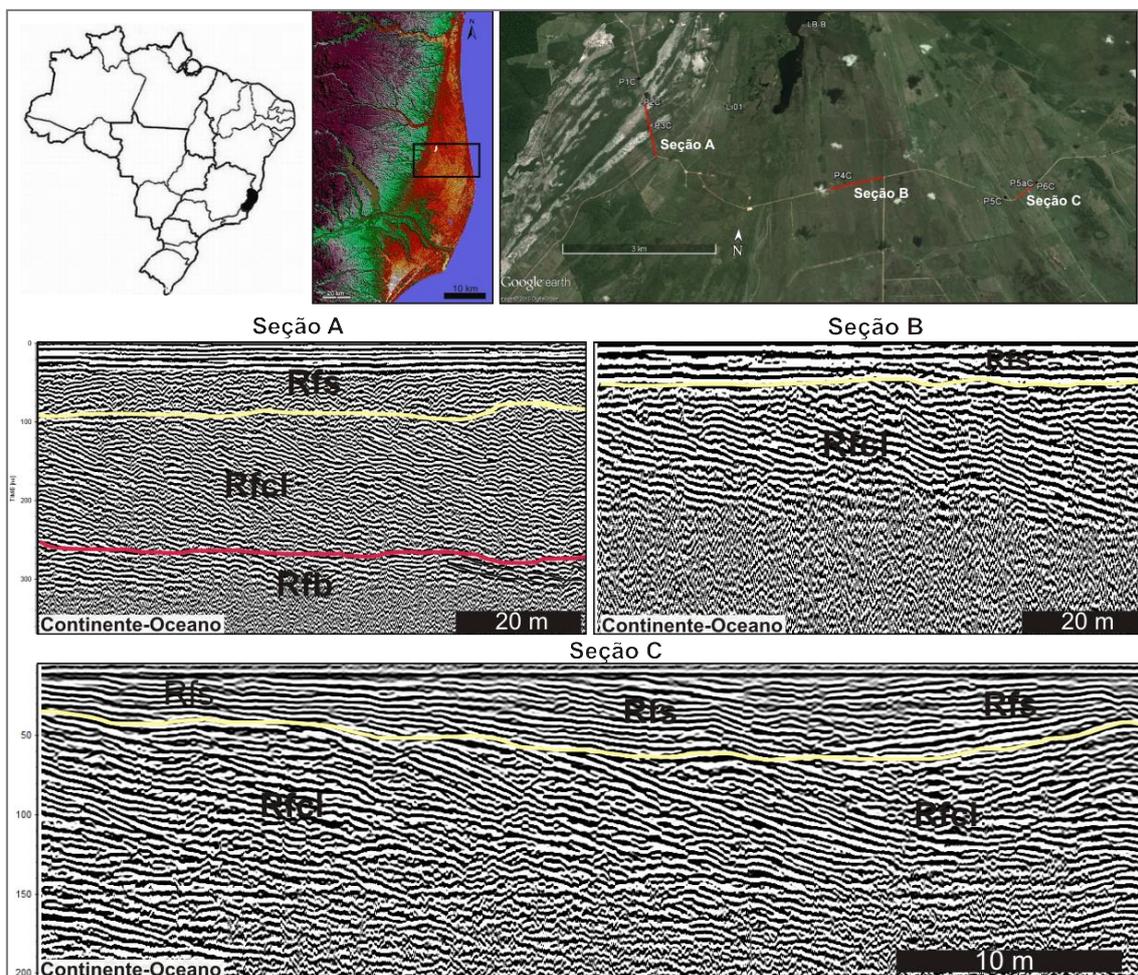


Figura 1. Seções GPR obtidas sobre a planície de cordões litorâneos a norte do rio Doce, Espírito Santo, Brasil.

#### Agradecimento

À FAPESP, pelo financiamento do Projeto Temático 2011/00995-7.

#### Referências

- Domínguez, J.M.L., Bittencourt, A.C.S.P., Martin, L. 1983. O papel da deriva litorânea de sedimentos arenosos na construção das planícies costeiras associadas às desembocaduras dos rios São Francisco (SE-AL), Jequitinhonha (BA), Doce (ES), Paraíba do Sul (RJ). *Revista Brasileira de Geociências* 13(2), p. 98-105.
- Giannini, P.C.F., Mafra, C.N., Rodrigues, F.C.G., Fornari, M., Pessenda, L.C.R., Guedes, C.C.F. 2015. Planície de cordões e o delta do rio doce: mudanças de sistema deposicional costeiro no Quaternário do Espírito Santo. *Anais XV Congresso da Associação Brasileira de Estudos do Quaternário*.



## ELEMENTOS ARQUITETÔNICOS DO PONTAL ARENOSO RECURVADO DA PRAIA DA JUREIA, IGUAPE, SP

Carolina de Campos<sup>1</sup>, Milene Fornari<sup>1</sup>, Francisco S.C. Buchmann<sup>2</sup>, Carlos C. F. Guedes<sup>3</sup>, Paulo C. F. Giannini<sup>4</sup>, Fernanda C. G. Rodrigues<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Campus do Litoral Paulista - Universidade Estadual Paulista. <sup>2</sup>Laboratório de Estratigrafia e Paleontologia –Campus do Litoral Paulista -Universidade Estadual Paulista. <sup>3</sup>Departamento de Ciências do Mar - Universidade Federal de São Paulo. <sup>4</sup>Instituto de Geociências – Universidade de São Paulo.

O presente estudo busca discutir os elementos arquitetônicos do pontal arenoso recurvado localizado na foz do rio Ribeira de Iguape, litoral sul do Estado de São Paulo (Figura 1A). Para tanto, foram utilizados dados de sensoriamento remoto (fotos aéreas e imagens satélite do programa *Google Earth*) e seções GPR (Radar de Penetração no Solo) obtidas com antena de 200 MHz. O pontal sul da praia da Jureia caracteriza-se por contínua migração lateral no sentido SO decorrente do transporte e acúmulo de sedimentos pela deriva litorânea, localmente dirigida para este rumo (Bentz & Giannini, 2003). Com base no exame comparativo de fotos aéreas (1962) e imagens de satélite recentes (2001, 2010, 2013), observa-se a formação de rupturas de deflação orientadas para NO junto a linha de costa durante a primeira fase (1962) de desenvolvimento do pontal. Na última década, o pontal superpõe-se por cordões de dunas frontais, que se associam ao crescimento transversal com componente de engorda rumo SE. Na terminação sudoeste do pontal, os cordões de dunas frontais ocorrem recurvados (em gancho) para NO e espaçados por calhas inundadas. As seções GPR obtidas sobre o pontal nas direções paralela (de SO para NE, Figura 2A) e perpendicular (de NO para SE, Figura 2B) à linha de costa mostram que a arquitetura deposicional caracteriza-se por cinco radarfácies, parte delas correlata entre si: 1. A Rf1 compreende refletores com mergulho suave ( $1^\circ$ ) para NE, nos primeiros 100 m da seção longitudinal, que passam lateralmente para refletores subparalelos com média amplitude e lateralmente descontínuos. 2. Na Rf2, os refletores estendem-se lateralmente por centenas de metros com alta amplitude e geometria interna oblíquo paralelo para tangencial com mergulho ( $\sim 6^\circ$ ) para SO. Dentro dessa radarfácies, os refletores apresentam terminações em *toplap* com a Rf3. 3. Os refletores na Rf3 são ondulados com baixa a média amplitude e lateralmente mostram terminações em *onlap* rumo NE com a Rf2. 4. A Rf4 pode alcançar 8 m de espessura e compreende refletores de alta amplitude, sigmoides, com mergulho para NO, entre  $13^\circ$  e  $23^\circ$ . Para o topo da Rf4, os refletores tornam-se sub-horizontais e ondulados. 5. A Rf5 inicia-se sobre a terminação em *toplap* de Rf4 e caracteriza-se por refletores com mergulho suave ( $<10^\circ$ ) sentido SE (mar adentro), o que permite sugerir crescimento transversal do pontal. A arquitetura sedimentar descrita evidencia que o desenvolvimento do pontal recurvado progradante inclui os depósitos de desembocadura (Rf1), pontal recurvado (Rf2 e Rf4), face praial (Rf5) e duna frontal (Rf3). Esses elementos arquitetônicos interdigitam-se e condicionam o crescimento do pontal através de uma fase de desembocadura e pontal recurvado, seguida por uma fase de praia de mar aberto, com engorda para SE. Na primeira fase, o pontal cresce tanto para SO, por deriva, como para NO, por meandramento da desembocadura do rio Ribeira de Iguape. A erosão fluvial na margem noroeste do meandro da desembocadura do Ribeira de Iguape disponibiliza os sedimentos, que são em seguida retrabalhados e depositados pelas ondulações de S e SE na margem deposicional (sudeste) do meandro e conseqüentemente preserva, no registro estratigráfico, o mergulho dos refletores no sentido continente adentro, para NO (Rf4). A foz do rio bloqueia as ondas vindas de sul e favorece o predomínio da deriva litorânea longitudinal para SO (Rf2), a sotamar (NE) da zona de sombra de difração das ondas. O transporte de sedimentos pela deriva litorânea orientada para SO (Rf2), combinado a deposição dos sedimentos provindos da erosão da margem noroeste do meandro, abastecem, com vetor de engorda para NO, e direcionam o crescimento longitudinal (rumo SO) do pontal na forma de cordões recurvados. A componente de crescimento transversal, que caracteriza a fase de praia de mar aberto representa o retrabalhamento dos depósitos de pontal pelas ondas de mar aberto, isto é, a readaptação do contexto de desembocadura para o contexto de sistema praial com dunas frontais incipientes e componente de engorda para SE.

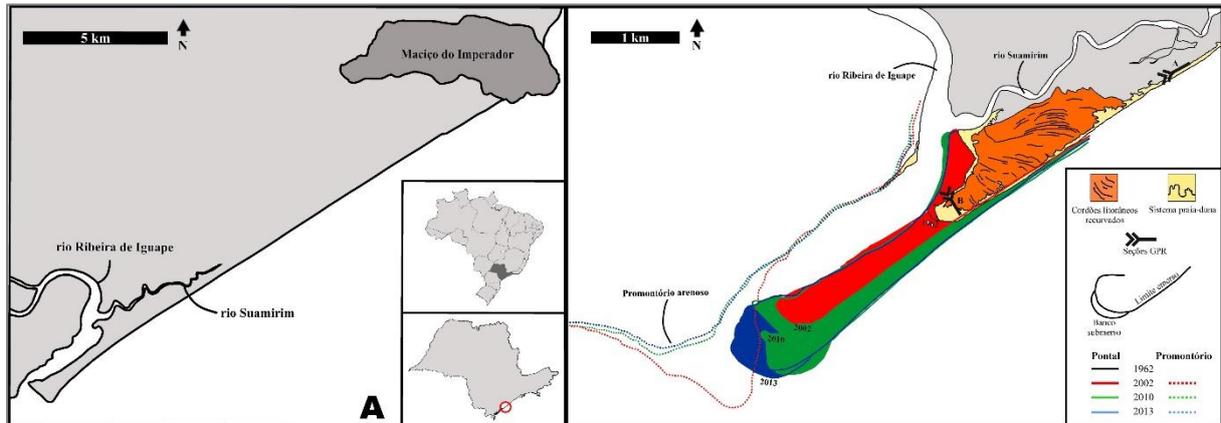


Figura 1. Localização da área de estudo (A) e as fases de crescimento do pontal arenoso recurvado na foz do rio Ribeira de Iguape, com destaque para as principais feições morfológicas e locais de aquisição das seções GRP (B).

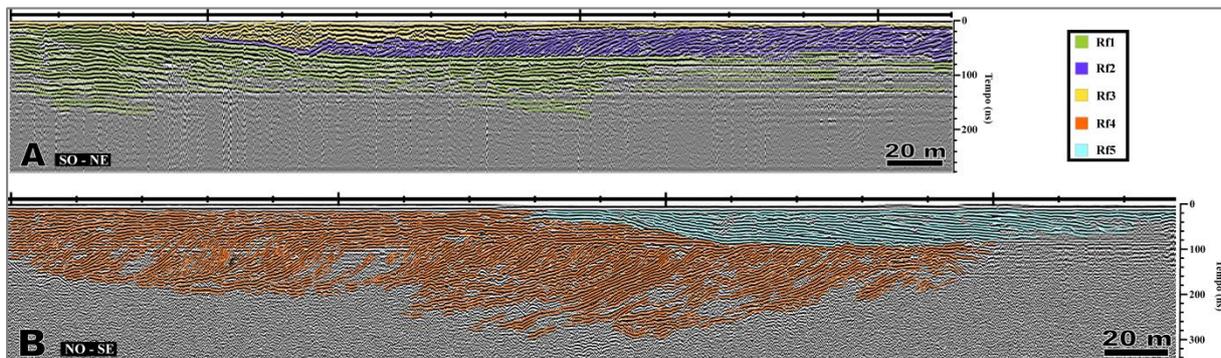


Figura 2. Seções GPR obtidas nas direções paralelo (A) e perpendicular (*dip*) à linha de costa (B).

### Referência

Bentz, D. & Giannini, P.C.F. 2003. Interpretação aerofotogeomorfológica da planície costeira de Una-Juréia, municípios de Peruíbe-Iguape, SP: modelo evolutivo e origem da erosão na praia da Juréia. Anais do IX Congresso da Associação Brasileira de Estudos do Quaternário, Recife, PE. 5 p. v. 1.



## MORFOLOGIA, FÁCIES DEPOSICIONAIS E CRONOLOGIA DOS EOLIANITOS QUATERNÁRIOS DO LITORAL DO PIAUÍ E OESTE DO CEARÁ

Valentina Espinel Arias<sup>1</sup>, Paulo César Fonseca Giannini<sup>1</sup>, Renata Cagliarini<sup>1</sup>, Vinícius Ribau Mendes<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Instituto de Geociências – Universidade de São Paulo.

Os campos de dunas ativos e os eolianitos do litoral nordeste brasileiro compreendido entre Luís Correia (PI) e Paracuru (CE) estão localizados na área de influência da Zona de Convergência Intertropical, de onde vêm os ventos alísios efetivos na sua formação (Figura 1). A variação da direção exata com que estes ventos atingem a costa constitui o principal critério para dividir a área de estudo em três setores: norte, centro e sul. Em cada setor, a direção do vento efetivo, conjugada com a orientação da linha de costa determinam o grau de desenvolvimento da planície deflacionária, o qual aumenta com o ângulo entre vento e costa. No setor norte, que vai de Luís Correia a Maceió, e onde a direção de vento efetivo é ENE-WSW, o ângulo entre vento e costa é de cerca de 60° no Piauí, onde a zona deflacionária é dominante, com até 7,5 km de extensão, e de 20° no extremo oeste do Ceará, onde a zona deflacionária passa ter menos de 2,5 km de comprimento. O setor central, entre Itarema e Almofala, apresenta direção do vento efetivo E-W e caracteriza-se pela ausência de campos de dunas ativos, explicada pela formação de um esporão de areia na forma de ilha-barreira, cujo rápido consumo de sedimento na progradação subaquosa longitudinal faz com que não haja sobra significativa de areia disponível ao vento na região de fornecimento (praia-duna). No setor sul, a direção do vento é ESE-WNW e seu ângulo com a linha de costa é 35° e a zona deflacionária apresenta uma extensão de até 3 km. Com base em imagens de satélite, foi possível observar, em todos os setores, que os eolianitos se apresentam como cordões descontínuos de altura métrica a decamétrica, paralelos à direção do vento efetivo, e ocorrem em meio a feições deflacionárias atuais, como rastros lineares residuais. Na análise de fácies deposicionais dos eolianitos, reconheceram-se quartzo calciarenitos com estratificações cruzadas de alto e de baixo ângulo e com ou sem rizoconcreções, estas em sua maioria em posição vertical. O padrão de dispersão das estratificações cruzadas é predominantemente bimodal, tendo a direção do vento efetivo e do alongamento das cristas de eolianitos como bisetrix entre as duas modas. A morfologia alongada dos cordões de eolianito, sua associação espacial com rastros lineares ativos, a elevada concentração de grossos (teor de areia grossa mais muito grossa de 20 até 50%) e o padrão divergente de distribuição de azimutes de mergulho permite associá-los com antigos rastros lineares, estabilizados e cimentados. As datações realizadas em grãos de quartzo, pelo método da luminescência (LOE), e em bioclastos ou no cimento calcítico, por <sup>14</sup>C AMS, indicam que a grande maioria das idades (80%) se concentra no intervalo entre 800 e 3200 anos (Figura 2) e que os eolianitos mais próximos à linha de costa são mais antigos que os mais distantes. Este padrão de variação espacial de idade é compatível com o esperado em rastros lineares residuais, os quais são sucessivamente deixados para trás e estabilizados à medida que o campo de dunas migra, o que reforça a hipótese de associação dos eolianitos com este tipo de feição. A plataforma continental interna adjacente à costa entre Luís Correia e Paracuru é uma das mais ricas do Nordeste brasileiro em carbonatos bioclásticos, sobretudo algas vermelhas coralíneas (Kowsmann *et al.*, 1979), o que ajuda a explicar a concentração de eolianitos nesta área e o franco predomínio de algas vermelhas dentre seus grãos intrabacinais. No entanto, o teor de carbonatos nos eolianitos é baixo comparado com o registrado na plataforma submersa e similar ao do sistema praia-duna atual, onde deve estar, portanto, a sua área fonte imediata. O predomínio de fácies de cruzadas de baixo ângulo ricas em rizoconcreções no topo dos afloramentos sugere a estabilização dos rastros lineares pelo crescimento de vegetação, com simultâneo aplainamento da crista, como se vê em modelos de rastros lineares recentes (Martinho *et al.*, 2006; Giannini 2007). Em seguida, os depósitos sofreram cimentação precoce em condições freáticas vadosas, conservando características das raízes. Esta estabilização pode ter sido autogênica, por distanciamento da fonte via migração do campo de dunas, ou alogênica, por umidificação do clima e/ou enfraquecimento do vento. A retomada recente da sedimentação eólica, a qual gera os campos de dunas e rastros ativos, apontaria assim ou para a re-

intensificação dos ventos e/ou maior aridez ou para um novo ciclo autogênico de fornecimento de areia eólica.

#### Referências

- Giannini, P.C.F. 2007. Sistemas Depositionais Eólicos no Quaternário Costeiro do Brasil. São Paulo, Inst. Geoc. Univ. S. Paulo. Tese de Livre Docência. 200p.
- Kowsmann, R.O. & Costa, M.D.A. 1979. Sedimentação Quaternária da Margem Continental Brasileira e das Áreas Oceânicas Adjacentes. Rio de Janeiro: Petrobrás, 55 p. (Série Projeto Remac, 8).
- Martinho, C.T.; Giannini, P.C.F.; Sawakuchi, A.O. & Hesp, P.A. 2006. Morphological and depositional facies of transgressive dune fields in the Imbituba-Jaguaruna region, Santa Catarina State, Southern Brazil. *Journal of Coastal Research*, SI39: 673-677.

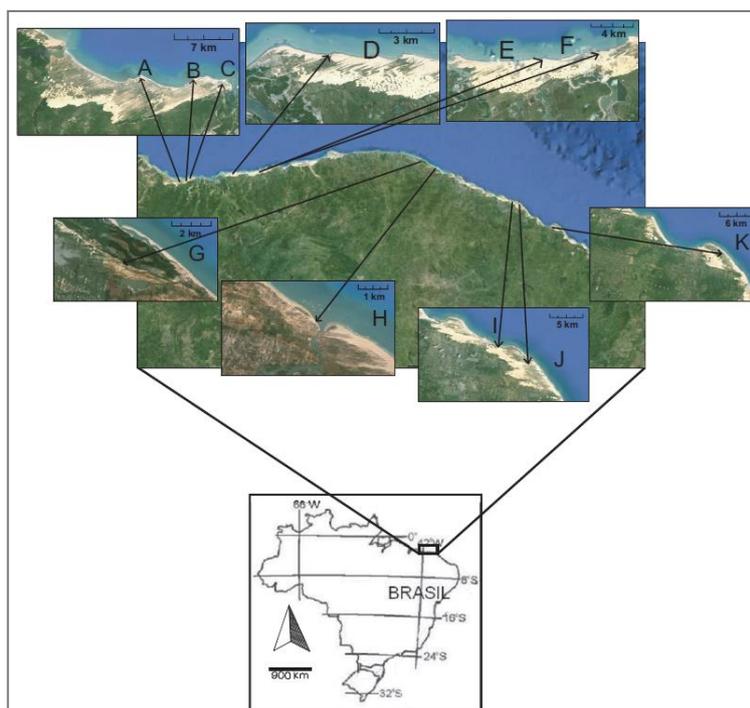


Figura 1. Localização das áreas de estudo: A. Itaqui; B. Carnaubinha; C. Macapá; D. Bitupitá; E. Praia Nova; F. Maceió; G. Itarema; H. Almofala; I. Imboaca; J. Guajiru; e K. Paracuru. A a F localiza-se no setor norte; G e H, no centro; e I, J e K, no sul.

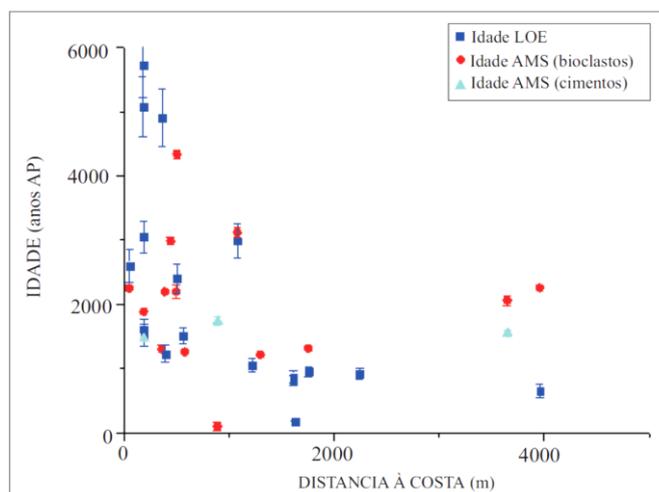


Figura 2. Relação das datações de eolianitos com a distância à linha de costa.



## CRONOLOGIA E EVOLUÇÃO DOS SISTEMAS DE CORDÕES DO NORDESTE DO ESPÍRITO SANTO E SUA RELAÇÃO COM O DELTA DO RIO DOCE

Paulo C.F. Giannini<sup>1</sup>, Carolina N. Mafra<sup>1</sup>, Fernanda C.G. Rodrigues<sup>1</sup>, Milene Fornari<sup>2</sup>, Luiz C.R. Pessenda<sup>3</sup>, Carlos C.F. Guedes<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Instituto de Geociências – Universidade de São Paulo. <sup>2</sup>Campus do Litoral Paulista - Universidade Estadual Paulista. <sup>3</sup>Centro de Energia Nuclear na Agricultura - Universidade de São Paulo. <sup>4</sup>Departamento de Ciências do Mar - Universidade Federal de São Paulo.

Este trabalho discute a geomorfologia e evolução da planície costeira quaternária entre São Mateus e Riacho, com base em sensoriamento remoto (imagens de satélite) e em dados analíticos de cordões arenosos (dose anual de radiação, datação LOE, granulometria e minerais pesados da classe areia fina). A planície de cerca de 2500 km<sup>2</sup> possui formato em cúspide, com máximo avanço ao mar junto à foz do rio Doce. Divide-se em dois tipos de sistemas deposicionais: o deltaico, no interior da sua porção central; e o de cordões litorâneos, nas suas extremidades sul e norte e na parte mais externa (últimos 10 km) da porção central (Figura 1). Com base nos resultados geomorfológicos e de LOE, os cordões possuem pelo menos quatro feixes pleistocênicos, entre 142 e 98 ka, e dez holocênicos, com até 7,4 ka. Os cordões pleistocênicos ancoram-se nas paleofalésias da Formação Barreiras e encontram-se melhor representados no meio-norte da planície, onde se diferenciam dos holocênicos pelos indícios de entalhe, provavelmente ocorrido por volta do Último Máximo Glacial (UMG), sob condição de nível relativo do mar (NRM) e nível de base dezenas de metros mais baixos. Com a subsequente subida do mar até níveis próximos do atual, estes entalhes foram afogados e em seguida barrados pelos primeiros cordões holocênicos, como testemunhado pela paleolaguna em que se encontra a Lagoa Bonita, a qual se estende desde o entalhe nos cordões pleistocênicos até o baixo degrau entre eles e os holocênicos. O delta do rio Doce teria se desenvolvido ao mesmo tempo, imediatamente a sul, na reentrância da costa formada a sul dos testemunhos de erosão do terraço pleistocênico da região da Lagoa Bonita. Nesta reentrância, o aporte fluvial teria ficado protegido da ação das ondulações e suscitado assim a formação de um delta intra-baía. A evolução da planície de cordões holocênica foi controlada por mudanças de posição do distributário mais ativo do rio Doce e pode ser dividida em três fases. Na primeira, a desembocadura do rio situava-se logo a sul do testemunho pleistocênico próximo à Lagoa Bonita, onde promoveu, por barramento de areias trazidas de norte pela deriva litorânea, o crescimento de pelo menos quatro feixes de cordões, o primeiro deles ancorado em feixe pleistocênico. É em virtude desta posição inicial do rio Doce a norte que os sedimentos pleistocênicos da região da Lagoa Bonita puderam ser melhor preservados da erosão provocada pela inundação holocênica. O fato de esta primeira etapa começar por volta de 7,4 ka, antes do máximo NRM na região (6 a 5 ka), está ligado ao intenso aporte sedimentar pelo rio Doce. A segunda fase da evolução dos cordões do Holoceno consistiu no deslocamento da desembocadura e do foco de progradação costeira para sul, dentro do período entre 7,1 ka e 5,0 ka. A norte do distributário recém abandonado, a sedimentação passou a ser dominada por ondas e o corpo de água receptor do delta foi bloqueado por cordões litorâneos até perder contato com mar aberto e ser então assoreado. A eliminação de efeito de barramento pela desembocadura norte gerou inversão no rumo da deriva neste setor, o qual passou a ser de trânsito (*by pass*) sedimentar, com relativa estabilização da costa. A terceira etapa de evolução holocênica, ocorrida antes de 5,0 ka, corresponde ao desvio do canal fluvial para sua posição atual, primeiro cortando o feixe de cordões formado na etapa anterior e, em seguida, acumulando novo feixe em cúspide. Quanto aos resultados analíticos laboratoriais, os cordões pleistocênicos diferem em média dos holocênicos por possuírem menores teores de minerais pesados (3,2 contra 6,5%) e de epidoto + hornblenda (9 contra 28%, dentre pesados transparentes) e menor dose anual (0,24 a 0,38±0,01 mGy contra 0,51 a 2,67±0,02 mGy). As diferenças na mineralogia podem ser atribuídas ao efeito mais prolongado de dissolução pós-deposicional de minerais metaestáveis nas areias pleistocênicas; e o contraste de dose anual deve-se ao menor teor destas areias em minerais com elementos radiativos (zircão e monazita). Com base nas idades LOE dos cordões que margeiam a planície deltaica, mais antigas que 5ka, conclui-se que a atividade do delta deu-se

sobretudo enquanto o NRM continuasse a subir. Com a estabilização do nível marinho, a sedimentação deltaica foi gradualmente substituída pelos sistemas costeiros dominados por ondas que hoje caracterizam a região. Assim, o confinamento do delta à porção mais interna da planície pode ser atribuído não só à formação de barreiras arenosas isolando lagunas à retaguarda, mas ao controle pelo NRM. O delta seria formado enquanto o afogamento da sua foz pelo mar ascendente favorecesse a retenção dos sedimentos fluviais na baía. Outra hipótese, não excludente, é que a época imediatamente anterior ao máximo NRM tenha experimentado maior aporte fluvial, favorecido, por exemplo, por condições climáticas de mais precipitação. Maior parte dos cordões litorâneos corresponde a feições dunares, haja vista seu desnível topográfico (de 1 a 4 m) e sua similaridade com as dunas frontais atuais, quanto aos valores de assimetria e desvio padrão da distribuição granulométrica. O desenvolvimento destes cordões dunares deve ter sido induzido por momentos de relativa estabilização da costa, como evidenciado, no modelo análogo moderno, pela presença das maiores dunas frontais nos setores costeiros hoje menos progradantes (norte e centro-norte).

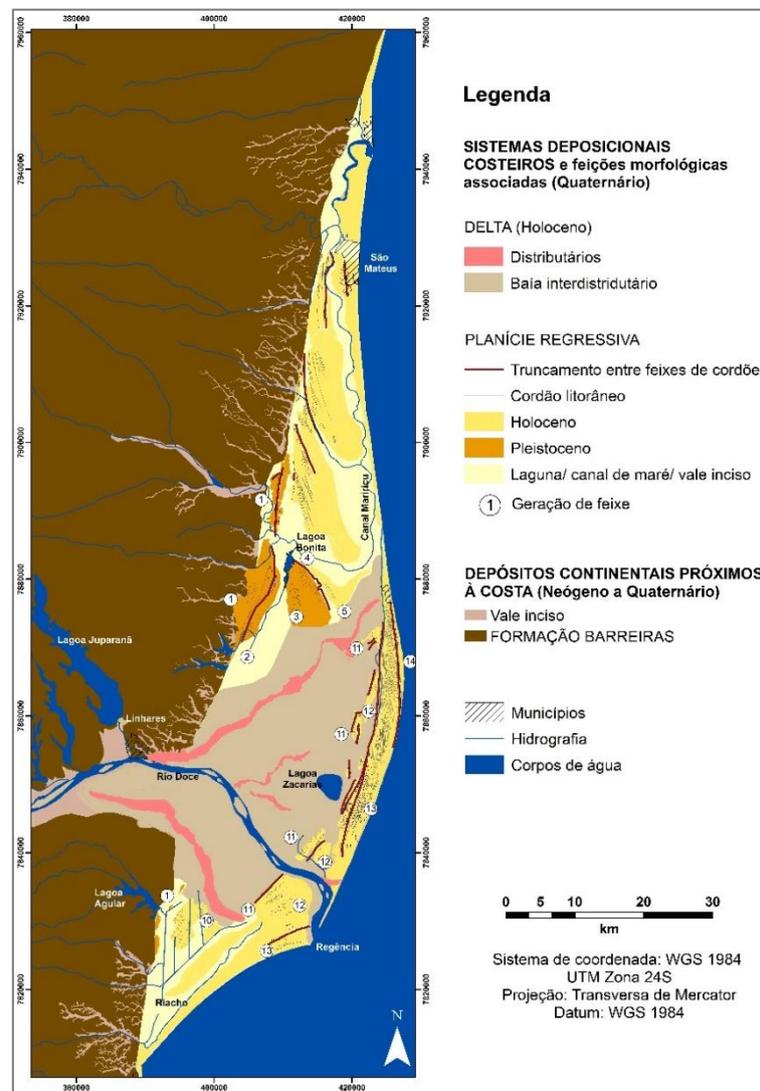


Figura 1. Sistemas deposicionais da planície litorânea do nordeste do Espírito Santo. Numeração dos feixes de cordões segundo a ordem provável de formação.

#### Agradecimentos

À FAPESP, pelo financiamento do Projeto Temático 2011/00995-7.



## **EOLIANITOS HOLOCÊNICOS DE LUÍS CORREIA (PI) E TRAIRI (CE): CARACTERIZAÇÃO PETROGRÁFICA E EVOLUÇÃO EODIAGENÉTICA EM DEPÓSITOS MISTOS TERRÍGENO-CARBONÁTICOS**

Renata Cagliarani<sup>1</sup>, Paulo César Fonseca Giannini<sup>1</sup>, Valentina Espinel Arias<sup>1</sup>, Vinícius Ribau Mendes<sup>1</sup>

<sup>1</sup>*Instituto de Geociências – Universidade de São Paulo*

Eolianitos são depósitos eólicos com bioclastos, geralmente costeiros, cimentados precocemente por carbonato em condições meteóricas. Constituem, com frequência, corpos de areia porosa com ótimo potencial como reservatórios de água subterrânea e hidrocarbonetos. Os eolianitos quaternários brasileiros, diferentemente da maioria das ocorrências do mesmo período em outras partes do mundo (Brooke, 2001), são de baixa latitude, onde se associam aos ventos alísios da Zona de Convergência Intertropical. A presença de eolianitos no Brasil já foi mencionada em vários trabalhos, dentre eles Carvalho *et al.* (2008), na costa continental nordestina, e Angulo *et al.* (2013), no Arquipélago Fernando de Noronha. Entretanto, poucos são os estudos sedimentológicos e petrográficos de detalhe. Dentro deste quadro, a meta deste trabalho é contribuir para a caracterização petrográfica dos eolianitos da costa continental nordestina, demonstrar o efeito da eodiagênese na distribuição espacial dos poros e inferir as condições de cimentação precoce no que se refere à posição relativa do nível freático. Os eolianitos amostrados são do Holoceno superior (Arias *et al.*, 2015). Ocorrem na forma de cordões descontínuos de até 20 m de altura, alongados por várias centenas de metros, em meio à zona de deflação dos campos de dunas ativos de Luís Correia (PI) e Trairi (CE). Correspondem a quartzarenitos bioclásticos com séries pouco espessas (decímetros a poucos metros) de estratificações cruzadas de baixo ( $\leq 10^\circ$ ) e alto ângulo ( $> 10^\circ$ ), pobres ou ricas em rizoconcreções. A cimentação é comumente mais intensa no topo dos cordões, indício de cimentação restrita aos primeiros metros em superfície. As curvas de distribuição granulométrica apresentam padrão unimodal, com tamanho médio variando de areia fina a média, para as amostras de Luís Correia, e de areia média a grossa, em Trairi. Esta diferença granulométrica entre as duas regiões estudadas pode ser reflexo da proximidade com a área-fonte, já que no Ceará a zona de deflação é menos extensa e, portanto, os eolianitos estão mais próximos à praia. Mas influi-se também, possivelmente, pela granulometria da praia, isto é, seu suposto afinamento rumo ao Piauí devido à deriva litorânea longitudinal de E para W. A seleção é boa a moderada na classificação nominal de Folk & Ward (1957) (desvio padrão menor que 1,0) e a assimetria negativa. Os eolianitos estudados no Piauí (Figura 1) são ricos em grãos de quartzo monocristalino (cerca de 40% do volume total) e em algas coralíneas (10-20%), com presença em menor quantidade de bioclastos de bivalves, equinodermas e foraminíferos bentônicos, entre outros. São rochas muito porosas (20-40%) e pouco cimentadas por carbonato (10%). A petrografia apresenta empacotamento aberto com distribuição heterogênea, marcada pela presença de aglomerações milimétricas de grãos mais próximos. O cimento de calcita microespática a espática aparece concentrado em torno destas aglomerações e forma franjas envolventes anisópacas, muitas vezes com padrão pendular (Figura 2) e em menisco, ou preenchimento intersticial com arranjo drusiforme. Esta associação de tramas do cimento aponta para eodiagênese em condições de não saturação dos poros em água, portanto na zona meteórica vadosa. Os fatos de alguns bioclastos aparecerem parcialmente corroídos e de a franja de calcita desenvolver-se melhor junto a grãos carbonáticos que de terrígenos sugerem reprecipitação localizada, em torno do próprio bioclasto parcialmente dissolvido. Os eolianitos estudados no Ceará diferem petrograficamente dos do Piauí por apresentarem menor quantidade de quartzo monocristalino na fração terrígena, com ligeiro enriquecimento em quartzo policristalino, feldspato e piroxênio. A frequência de bioclastos também é menor, representada por menos de 5% de algas coralíneas e quantidades subordinadas de bivalves, foraminíferos bentônicos e gastrópodos, entre outros. Também são bastante porosos (30%) e ainda menos cimentados (5%). Em comparação com os eolianitos do Piauí, a maior riqueza em terrígenos, com relativa imaturidade mineralógica, também deve refletir maior proximidade da área-fonte, seja pela posição da praia a barlar da deriva litorânea regional, seja pela menor distância do eolianito à praia.

Este segundo aspecto relaciona-se com o aporte eólico relativo (relação entre volume de sedimento eólico suprido e espaço de acumulação) aparentemente maior no Ceará, como evidenciado pelo campo de dunas mais cheio de areia, em detrimento da zona de deflação.

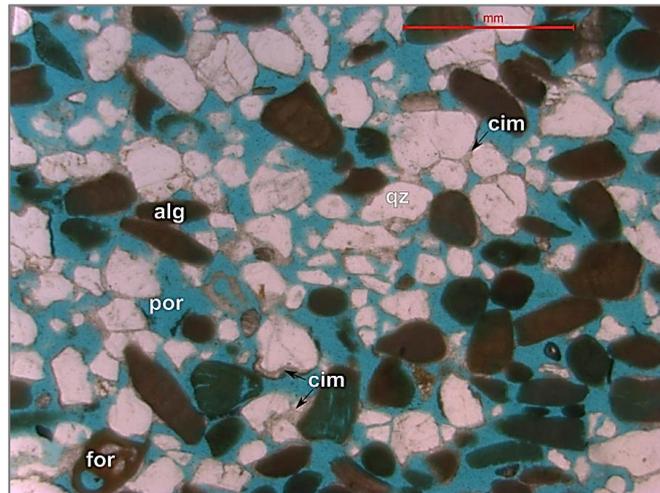


Figura 1. Seção delgada de eolianito de Luís Correia (PI), com destaque para abundância de grãos de quartzo (qz) e, secundariamente, presença de alga coralínea (alg). Notar cimento carbonático (cim) em pontos concentrados na amostra. For – foraminífero bentônico (miliolídeo); por – poro tingido. Nicóis paralelos.

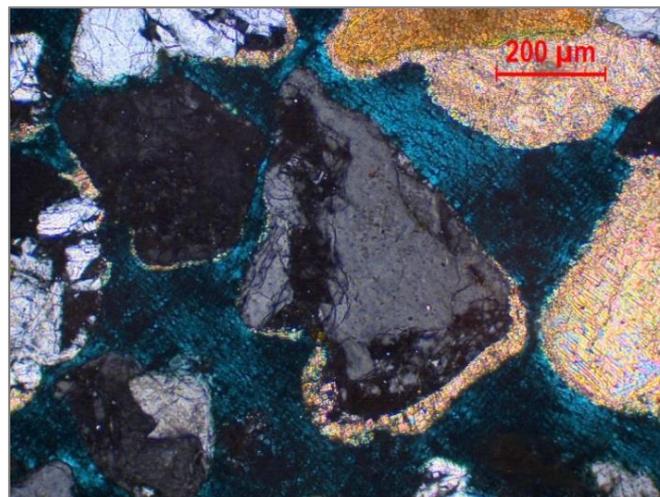


Figura 2. Cimento carbonático microespático em franja anisópaca, com padrão pendular (topo para cima na foto). Nicóis cruzados.

## Referências

- Brooke, B. 2001. The distribution of carbonate eolianite. *Earth-Science Reviews*, 55: 135–164.
- Angulo, R.J.; Souza, M.C.; Fernandes, L.A. & Disaró, S.T. 2013. Quaternary sea-level changes and aeolianites in the Fernando de Noronha archipelago, northeastern Brazil. *Quaternary International*, 305: 15-30.
- Arias, V.E.; Giannini, P.C.F.; Cagliarini, R. & Mendes, V.R. 2015. Morfologia, Fácies Depositionais e Cronologia dos Eolianitos Quaternários do Litoral do Piauí e Oeste do Ceará. Neste congresso.
- Carvalho, A.M.; Claudino-Sales, V.; Maia, L.P. & Castro, J.W A. 2008. Eolianitos de Flecheiras/Mundaú, Costa Noroeste do Estado do Ceará, Brasil - Registro ímpar de um paleo-sistema eólico costeiro. SIGEP 118: 121-130. Disponível em: <[http://sigep.cprm.gov.br/sitio118/sitio118\\_impreso.pdf](http://sigep.cprm.gov.br/sitio118/sitio118_impreso.pdf)>. Acesso em: 27 jun. 2015.
- Folk, R.L. & Ward, W.C. 1957. Brazos River bar: a study in the significance of grain size parameters. *Journal of Sedimentary Petrology*, 27: 3–26.



## **SOUTHERN HEMISPHERE CLIMATE DRIVERS AND GEOMORPHOLOGICAL CHANGES IN AUSTRALIAN AND BRAZILIAN COASTAL DUNEFIELDS OVER HISTORICAL AND MULTI-MILLENNIAL SCALES**

Graziela Miot da Silva<sup>1</sup>, Patrick Hesp<sup>1</sup>, Sergio R. Dillenburg<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*School of the Environment - Faculty of Science and Engineering - Flinders University, South Australia;* <sup>2</sup>*Centro de Estudos de Geologia Costeira e Oceanica - Instituto de Geociências – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre RS.*

Striking similarities regarding changes in coastal dunefield geomorphology have been observed in Australia and Brazil, in particular, the contemporary increase in coastal dunefield vegetation cover, related to a climatic shift that imprinted signatures on dunefields in both places. Over the second half of the last century, approximately 650 km of the Southern Brazilian Holocene Barrier experienced significant growth of vegetation followed by changes in dune morphologies (Seeliger *et al.*, 2000; Miot da Silva, 2006; Hesp *et al.*, 2009; Martinho *et al.*, 2010, Miot da Silva and Hesp, 2013, Miot da Silva *et al.*, 2013, Mendes and Giannini, 2015). In this historical scale, the most remarkable geomorphological changes and vegetation growth on coastal dunefields occurred specifically during the late 1970's, when wind speeds were generally low and the rainfall record shows an increasing trend for that period. This remarkable change in vegetation cover was attributed by Miot da Silva *et al.* (2013) to a regime shift of the Pacific Decadal Oscillation (PDO) in 1976/1977 from a "cool" to a "warm" phase. This regime shift is associated with an increase in frequency and intensity of El Niño events which bring more abundant rainfall in Southern Brazil, therefore contributing to the establishment of vegetation and stabilization of coastal dunefields. Simultaneous stabilization of coastal dunefields has also been reported in several sites along the Australian coast. For example, Levin (2011) observed natural growth of vegetation and stabilization on Fraser Island (Queensland), and similarly, related it to the decrease in tropical cyclone intensity and wind power around the early 1980's due to a shift of the Interdecadal Pacific Oscillation (IPO) to a positive (warm) phase. Similar observations of an increase in vegetation cover over the middle-end of the last century can also be observed on time series aerial photographic analyses in South Australia (e.g. the Younghusband Peninsula dunefields). In South Australia, however, growth of dunefield vegetation during the last century occurred somewhat later, in the early 1980's, associated with a general decrease in wind speed related to a regime shift of the SAM (Southern Annular Mode) to a positive phase. This study analyses hourly rainfall data which shows an increase in rainfall at Fraser Island during the early 1970's and also in other parts of Australia and revisits the hypothesis that the decrease in cyclone intensity/frequency was the sole factor that caused dune stabilization on Fraser Island. Additionally, the main drivers of the Australian climate will be analysed and their impact on historical stabilization of Australian coastal dunefields will be evaluated. At a multi-millennial scale (last 7500 years), this study will review the debate in the literature on whether climate or marine (storms and sea level) factors were the triggers for Holocene dunefield initiation phases, an exercise that provides more evidence of possible parallels between Southern Brazilian and Australian sites.

### References

- Hesp, P.A., Giannini, P.F.C., Martinho, C.T., Silva, G.M. & Asp, N.E., 2009. The Holocene Barrier Systems of the Santa Catarina Coast, Southern Brazil. In: *Geology and Geomorphology of Holocene Coastal Barriers of Brazil* (S.R. Dillenburg and P.A. Hesp, eds), Vol.107, pp. 53–91. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg.
- Levin, N., 2011. Climate-driven changes in tropical cyclone intensity shape dune activity on Earth's largest sand island. *Geomorphology* 125: 239–252.
- Martinho, C.T.; Hesp, P.A. & S.R. Dillenburg, 2010. Morphological and temporal variations of transgressive dunefields of the northern and mid-littoral Rio Grande do Sul coast, Southern Brazil. *Geomorphology*, 117: 14–32.
- Mendes, V.R. & Giannini, P.C.F., 2015. Coastal dunefields of south Brazil as a record of climatic changes in the South American monsoon system. *Geomorphology*, 246: 22–34.



- Miot da Silva, G. 2006. Orientação da Linha de Costa e Dinâmica dos Sistemas Praia e Duna: Praia de Moçambique, Florianópolis, SC. Ph.D. Dissertation, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Brazil.
- Miot da Silva, G. & Hesp, P.A., 2013. Historical changes and Climate and Human Drivers in Santa Catarina dunefields, Southern Brazil. *Earth Surface Processes and Landforms*. Published online.
- Miot da Silva, G.; Martinho, C.T.; Hesp, P.A., Keim, B.D. & Ferligoj, Y. 2013. Changes in dunefield geomorphology and vegetation cover as a response to local and regional climate variations. *Journal of Coastal Research*, SI ICS 2013 Plymouth.
- Seeliger, U.; Cordazzo, C. V.; Oliveira, C. P. L. & Seeliger, M. 2000. Long-term changes of coastal foredunes in the Southwest Atlantic. *Journal of Coastal Research*, 16(4): 1068-1072.



## EVOLUTION AND MORPHODYNAMICS OF THE SOUTHERN YOUNGHUSBAND PENINSULA BARRIER, SOUTH AUSTRALIA

Sergio R. Dillenburg<sup>a</sup>, Patrick A. Hesp<sup>b</sup>, Graziela Miot da Silva<sup>b</sup>, Andre O. Sawakuchi<sup>c</sup>, Robert Keane<sup>b</sup>

<sup>a</sup>Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Brasil 91509-900, <sup>b</sup>School of the Environment, Faculty of Science and Engr., Flinders University, Australia 5042, <sup>c</sup>Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, Brasil 05508-080.

The Holocene barrier system of the Younghusband Peninsula is 180 km long, in the form of a NW-SE orientated gentle arc. The emerged part of the barrier is mostly less than 2 km wide, and shows a morphology dominated by transgressive dunefields and parabolic dunes, suggesting a transgressive or aggradational nature for most of the barrier, except for the last 30 km to the south, where the presence of a narrow foredune ridge plain clearly indicates a regressive nature to the barrier. This barrier, while one of the longest continuous barriers in Australia, has never been studied in regard to its depositional architecture and Holocene evolution. Up to now the barrier was specifically studied only in regard to the morphodynamics of its beaches and surfzone-beach-dune interactions (Short and Hesp, 1984; Hesp, 1988), excavations and dating of archaeological sites (Bourman and Murray-Wallace, 1991), and in regard to the influence of invasive vegetation on the morphological development of foredunes (Hilton and Harvey, 2002). In this study, the foredune ridge plain of the southern Younghusband, in a locality called The Granites was surveyed by a RTK system along a single profile that identified 21 palaeo-foredune ridges in 516 m, and corresponding to an average of 24 m between adjacent ridges. Half of these ridges were sampled for OSL geochronological analyses. At the back of the barrier, approximately 150 m from the crest of the innermost ridge, a trench of 117 cm depth excavated in the palaeo-lagoonal plain revealed the presence of mollusc bivalves (*Katylsia scalarina* and *Anapella cycladea*) and gastropoda (*Battilaria diemenensis* and *Tatea rufilabris*) in life positions. The oldest age obtained by <sup>14</sup>C was 6990-6560 cal a BP for *Anapella* shell found at 0.67 m above AHD (Aust. Height Datum or mean sea level), while the youngest age was 3580-3155 cal a BP for *Tatea* found at 1.43 m. While most of these molluscs are characteristic of estuarine intertidal habitats, only the gastropode *Tatea* tolerates fresh water, and its presence probably indicates a contrasting more recent stage of the estuarine/lake system, compared to the establishment of the system at around 7-6.5 ka. To the immediate east, the regressive barrier (foredune ridge plain) was first formed at around 7-6.5 ka as indicated by both the oldest dated shells of the estuarine system and the well-known sea-level curve of South Australia during the Holocene (e.g. Murray-Wallace & Woodroffe, 2014). In 7000 yrs the barrier has prograded only 740 m, what is probably mainly due to a long-term low sediment supply, combined with phases of barrier erosion, as recently demonstrated by Nott *et al.* (2015). Eleven (11) OSL datings of the 21 ridges will allow us to elucidate why such a low rate of progradation of the barrier has occurred. We will also present data on the nature of ridge morphology.

### References

- Bourman, R.P. & Murray-Wallace, C.V. 1991. Holocene evolution of a sand spit at the mouth of a large river system: Sir Richard Peninsula and the Murray Mouth, South Australia. *Zeitschrift für Geomorphologie* 81, 63-83.
- Hesp, P.A. 1988. Surfzone, beach and foredune interactions on the Australian south east coast. *Journal of Coastal Research* SI 3, 15-25.
- Hilton, M. & Harvey, N. 2002. Management implications of exotic dune grasses on the Sir Richard Peninsula, South Australia. *Proceedings of Coast to Coast 2002, Australia's National Coastal Conference* (Tweed Heads, New South Wales, Australia), p. 186-189.
- Murray-Wallace C.V. & Woodroffe, C.D. 2014. *Quaternary Sea-Level Changes: A Global Perspective*. Cambridge, Cambridge University Press.
- Nott, J., Forsyth, A., Rhodes, E., O'Grady, D. 2015. The origin of centennial- to millennial-scale chronological gaps in storm emplaced beach ridge plains. *Marine Geology*, 367, 83-93.
- Short, A.D & Hesp, P.A. 1984. *Beach and Dune Morphodynamics of the South East Coast of South Australia*. Sydney: The University of Sydney, Department of Geography, Coastal Studies Unit, Technical report 84/1.



## APLICAÇÃO DE MODELO MATEMÁTICO PARA SUBIDA DO NÍVEL DO MAR EM PRAIAS PRECEDIDAS POR TERRAÇOS DE ABRASÃO

Maia, L.X.<sup>1</sup>; Cassilhas, F. D.<sup>1</sup>; Albino, J.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Oceanografia e Ecologia, UFES; leandroxaviermaia@hotmail.com

O sistema terraços-praias-falésias está presente ao longo de uma boa parte do litoral dos continentes. É considerado como o resultado da erosão das falésias, desenvolvendo residualmente as plataformas de abrasão (Sunamura, 1992). As praias que se situam neste sistema são geralmente estreitas e limitadas pelas falésias rochosas e terraços e são passíveis de sofrerem inundações (Trenhaile, 2004). No Estado do Espírito Santo, este sistema pode ser representado pelo litoral entre Vitória e a planície deltaica do rio Doce (Figura 1). As praias apresentam superfícies rochosas horizontais ou suavemente inclinadas que se estendem ao longo da zona entremarés. Segundo Albino e Suguio (2011), os terraços são responsáveis diretamente por particularidades da morfodinâmica da praia. Os métodos e modelos utilizados em praias arenosas são adaptados para a compreensão das praias precedidas por terraços. Este é o caso do modelo sugerido por Tabora e Ribeiro (2015), que é relativamente simples e aplicado para estimar o recuo em praias precedidas por substratos rochosos, em caso de subida do nível do mar. A proposta é baseada no modelo de Bruun (1957), onde é assumido que o perfil da praia está em equilíbrio com o nível médio do mar e clima de ondas, que se apresenta como um sistema fechado, onde o volume da praia será mantido, de forma que a erosão da face da praia é compensada pelo levantamento do berma. É ainda utilizado no modelo, o conceito RD-A (Davidson-Arnott, 2005), no qual se tem como consideração o balanço sedimentar que ocorre no litoral e em dunas e, o modelo de inundação (Brunel & Sabatier, 2007), onde assume que a inclinação do perfil de praia permanece idêntica no tempo que migra horizontalmente em direção a costa, quando o nível do mar sobe. No presente trabalho o modelo de Tabora & Ribeiro (2015) foi aplicado em três perfis de praia ao longo do litoral de Aracruz. Foram utilizados dados de perfis de praia e dos terraços, levantados em campo por meio de nível de precisão e mira, a fim de obter as variáveis necessárias na aplicação do modelo, como os gradientes, altura e extensão da praia e terraços. Os resultados indicaram que os perfis recuaram entre de 10,54 a 12,70 m, sob condição de subida de nível de mar de 1 m e mantiveram o gradiente da face, conforme o previsto pelo modelo. Observou-se que o sistema terraço e face com menor inclinação o recuo foi maior. Entretanto, dados de monitoramento dos perfis de praia indicam que com a elevação do nível relativo do mar, em condições de ondas, ventos e mares superiores, os perfis tornam-se mais planos, pois há a transferência de sedimentos da porção emersa para a zona submersa. Sendo este limitado por terraços de abrasão, há a diminuição do declive da praia. Este comportamento está em concordância ao proposto por Bernabeu- Telle *et al.* (2002). Ainda, segundo Anfuso *et al.* (2003), mantendo se as condições de tempestade e/ou manutenção do aumento relativo do nível do mar, há a provável perda de sedimentos da praia rumo a plataforma pelo transporte de sedimentos sobre os terraços. O modelo proposto para o recuo da praia frente a subida do nível do mar aqui aplicado não leva em consideração alterações meteorológicas sazonais. Contudo, acredita-se que a aplicação do modelo pode ilustrar satisfatoriamente a adaptação morfológica em praias que tenham ao longo do seu perfil, sedimentos disponíveis e espaço horizontal para a migração, o que não é o caso das praias estudadas, onde se encontram limitadas por falésias e /ou estruturas urbanas rígidas e apresentam prisma emerso sempre inferior a 30m de extensão (Figura 1).

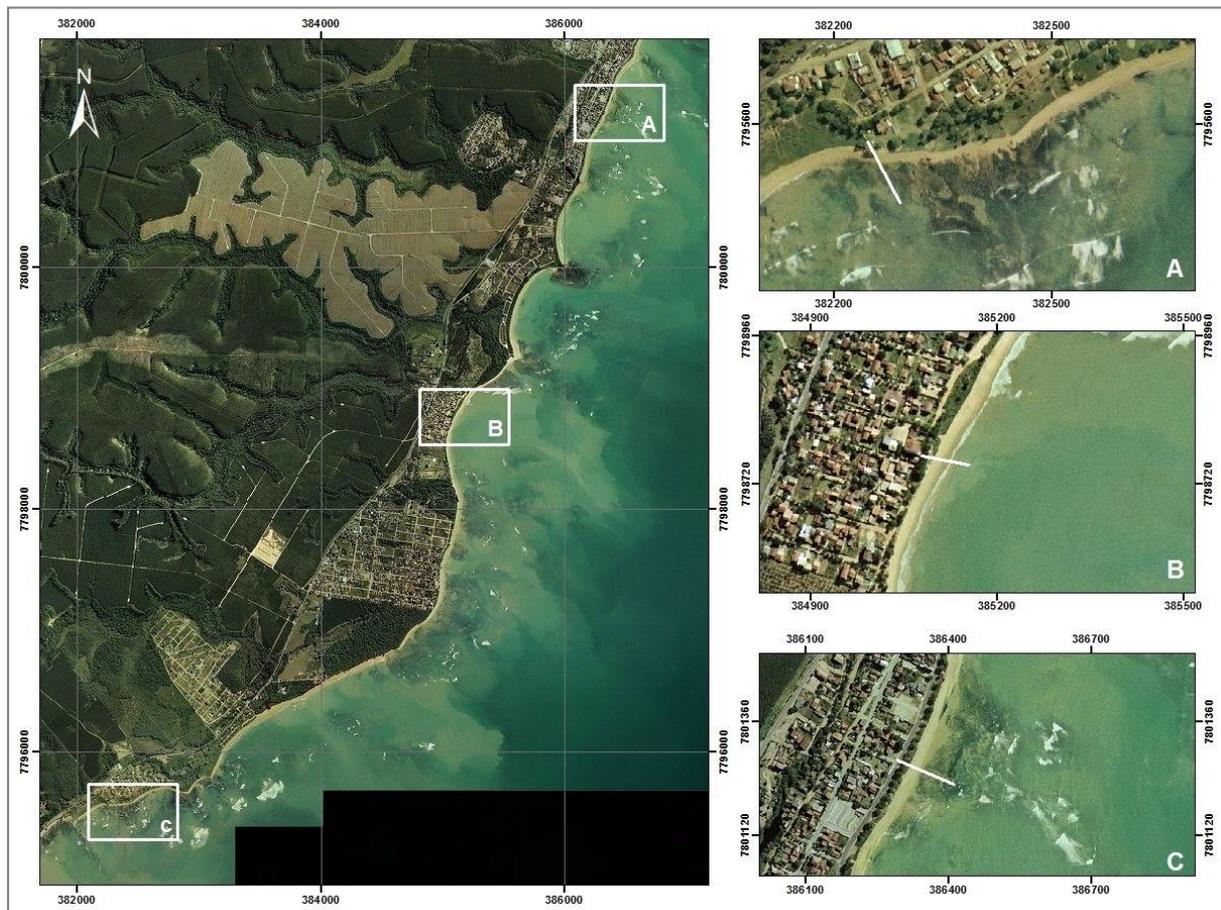


Figura 1. Localização da área de estudos: A - Praia Barra do Sahy, B - Praia de Putiri, C - Praia dos Padres. Perfis das praias estão representados pelo transecto branco.

#### Referências:

- Albino, J. & Suguio, K. 2011. The influence of sediment grain size and composition on the morphodynamic state of mixed siliciclastic and bioclastic sand beaches in Espírito Santo State, Brazil. *Revista Brasileira de Geomorfologia* - v. 12, nº 2 (2011).
- Anfuso, G., del Pozo, M., Gracia, F.J. & López-Aguayo, F. 2003. Long-shore distribution of morphodynamic beach states along an apparently homogeneous coast in SW Spain. *Journal of Coastal Conservation* 9, 49-56.
- Brunel, C. & Sabatier, F., 2007. Pocket beach vulnerability to sea-level rise. *J. Coast. Res.* SI 50, 604–609.
- Bernabeu-Tello, A.M., Muñoz Pérez, J.J. & Medina Santamaria, R. 2002. Influence of the rocky platform in the profile morphology: Victoria Beach, Cadiz (Spain). *Ciencias Marinas*, 28(2), 181-192.
- Bruun, P. Coast erosion and the development of beach profiles. Technical Memorandum No. 44, U.S. Army Corps of Engineers, Beach Erosion Board, 1954.
- Davidson-Arnott, R.G.D., 2005. Conceptual model of the effects of sea level rise on sandy coasts. *J. Coast. Res.* 21, 1166–1172.
- Sunamura, T., 1992. *Geomorphology of rocky coasts*, Wiley, England, 302p.
- Taborda, R & Ribeiro, M. A. A simple model to estimate the impact of sea-level rise on platform beaches geomorphology 234 (2015) 204–210
- Trenhaile, A.S., 2004. Modeling the accumulation and dynamics of beaches on shore platforms. *mar. geol.* 206, 55–72.



## ANTHROPOCENE INTENSIFICATION OF GEOMORPHIC PROCESSES IN THE HUMID PAMPA. POSSIBLE GENERATION OF RENEWABLE GEOLOGIC RESOURCES

LM. Forte<sup>1,2</sup>, MA. Hurtado<sup>1</sup>, NV. Dangvas<sup>1</sup>, L. Couyoupetrou<sup>1,3</sup>, A. Cendrero<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Instituto de Geomorfología y Suelos, Universidad Nacional de La Plata, Argentina. <sup>2</sup>DCITIMAC, Facultad de Ciencias, Universidad de Cantabria, Santander, Spain. <sup>3</sup>Comisión de Investigaciones Científicas, Prov. Buenos Aires, Argentina.

It has been suggested that “global geomorphic change” might be one of the characteristics of the Anthropocene (Rivas *et al.*, 2006; Bonachea *et al.*, 2010; Bruschi *et al.*, 2013). Excavation and transport of geologic materials and erosion induced by human activities that disturb land surface are manifestations of such change. This appears to be causing an intensification of erosion/sedimentation processes, particularly after the middle of the 20<sup>th</sup> century, coinciding with the “Great Acceleration” of Steffen *et al.* (2015), which seems to include a “great geomorphic acceleration” (Bruschi *et al.*, 2012). The aim of this contribution is to assess to what extent erosion/sedimentation rates in the humid Pampa have increased during the Anthropocene, and explore the possibility of using Anthropocene sediments from some of the many lakes in the region as an alternative to soil mining, thus helping to mitigate the environmental problems this type of exploitation causes. Data were obtained in 35 lakes and swampy areas. Figure 1 shows typical sedimentary successions in one of them. The estimated age of the three uppermost units (Iriondo & Kröhling, 1995; Meyer & Wagner 2009; Dangvas & Pierrard, 2013) is: Suballuvial (lacustrine clay-silt), 1400-700 BP; La Postrera IV (eolian), 700-200 BP; Alluvial (lacustrine clay-silt), 200 BP to present. The latter coincides essentially with intense European occupation and consequent land use change. From data on sediment thickness and age of the levels described (Forte *et al.*, 2015), sedimentation rates were estimated. Average values were 0.8 mm a<sup>-1</sup> for the Suballuvial and 1.6 mm a<sup>-1</sup> for the Alluvial. Present sedimentation rates were estimated for 14 lakes, from erosion rates in the region (Forte *et al.*, 2015), including field determinations and estimates using USLE or RUSLE. The range was 0.3 – 3.7 mm a<sup>-1</sup>. If only half of the sediment generated in those basins were carried into the lakes, it would represent sedimentation rates of 3-40 mm a<sup>-1</sup>. An independent observation in “Arroyo San Vicente”, dredged 12 years ago, showed that present sediment thickness above the dredge bottom is 12-20 cm, equivalent to >10 mm a<sup>-1</sup>. Annual sediment accumulation in the 14 lakes is in the range 0.3 – 4 x 10<sup>6</sup> m<sup>3</sup> a<sup>-1</sup>, roughly equivalent to present brick consumption (Forte *et al.*, 2015) for one million people during 1-10 years. Grain size distribution and Atterberg limits were determined for 94 Suballuvial and Alluvial sediment samples. They have characteristics very similar or better than soil samples provided by the brick industry. Test bricks were made with 18 experimental ceramic pastes and 30 commercial pastes. Water absorption capacity, resistance to frost, and compressive strength were determined. Results obtained were better for the former than for the latter. Available resource was estimated with more detail in two lake complexes: lakes San Vicente, La Bellaca and Tacurú, in San Vicente (Fig. 1); as well as lake La Yalca and “bañados (swampy areas) Don Mario, La Libertad and Laguna La Yalca, in Chascomús. The first complex covers 399 ha. Average (Alluvial+Suballuvial) thickness is 1m. The total volume is 4 x 10<sup>6</sup> m<sup>3</sup>. One m<sup>3</sup> of material is needed to produce 600 bricks. This gives 2.4 x 10<sup>9</sup> bricks, equivalent to 250 years production of one of the large brick industries in the region. In the Chascomús area, “bañado” sediments (650 ha, 1 m thickness average) mixed with lake sediment (950 ha, 0.25 m) in the proportion 80/20% would give material of brick-making quality (a common practice in the industry). A total of 4.7 x 10<sup>9</sup> bricks could be obtained, equivalent to about 500 years production of one of the large local industries. Even assuming a very large error in these estimates it appears that these sediments constitute a very interesting potential resource. Provisional conclusions. Sediment generation and sedimentation rates have considerably increased with the growing human transformation of the humid Pampa. Rates appear to have doubled from the Suballuvial to the Alluvial, and are presently about one order of magnitude greater. This would imply a “great geomorphic acceleration”, coherent with the “Great Acceleration” (Steffen *et al.*, 2015). Also, that the great intensification of geomorphic processes is a possible criterion to mark the start of the

Anthropocene. Existing resources could probably supply the needs of the brick industry for a very long time, using a resource of better quality than soil. Present sediment yearly accumulated in the 14 lakes analysed might be enough to cover a considerable part of the needs of the industry using a renewable resource. To better assess the potential of this alternative resource, the economic and environmental feasibility of exploiting specific lakes should be analysed in detail. This is presently under way.

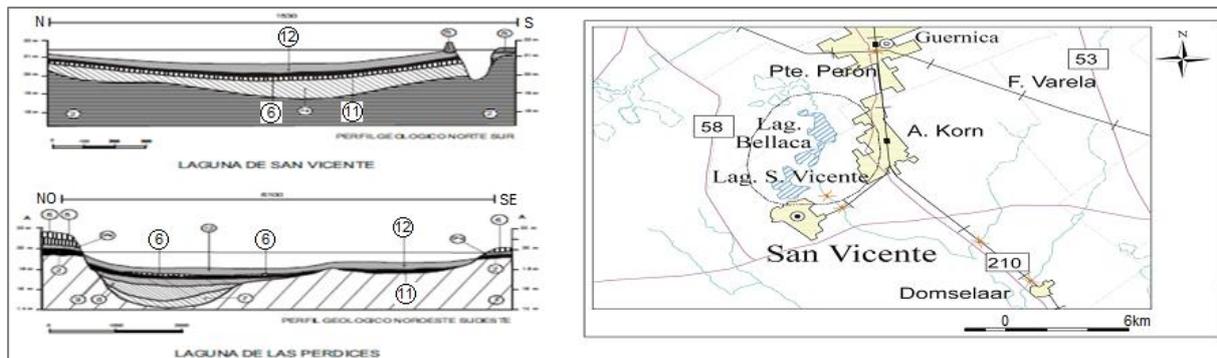


Figure 1. Right, San Vicente lake complex. Left, sediment sequence in two lakes. 11: Suballuvial lake sediments. 12: Alluvial. 6: La Postrera eolian deposit (not always present). Other units not relevant for this work.

## References

- Bonachea, J.; Bruschi, V.M.; Hurtado, M.; Forte, L.M.; da Silva, M.; Etcheverry, R.; Cavallotto, J.L.; Dantas, M.; Pejon, O.; Zuquette, L.; Bezerra, M.A.; Remondo, J.; Rivas, V.; Gómez-Arozamena, J.; Fernández, G. & Cendrero, A. 2010. Natural and human forcing in recent geomorphic change; case studies in the Rio de la Plata basin. *Science of the Total Environment*, 408: 2674–2695.
- Bruschi, V.; Bonachea, J.; Remondo, J.; Forte, L.M.; Hurtado, M.A. & Cendrero, A. 2012. ¿Hemos entrado ya en una nueva época de la historia de la Tierra? *Rev. R. Acad. Cienc. Exact. Fís. Nat.*, Madrid, 105 (1): 1-12
- Bruschi, V.M.; Bonachea, J.; Remondo, J.; Gómez-Arozamena, J.; Rivas, V.; Méndez, G.; Naredo, J.M. & Cendrero, A. 2013. Analysis of geomorphic systems' response to natural and human drivers in northern Spain: Implications for global geomorphic change. *Geomorphology*, 196: 67–279.
- Dangvas, N.V. & Pierrard, L.R. 2013. Paleolimnología de la Laguna del Monte, San Miguel del Monte, Provincia de Buenos Aires. *Rev. Asoc. Geol. Arg.*, 70 (1): 128-143.
- Forte, L.M.; Hurtado, M.A.; Dangvas, N.V.; Giménez, J.E.; da Silva, M.M.; Couyoupetrou, L.; Bruschi, V.M. & Cendrero, A. 2015. Is global geomorphic change generating renewable geologic materials? The case of the brick industry in the humid Pampa, Argentina. *Submitted*.
- Iriondo, M. & Kröhling, D. 1995. El sistema eólico pampeano. *Comunicaciones Museo Provincial de Ciencias Naturales*, Santa Fe, 5(1): 1-68.
- Meyer, I. & Wagner, S. 2009. The Little Ice Age in Southern South America: Proxy and Model Based Evidence. In: *Past Climate Variability in South America and Surrounding Regions. Developments in Paleoenvironmental Research* 14: 395-97.
- Rivas, V.; Cendrero, A.; Hurtado, M.; Cabral, M.; Giménez, J.; Forte, L.; del Río, L.; Cantú, M. & Becker, A. 2006. Geomorphic consequences of urban development and mining activities; an analysis of study areas in Spain and Argentina. *Geomorphology*, 73(3-4): 185-206.
- Steffen, W.; Broadgate, W.; Deutsch, L.; Gaffney, O. & Ludwig, C. 2015. The trajectory of the Anthropocene: The Great Acceleration. *The Anthropocene Review*, 2(1): 81–98.



## IS THERE A GREAT GEOMORPHIC ACCELERATION AND RELATED INTENSIFICATION OF NATURAL HAZARDS THAT MARKS THE START OF THE ANTHROPOCENE?

<sup>1</sup>L.M. Forte, M.A. Hurtado, V. Bruschi, J. Bonachea, J. Remondo, J. Gómez-Arozamena, M. da Silva, J.L. Cavallotto, M. Dantas Ferreira, O.J. Pejon, L.V. Zuquette, A. Cendrero

<sup>1</sup>*Instituto de Geomorfología y Suelos, Universidad Nacional de La Plata, Argentina.* <sup>2</sup>*Universidad de Cantabria, Santander, Spain.* <sup>3</sup>*Servicio de Hidrografía Naval, Argentina.* <sup>4</sup>*Universidade Federal de São Carlos, Brazil.* <sup>5</sup>*Depto Geotecnia, USP\_ São Carlos, Brazil*

Data on landslide frequency at different spatial scales (Guzzetti & Tonelli, 2004, Remondo *et al.*, 2005) show an increase of about one order of magnitude in the last half century. Frequency of natural disasters related to hydrogeomorphic processes at world level shows a similar increase (EM-DAT). Also, sedimentation rates have increased in river basins of quite different size and geomorphic and climate settings (Bonachea *et al.*, 2010; Bruschi *et al.*, 2012, 2013a, b). Sediment generation and sedimentation rates have also increased in many other regions of the world (Syvitski *et al.*, 2005; Restrepo & Syvitski, 2006; Syvitski & Kettner, 2011; Milliman & Farnsworth, 2011). Rainfall (total precipitation and frequency of intense rainfall episodes) and landslide occurrence or sedimentation rates in the Rio de la Plata basin and several small basins in northern Spain showed quite different trends (Bonachea *et al.*, 2010; Bruschi *et al.*, 2012, 2013a, b). However, the latter showed a great similitude with indicators of the intensity of human activity related to land surface modification (cement or energy consumption, gross domestic product, GDP). A hypothesis was formulated: “there is a *global geomorphic change*, not related to climate but to land modification caused by human activities, which implies an acceleration of geomorphic processes and an increase in related hazards”. Land use/cover changes are increasing throughout the world, due to growing human population, technological and economic capability. They affect the resilience of the surface layer and the interaction between rainfall and land surface. These, in turn, affect floods or landslides, but not other natural hazards. Therefore, if the hypothesis were correct, hydrogeomorphic disasters’ frequency increase with time should be greater than for other disasters. Also, there should be a correlation between GDP or indicators of the degree of land surface modification and frequency of floods and landslides. Fig. 1 (left) shows the frequency trends of the three types of natural disasters: geologic (volcanoes, earthquakes), climatic and hydrogeomorphic. In the four continents the latter increase the most. Fig 1 (right) compares GDP and frequency of hydrogeomorphic disasters. The relationship is quite close. Correlation coefficients between GDP (driving force of the cause?) and disasters (effect?), considering a time lag of 5 years, were 0.74 to 0.97. Correlation coefficients between LDI (land degradation index, Nachtergaele *et al.*, 2011) and the growth factor of hydrogeomorphic disasters during the last decade were 0.76 – 0.83. Number of hydrogeomorphic disasters grew by a factor 3 - 40 (depending on the regions) during 1950-2000. In the same period, rainfall increased in certain regions and decreased or remained roughly stable in others, with changes <8% (IPCC, 2007). These results support the idea that there is a global geomorphic change, more significant for the growing number of floods and landslides than climate change. This geomorphic change and its effects on natural disasters are particularly intense after the end of World War II, coinciding with the “Great Acceleration (Steffen *et al.*, 2015) and seem to be one of the characteristics of the Anthropocene. Crutzen (2002) proposed that the beginning of the Anthropocene should be established at the end of the 18<sup>th</sup> century, at the start of the industrial revolution. We think that such date marks the moment when humans acquire the potential to modify the planet intensely. However, the actual, profound and generalised change took place after mid-twentieth century, as shown by the many indicators of the Great Acceleration, including the “great geomorphic acceleration”. If what is presented here were confirmed by further analyses, it would mean that the end of World War II would represent not only an important date for human history, but also for Earth history, the beginning of a new geological epoch.

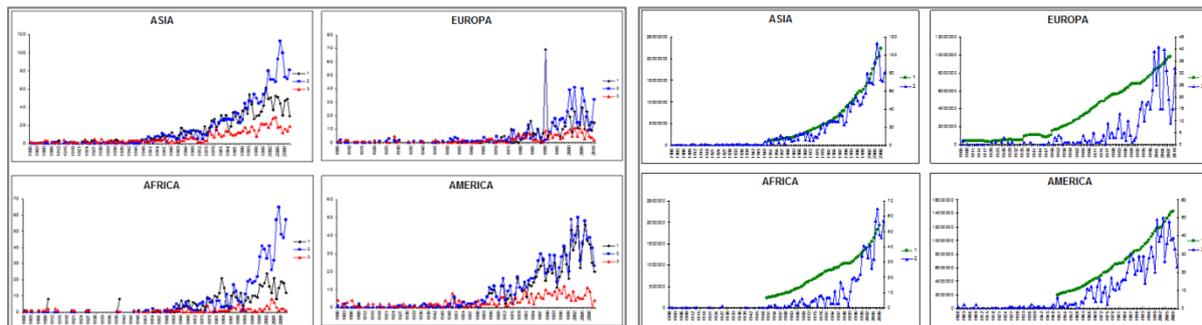


Figure 1. Left, natural disasters' frequency. 1: climatic (black). 2: geologic (blue). 3: hydrogeomorphic (red). Right, comparison between hydrogeomorphic disasters frequency (blue) and GDP (green).

## References

- Bonachea, J.; Bruschi, V.M.; Hurtado, M.; Forte, L.M.; da Silva, M.; Etcheverry, R.; Cavallotto, J.L.; Dantas, M., Pejon, O., Zuquette, L.; Bezerra, M.A.; Remondo, J.; Rivas, V.; Gómez-Arozamena, J.; Fernández, G. & Cendrero, A. 2010. Natural and human forcing in recent geomorphic change; case studies in the Rio de la Plata basin. *Science of the Total Environment*, 408, 2674–2695.
- Bruschi, V.; Bonachea, J.; Remondo, J.; Forte, L.M.; Hurtado, M.A. & Cendrero, A. 2012. ¿Hemos entrado ya en una nueva época de la historia de la Tierra? *Rev. R. Acad. Cienc. Exact. Fís. Nat.*, Madrid. Vol 105 (1): 1-12.
- Bruschi, V.M.; Bonachea, J.; Remondo, J.; Gómez-Arozamena, J.; Rivas, V.; Méndez, G.; Naredo, J.M. & Cendrero, A. 2013a. Analysis of geomorphic systems' response to natural and human drivers in northern Spain: Implications for global geomorphic change. *Geomorphology*, 196: 67–279.
- Bruschi, V.M.; Bonachea, J.; Remondo, J.; Gómez-Arozamena, J.; Rivas, V.; Barbieri, M.; Capochi, S.; Soldati, M., & Cendrero, A. 2013b. Human versus natural factors in land instability; case studies in N Spain. *Environmental Management*, 52: 398-416
- Crutzen, P.J. 2002. Geology of mankind. *Nature* 415: 23-23.
- EM-DAT. The OFDA/CRED International Disaster Database [www.em-dat.net](http://www.em-dat.net).
- Nachtergaele, F.; Biancalini, R. & Petri, M. 2011. Land degradation. SOLAW Background thematic report 3. FAO. Rome.
- Guzzetti, F. & Tonelli, G., 2004. Information system on hydrological and geomorphological catastrophes in Italy: a tool for managing landslide and flood hazards. *Nat. Haz. & Earth System Sci.*, 4, 213–232.
- IPCC. 2007. Fourth Assessment Report. Climate change 2007. Synthesis report. Cambridge University Press
- Milliman, J.D. & Farnsworth, K.L. 2011. River discharge to the coastal ocean. A global synthesis. Cambridge Univ. Press.
- Remondo, J.; González-Díez, A.; Soto, J.; Díaz de Terán, J.R. & Cendrero, A. 2005. Human impact on geomorphic processes and hazards in mountain areas. *Geomorphology*, 66: 69-84.
- Restrepo, J.D. & Syvitski, J.P.M. 2006. Assessing the Effect of Natural Controls and Land Use Change on Sediment Yield in a Major Andean River: The Magdalena Drainage Basin, Colombia. *Ambio*, 35 (2): 65-74.
- Rivas, V.; Cendrero, A.; Hurtado, M.; Cabral, M.; Giménez, J.; Forte, L.; del Río, L.; Cantú, M. & Becker, A. 2006. Geomorphic consequences of urban development and mining activities; an analysis of study areas in Spain and Argentina. *Geomorphology* 73(3-4), 185-206.
- Steffen, W.; Broadgate, W.; Deutsch, L.; Gaffney, O. & Ludwig, C. 2015. The trajectory of the Anthropocene: The Great Acceleration. *The Anthropocene Review*, 2(1), 81–98.
- Syvitski, J.P.M. & Kettner, A. 2011. Sediment flux and the Anthropocene. *Philosophical Transactions of the Royal Society A* 369: 957-975.



## PALEOAMBIENTES, GEOMORFOLOGIA E ARQUEOLOGIA DA REGIÃO SUL DE SANTA CATARINA

Rodrigo R. Cancelli<sup>1,2,3</sup>, Eduardo G. Barboza<sup>1</sup>, Juliano B. Campos<sup>4</sup>, Marcos C. P. Santos<sup>4,6</sup>, Cristina Val Peon<sup>7</sup>, Rafael C. Da Rosa<sup>4</sup>, Jairo J. Zocche<sup>5,6</sup>

<sup>1</sup>Pós-Doutorado, Instituto Nacional de Ciências e Tecnologia – Oceanografia Integrada e Usos Múltiplos da Plataforma Continental e Oceano Adjacente – Centro de Oceanografia Integrada INCT-Mar COI; <sup>2</sup>Laboratório de Sismoestratigrafia - Instituto de Geociências – Universidade Federal do Rio Grande do Sul; <sup>3</sup>Laboratório de Marleni Marques Toigo - Instituto de Geociências – Universidade Federal do Rio Grande do Sul; <sup>4</sup>Laboratório de Arqueologia Pedro Ignácio Schmitz-LAPIS/UNESC - Grupo de Pesquisa Arqueologia e Gestão Integrada do Território – Universidade do Extremo Sul Catarinense, UNESC, Criciúma, SC; <sup>5</sup>Laboratório de Ecologia de Paisagem e de Vertebrados, Curso de Ciências Biológicas, Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais, Universidade do Extremo Sul Catarinense, UNESC, Criciúma, SC; <sup>6</sup>Università degli Studi di Ferrara - International Doctorate in Quaternary and Prehistory (IDQP); <sup>7</sup>Mestrado Erasmus Mundus in Quaternary and Prehistory

Mudanças climáticas e variações no nível do mar durante o Quaternário imprimiram feições geomorfológicas na Planície Costeira Sul brasileira, que resultaram na formação de barreiras arenosas, realocação de grandes lagoas, lagoas, canais fluviais e conseqüentemente mudanças na paisagem e na vegetação (Barboza *et al.*, 2009). A área de estudo abrange uma poligonal de 286 km<sup>2</sup> (26 x 11 km) e localiza-se no setor XIII e VII da Planície Costeira do extremo sul do estado de Santa Catarina (Horn, *et al.*, 2003). O objetivo do trabalho foi correlacionar dados paleoambientais e processos geoevolutivos com 54 sítios arqueológicos registrados durante o Holoceno na região. O setor norte na área de estudo é apresentado como modelo de integração (Fig.1). Como métodos foram adquiridos dados de altimetria dos sítios (RTK), construção de ortofotocarta com sobreposição de *layers* de modelo digital (MDT) e interpretação dos paleoambientes lagunares, com base em critérios sedimentológicos e paleontológicos (palinologia e fósseis calcáreos). Para área de estudo, os dados palinológicos de testemunhos evidenciam três grandes fases paleoambientais durante o Holoceno, denominadas de fase I: lagunar/estuário, fase II: pântano costeiro e fase III: desenvolvimento da floresta. Os resultados admitem processos de comaltação dos ambientes paleolagunares holocênicos com significativa influência marinha entre 7.900 – 4.200 anos AP. A maior influência marinha sobre os corpos lagunares é detectada em 4.668, 5.373, 5.920 anos AP. Com o posterior rebaixamento dos níveis oceânicos, pós-transgressão, formaram-se pântanos costeiros em áreas deprimidas, entre 4.200-3800 anos AP e posterior a estas datas a consolidação das formações florestais por volta de 2.500 anos AP até o presente (Cancelli, 2012). No decorrer destes eventos, são reconhecidas três levas de povoamento por grupos humanos culturalmente diferenciados a partir de 3.697-3.377 anos AP a 480-301 anos AP (Campos, 2015). As mudanças na dinâmica costeira durante o Holoceno, principalmente relacionada à evolução de ambientes lagunares e fluviais juntamente com o desenvolvimento de florestas, influenciaram no modo de dispersão no tempo e no espaço destes grupos, assim como seus hábitos culturais e alimentares: Caçador - Coletor Umbu (sem cronologia absoluta na área), Sambaquis (Plenos e Tardios ou Sítios relacionados a Grupos Macro-Je) e Horticultores Guarani. Este trabalho trata da primeira contribuição da relação, ocupação humana, dados geomorfológicos, paleontológicos e arqueológicos da região Sul do Estado. Estudo financiado pelo CNPq (Processo: 454804/2014-8 e 455865/2014-0).

### Referências

- Barboza, E.G., Dillenburg, S.R. Rosa, M.L.C.C. Tomazelli, L.J. & Hesp, P.A. 2009. Ground-penetrating radar profile of two Holocene regressive barriers in Southern Brazil. *Journal Coastal research*, 56: 570-583.
- Campos, J. B. 2015. Arqueologia Entre Rios e a Gestão Integrada do Território no Extremo Sul Catarinense–Brasil. 261p. Tese de Doutorado, Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, Portugal.
- Cancelli, R.R. 2012. Evolução paleoambiental da Planície Costeira Sul-catarinense durante o Holoceno, com base em dados palinológicos. 186p. Tese de Doutorado, Universidade Federal do Rio Grande do Sul/UFRGS.
- Horn Filho, N.O., 2003. Setorização da província costeira de Santa Catarina em base aos aspectos geológicos, geomorfológicos e geográficos. *Geosul*, 18(35): 284-288.

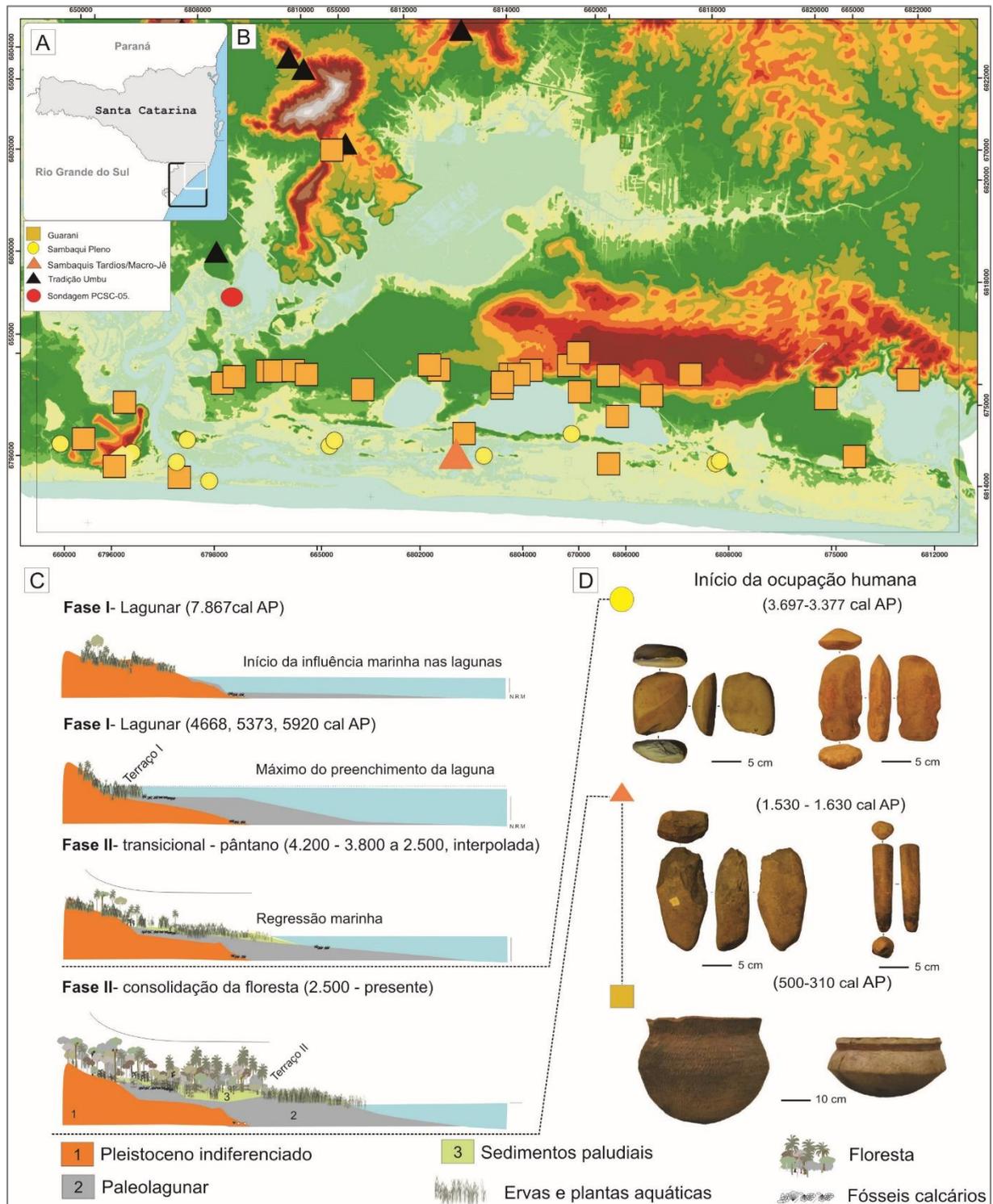


Figura 1: A. Mapa de Santa Catarina evidenciando a parte norte da área de estudo; B. layers de Modelo Digital de Terreno (MDT) do setor norte, com indicação dos principais sítios arqueológicos; C. Interpretação geral do preenchimento dos depósitos paleolagunares da região sul de Santa Catarina, através de dados sedimentológicos e palinológicos; D. Vestígios da ocupação humana com suas diferentes culturas e artefatos.



## REGISTROS PALEONTOLÓGICOS (ICNOFÓSSEIS, INVERTEBRADOS, PALINOLOGIA) E ARQUEOLOGIA PARA O QUATERNÁRIO DA PRAIA DA PINHEIRA, SANTA CATARINA

Rodrigo R. Cancelli<sup>1,2,3</sup>, Eduardo G. Barboza<sup>1</sup>, Ericks H. Testa<sup>4</sup>, Danyelly C. Martins<sup>4</sup>, Patrícia Hadler<sup>4</sup>, Sérgio R. Dillenburg<sup>1</sup>, Jean L. P. de Farias<sup>5</sup>, Juliano Bitencout<sup>6</sup>, Wagner G. Silva<sup>3</sup>, Paulo A. Souza<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Pós-Doutorado, Instituto Nacional de Ciências e Tecnologia – Oceanografia Integrada e Usos Múltiplos da Plataforma continental e Oceano Adjacente - Centro de Oceanografia Integrada INCT-Mar COI; <sup>2</sup>Laboratório de Sismoestratigrafia - Instituto de Geociências – Universidade Federal do Rio Grande do Sul; <sup>3</sup>Laboratório de Marleni Marques Toigo - Instituto de Geociências – Universidade Federal do Rio Grande do Sul; <sup>4</sup>Departamento de Geociências-Centro de Filosofia e Ciências Humanas – Universidade Federal de Santa Catarina; <sup>5</sup>Acadêmico do Curso de Engenharia de Agrimensura - Grupo de Pesquisa Arqueologia e Gestão Integrado do Território Universidade do Extremo Sul Catarinense; <sup>6</sup>Laboratório de Arqueologia - Grupo de Pesquisa Arqueologia e Gestão Integrado do Território – Universidade do Extremo Sul Catarinense

Dados estratigráficos que incluem biofácies caracterizadas pela presença de fósseis *in situ*, como por exemplo, conchas de bivalves articuladas e em posição de vida, icnofósseis e depósitos de sambaquis constituem indicadores de paleoníveis marinhos para o Quaternário (Angulo & Souza, 2014). O conhecimento sobre as condições da espessura da lâmina d'água, temperatura e salinidade favoráveis à vida destes organismos, assim como, costumes dos povos sambaquis, quando bem estabelecidos, permite inferir informações sobre o traçado da linha de costa e da ocupação humana nestes locais. Neste trabalho são apresentados dados acerca de indicadores paleontológicos de paleoníveis marinhos para o Pleistoceno e Holoceno da região da Praia da Pinheira, Estado de Santa Catarina, região costeira denominada também como Planície do Campo de Araçatuba, no Município de Palhoça (Fig.1 A-C). Em uma das extrações de areia próxima ao Rio Maciambu, cerca de 4,5 km ao oeste da atual linha de costa oceânica, afloram icnofósseis do gênero *Ophiomorpha*, no plano vertical e horizontal (Fig. 1 D-E). Os fósseis estão associados a uma camada de areia fina a média, com estratificação plano paralela de baixo ângulo, sucedida de estratificação cruzada e planar correlacionada com a Barreira III (Pleistoceno), segundo Horn *et al.* (2012). Os organismos produtores desses icnofósseis ocorrem no infralitoral, justificando uma linha de costa nesta área durante o Pleistoceno. O plano altimétrico destes registros paleontológicos acusou 3 m acima do nível médio do mar. Cerca de 8,5 km ao sul desse afloramento, em uma trincheira com 2 m de profundidade, foram verificados dois níveis com bioclastos calcários com matriz areno-siltosos (Fig. 1 F), onde foram coletados e identificados 14 táxons de moluscos, sendo nove de bivalves e cinco de gastrópodes. *Anomalocardia brasiliiana*, *Lucina pectinata*, *Tagelus plebeius* e *Ostrea equestris* foram coletados, *in situ*, representados por espécimes articulados e em posição de vida. Uma datação radiocarbônica foi realizada em um exemplar de *Ostrea* articulado, através do método de AMS (<sup>14</sup>C) no Laboratório Beta Analytic, que apontou idade holocênica de  $5.410 \pm 30$  anos AP, idade convencional e 5.805 – 5.580 anos AP, idade calibrada. As cotas altimétricas indicam que o topo do nível de conchas ocorre a 1,3 m acima do nível médio atual do mar. Os resultados sugerem que a base da trincheira pertence a um depósito paleolagunar com significativa influência marinha, depositado durante o Holoceno no máximo da inundação (Angulo *et al.*, 2006). Dados estratigráficos, sedimentológicos e palinológicos confirmam esta interpretação. Além disso, um depósito de sambaqui foi identificado às margens do depósito paleolagunar e está em fase inicial de análise. Neste estudo os dados altimétricos foram adquiridos pelo sistema GNSS, com equipamento Trimble R6 (Receptor multi-frequências, RTK, GPS, GLONASS e WAAS/EGNOS), ondulação Geoidal de referência: MAPGEO 2010 e corrigidos pelo software TBC (Trimble Business Center). Projeto com financiamento do CNPq (Processo: 454804/2014-8).

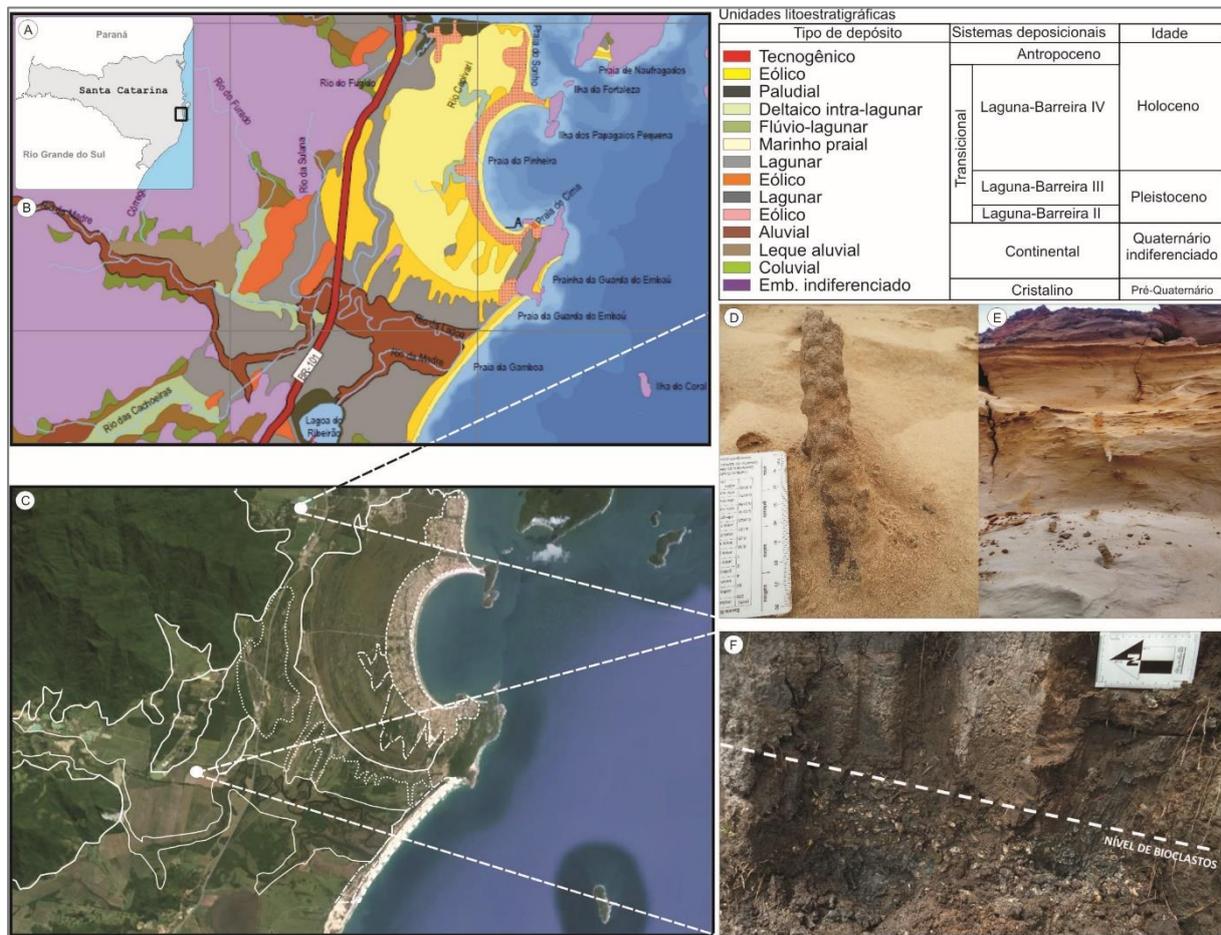


Figura 1. A. Localização geral da área de estudo, B. Mapa geológico da área (modificado de Horn *et al.*, 2012), C. delimitação das principais unidades geomorfológicas, D. Detalhe do Icnofósseis *Ophiomorpha*, E. Imagem do afloramento onde ocorrem os Icnofósseis, F. Nível de conchas holocênico.

### Referências

- Angulo, R. J.; SOUZA, M.C. 2014. Revisão conceitual de indicadores costeiros de paleoníveis marinhos quaternários no Brasil. *Quaternary and Environmental Geosciences*, n. 5, p. 1-32.
- Angulo R.J., Lessa G.C., Souza M.C. 2006. A critical review of mid to late-Holocene sea-level fluctuations on the eastern Brazilian coastline. *Quaternary Science Review*, n. 25, p. 486-506.
- Horn Filho, N.O.; Leal, P.C.; Damasio, M.; Leal, R.A.; Machado, V.C.; Silva, A.F. da; Covello, C; Puhl, P.R.; Oliveira, J.S. de; Olinger, J.O.; Oliveira, M.S.C. de; Nunes, M.G.; Nóbrega, M.R.; Pereira, M.A. & Bexiga, G. M.S. 2012. Mapa geológico da planície costeira das folhas Paulo Lopes (SG-22-Z-D-V-4) e Imbituba (SH-22-X-B-II-1), Santa Catarina, Brasil. In: HORN FILHO, N.O. (Org.). Atlas geológico da planície costeira do estado de Santa Catarina em base ao estudo dos depósitos quaternários. Série mapas IBGE – Mapa n°7. Escala 1:100.000.



## HISTÓRIA DA VEGETAÇÃO DA ILHA DA TRINDADE: DADOS PALINOLÓGICOS SOBRE A EVOLUÇÃO DA FLORESTA DE *CYATHEA DELGADII* STERNB

Rodrigo R. Cancelli<sup>1,2,3</sup>, Renato B. Macedo<sup>3</sup>, Lidia A. Kuhn<sup>3</sup>, Wagner G. da Silva<sup>3</sup>, Paulo A. Souza<sup>3</sup>,  
Eduardo G. Barboza<sup>2</sup>, Rodolfo J. Ângulo<sup>4</sup>, Maria C. de Souza<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Pós-Doutorado, Instituto Nacional de Ciências e Tecnologia – Oceanografia Integrada e Usos Múltiplos da Plataforma Continental e Oceano Adjacente - Centro de Oceanografia Integrada - INCT-Mar COI; <sup>2</sup>Laboratório de Sismoestratigrafia - Instituto de Geociências – Universidade Federal do Rio Grande do Sul; <sup>3</sup>Laboratório de palinologia Marleni Marques Toigo - Instituto de Geociências – Universidade Federal do Rio Grande do Sul; <sup>4</sup>Departamento de Geologia - Universidade Federal do Paraná

A Ilha da Trindade situa-se no Oceano Atlântico Sul, tem origem vulcânica e integra parte da “Cadeia Vitória-Trindade”, a cerca de 1.200 km da costa leste do Brasil, compondo parte de sua área territorial marinha (Fig. 1a - b). Na face Sul-Sudoeste, mais úmida, entre os vales íngremes e estreitos, atualmente ocorre uma vegetação exuberante composta essencialmente por *Cyathea delgadii*, que fisionomicamente denota uma floresta de samambaias gigantes. Recentemente, Clemente *et al.* (2009), propuseram uma relação da composição dos solos com as distintas comunidades vegetacionais da ilha, definindo topossequências características. No entanto, do ponto de vista botânico, há um questionamento histórico interessante relacionado à existência de uma antiga floresta que cobria em torno de 85% da ilha anterior a ocupação humana (Alves, 1998). Conforme o autor, estes fatos são atribuídos aos restos de troncos preservados à *Colubrina glandulosa* Perkins, bem como pela presença de outras espécies arbóreas, as quais hoje são restritas a altitudes superiores a 400 m, destacando-se: *Sideroxylon obtusifolium* (Roem. & Schult.) T.D.Penn., *Guapira obtusata* (Jacq.) Little, *Myrsine floribunda* Griseb., *Myrrhimum atropurpureum* Schott e *Dodonaea viscosa* Jacq. Com objetivo de contribuir com a história evolutiva da vegetação e paleoclimas da Ilha da Trindade, estão sendo realizadas análises palinológicas em três perfis sedimentares (T.1, T.2 e T.3) coletados na área de maior ocorrência da floresta de *C. delgadii* (Fig. 1c), cujas profundidades atingiram 60 cm em T.1, T.2 e T.3. Adicionalmente, para reduzir a subjetividade nas interpretações paleovegetacionais, estão sendo analisadas 35 amostras de chuva polínica para investigar a carga polínica regional e/ou extra-regional na ilha, além de 18 amostras de sedimentos superficiais que servirão para calibrar a relação entre a vegetação atual e a deposição palinológica moderna nas distintas topossequências. Nesta contribuição, para comparação com material fóssil, foram descritas palinologicamente 14 espécies atuais ocorrentes nas principais formações vegetacionais (e.g., *Cyathea delgadii*, Fig. 1d). Do perfil T.1, foram retiradas 16 subamostras, em intervalos regulares de 4 cm, com volume de 01 cm<sup>3</sup> e submetidas ao processamento físico-químico usual em palinologia do Quaternário, com adaptações. Todas as subamostras de T.1 mostraram-se férteis, com predomínio de cinco esporos de fungos, oito morfotipos de esporos triletes, dois monoletes, e raras presenças de grãos de pólen de angiospermas. Na base deste perfil sedimentar (amostra 16 e 14) observou-se a predominância de esporos de *Pityrogramma* spp., além de *Cyathea* spp. *Doryopteris* spp., e duas formas de polypodiaceae respectivamente. A partir da amostra 14, os relacionados à *Cyathea* spp. intensificaram-se, com abundância até o topo da seção sedimentar. Os raros grãos de pólen de angiosperma foram identificados em nível de família Cyperaceae e Poaceae e, subfamília, Asteraceae subfamília Asteroideae. Não foram identificados até o momento grãos de pólen relacionados ao gênero *Colubrina*, indicando que possivelmente a deposição de parte desta floresta é posterior à eliminação dessa espécie na ilha ou trata-se de um processo tafonômico de preservação. Uma amostra da base do perfil sedimentar está sendo preparada para datação por C<sup>14</sup> (AMS) o que elucidará a idade do depósito. O estudo faz parte de um projeto maior relacionado á paleoníveis marinhos, paleoclima, paleogeografia e riscos geoambientais nas ilhas oceânicas brasileiras, CNPq (Processo: 457714/2013-1).

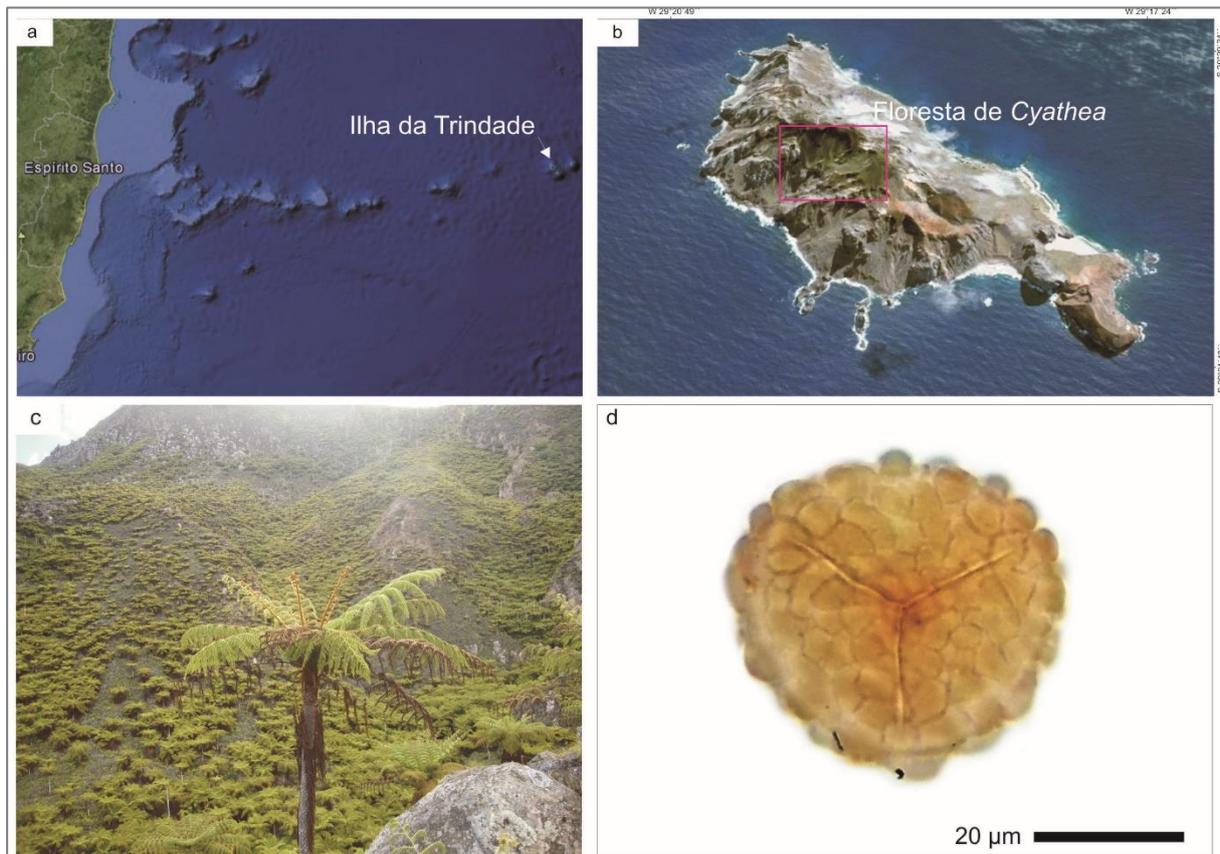


Figura 1. A-B: A. Localização geral da área de estudo e B. Visualização da face Sul-Sudoeste da Ilha da Trindade, com destaque para a área mais abrangente da floresta de samambaias gigantes (imagem google), C. Exemplar de *C. delgadii* e, em segundo plano, aspecto da fitofisionomia, D. Grão de pólen de *C. delgadii* em microscopia óptica sob aumento de 1000 x.

#### Referências

- Alves, R.J.V. 1998. Ilha da Trindade e Arquipélago Martin Vaz - Um Ensaio Geobotânico.- Serviço de Documentação, Marinha do Brasil; 144 p., Diretoria de Hidrografia e Navegação, Niterói, RJ, ISBN 85-7047-064-9.
- Clemente, E.P.; Shaefer, C.E.G.R.; Oliveira, F.S.; Albuquerque-Filho, M.R.; Alves, R.V.; Sá, M.M.F.; Melo, V.F. & Correa, G.R. 2009. Topossequência de solos na ilha da Trindade, Atlântico Sul. Revista Brasileira de Ciência do Solo (ISSN: 0100-0683), n. 33(5):1357-1371.



## CARACTERIZAÇÃO DO SISTEMA DEPOSICIONAL DA PRAIA DA PRINCESA, ILHA DE MAIANDEUA/PA – BRASIL

Andrey F. Batista<sup>1</sup>, Nils E. Asp<sup>1</sup>, Eduardo Guimarães Barboza<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Laboratório de Geologia Costeira - Instituto de Estudos Costeiros – Universidade Federal do Pará. <sup>2</sup>Laboratório de Sismoestratigrafia - Instituto de Geociências – Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

A intensa dinâmica a qual está submetida a linha de costa ocasiona mudanças constantes e em períodos de tempo curtos do ponto de vista geológico. O conhecimento sobre essas transformações auxilia no entendimento da evolução de determinado ambiente e das condições a que esteve sujeito. Nos últimos 5 mil anos o nível do mar esteve relativamente estável o que facilitou a progradação da linha de costa e formação das planícies costeiras na costa norte do Brasil. Entretanto, antes desse período ocorreu a última Transgressão Marinha Pós-Glacial que caracterizou um aumento bastante significativo no nível do mar e como consequência o sedimento arenoso depositado na plataforma continental atual foi retrabalhado e carregado para a nova linha de costa formando barreiras arenosas que acompanham a elevação do nível do mar (Dillengurg *et al.*, 2000; Souza-Filho *et al.*, 2009). Ambientes costeiros dominados por ondas são sujeitos ao acúmulo de sedimento arenoso que está constantemente submetido ao retrabalhamento devido aos altos níveis de energia incidente no local (Roy *et al.*, 1994). Entretanto, as planícies costeiras arenosas da região amazônica também estão sujeitas a forte ação das marés. Recentemente vários trabalhos têm estudado a morfodinâmica atual destes ambientes (e.g. Pereira *et al.*, 2014). Por outro lado, estudos de sua formação e evolução em escala de séculos e milênios são bastante escassos. Acompanhando as variações do nível do mar, a história geológica recente das planícies costeiras amazônicas certamente foi afetada por variações climáticas nas taxas e sazonalidade das chuvas e vazões fluviais, bem como oscilações na altura das ondas e das marés, à medida que a incursão marinha e o preenchimento ocorriam. Estas variações e seus efeitos nas planícies costeiras ainda são pobremente conhecidos, embora com excelentes contribuições pontuais (e.g. Souza-Filho *et al.*, 2009). Neste contexto, o trabalho tem como objetivo parametrizar as relações geométricas dos sistemas deposicionais costeiros da ilha de Maiandeuá (Praia da Princesa) e caracterizar as relações entre litofácies e radarfácies. A área de estudo escolhida para o desenvolvimento deste trabalho é a Praia da Princesa na planície costeira de Algodual, localizada na Ilha de Maiandeuá ao norte do município de Maracanã, que está inserido na região do Salgado Paraense (Figura 1). De acordo com El-Robrini *et al.* (1996) a Costa Atlântica do Salgado Paraense é uma região recortada por várias reentrâncias, que dão forma a baías flúvio-estuarinas, originando um macrossistema de manguezais. A região é dominada por um regime de macromarés que varia de 4 m a 5,8 m alcançando seus maiores valores durante períodos de marés equinociais. O regime de ondas é controlado pela maré, durante a maré baixa as ondas são atenuadas pela presença de bancos e barras arenosas, as alturas de ondas variam de 0,1 m durante a maré baixa a 1,3 m durante a maré alta (Pereira *et al.*, 2014). Quanto à metodologia, o principal procedimento empregado é o método de perfilagem com GPR (*Ground Penetrating Radar*) para obter dados de estratigrafia e de DGPS (*Differential Global Position System*) para obter-se a topografia. As amostras de sedimento subsuperficial foram coletadas utilizando-se o método por percussão com RKS para a extração das características sedimentológicas, tais como: textura, cor e tamanho de grão do sedimento, bem como datação do mesmo, para a qual as amostras que apresentarem quantidade de matéria orgânica considerável serão datadas pelo método do C<sup>14</sup>, enquanto que as amostras nas quais não for observado material orgânico, o sedimento arenoso será eventualmente datado pelo método da luminescência óptica. Em Outubro de 2014 foram aquisitados cerca de 2 km de perfis de GPR na Praia da Princesa, assim como em Agosto de 2015 foram coletados 3 testemunhos RKS na área, totalizando 20 m de registros e cerca de 40 amostras para análise. Atualmente estes dados estão sendo analisados e interpretados. Destaque para os resultados preliminares são o fato da geometria e deslocamento de dunas serem bastante complexos e de um substancial efeito da topografia antecedente (embasamento terciário) nas taxas de migração e altura das dunas costeiras.

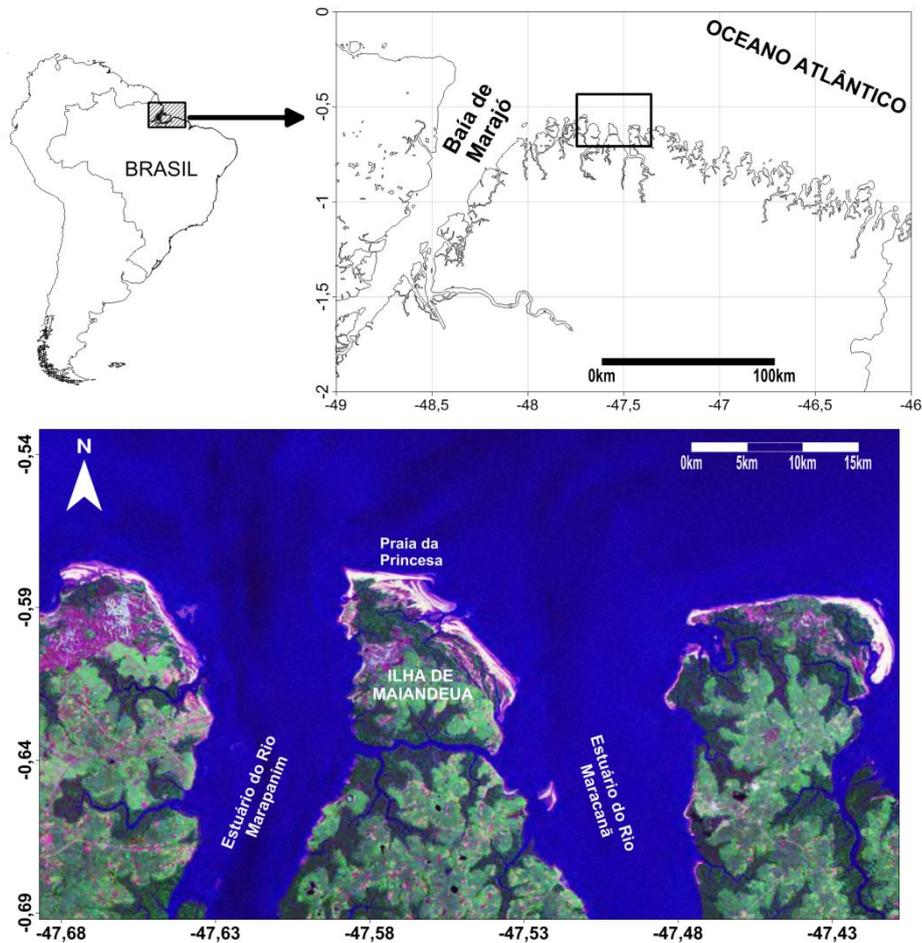


Figura 1. Mapa de Localização da área de estudo (Praia da Princesa, litoral leste amazônico).

#### Referências

- Dillenburg, S.R.; Roy, P.S.; Cowell, P.J.; Tomazelli, L.J. 2000. Influence of antecedent Topography on Coastal Evolution as Tested by the Shoreface Translation-Barrier Model (STM). *Journal of Coastal Research* n.16, p. 71 – 81.
- El-Robrini, M.; Silva, M.M.A.; Souza-Filho, P.W.M.; El-Robrini, M.H.S.; Silva Jr., O.G.S.; França, C.F. 1996. Pará. In: MMA – Ministério do Meio Ambiente (Erosão e progradação do litoral brasileiro).
- Pereira, L.C.C; Vila-Concejo, A.; Costa, R.M.; Short, A.D. 2014. Managing physical and anthropogenic hazards on macrotidal Amazon beaches. *Ocean & Coastal Management* 96: 149 – 162.
- Roy, P. S.; Cowell, P. J.; Ferland, M. A.; Thom, B. G. 1994. Wave-dominated Coasts. In: Carter, R. W. G. & Woodroffe, C. D.: *Coastal Evolution*. Cambridge University Press. 121 – 186.
- Souza Filho, P.W.M., Lessa, G.C., Cohen, M.C.L., Costa, F.R., Lara, R.J. 2009. The subsiding macrotidal barrier estuarine system of the Eastern Amazon Coast, Northern Brazil. In: Dillenburg, S.F., Hesp, P.A. (Eds.), *Geology and Geomorphology of Holocene Coastal Barriers of Brazil*. Springer, New York, p. 347-375.

## THE MULTI-STEP INFILLING OF THE TAPERAÇU ESTUARY (AMAZONIAN COAST– BRAZIL)

Nils E. Asp<sup>1</sup>, Elielton Monteiro da Silva<sup>1</sup>, Eduardo Guimarães Barboza<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Laboratório de Geologia Costeira - Instituto de Estudos Costeiros – Universidade Federal do Pará. <sup>2</sup>Laboratório de Sismoestratigrafia - Instituto de Geociências – Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

The eastern sector of the Amazonian Coastal Zone (ACZ) is mainly characterized by a macrotidal regime, abundant rainfall and a low relief. There, a wide coastal plain, including several estuaries (as the Taperaçu), tidal plains, tidally-influenced beaches and impressive mangrove forests have developed mainly during the last five thousand years, as a result of sea-level stabilization, or a strong reduction in rising velocity during the Holocene (Souza Filho *et al.*, 2009). With the Holocene rise and stabilization of sea level in the ACZ, substantial amount of sediments were pushed towards the coast by waves and tides, gradually infilling the estuaries, especially where the fluvial discharge is particularly low, such as the Taperaçu. In this estuary the, still ongoing, infilling process is remarkable and its uppermost portion is already converted to wetlands and fields. The aim of this study was to investigate this infilling process of the heads of the Taperaçu estuary, based on cores and sub-bottom profiles, using the so-called ‘Rammkernsonde’ (RKS) system and the SIR-3000/GSSI system, respectively, summing up 7 cores and about 40 meters of coring, as well as 3 km of GPR profiling (Figure 1). Nevertheless, salt content in the sediment and interstitial waters hinder optimal results of the radar. The granulometry of the sediment samples (75 samples) and ages (19 <sup>14</sup>C dates) of key-layers were analyzed.

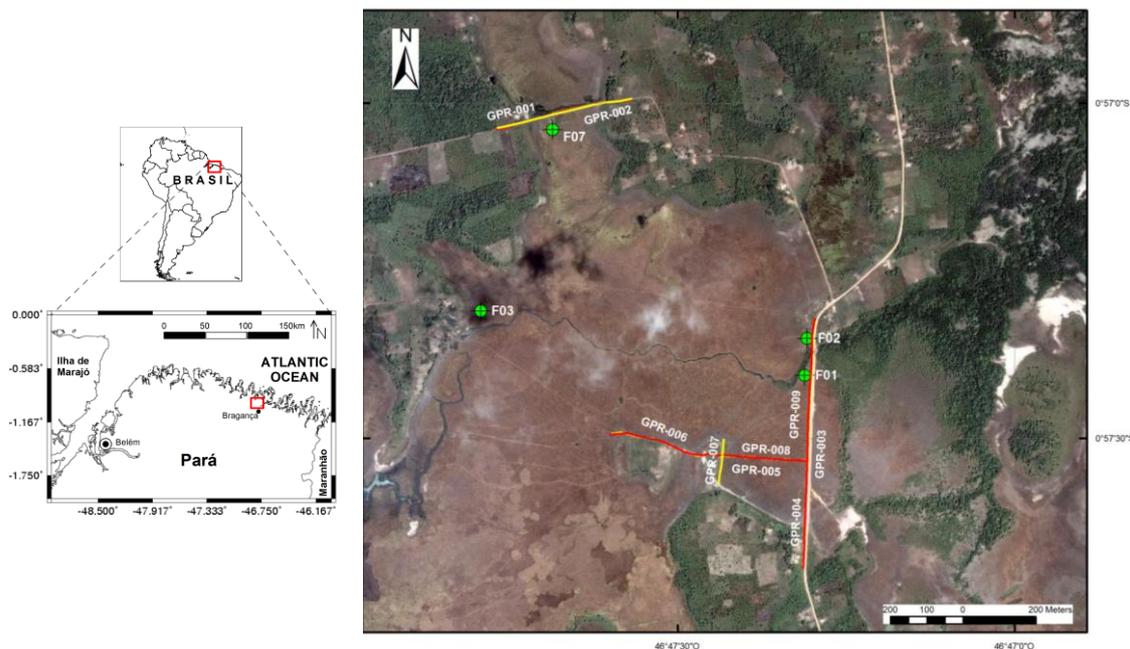


Figure 1. Study site location and main cores and GPR profiles.

As an initial hypothesis it was considered that the heads of the Taperaçu were filled in during the Holocene, and that it could be a former lagoon or estuarine bay during the early stages of the sea-level drowning of the coast. Since the Taperaçu estuary is being filled in mainly by sand at the present (Asp *et al.*, 2012), it was supposed that the infilling of its heads was mainly composed by sands. However, the results reveal a diverse scenario. The cores and GPR profiles indicate mixed, often interlayered, fine sand and mud sedimentation associated with tidal circulation and estuarine/mangrove combination. In

general, the sediments were composed by 65% of sand and 35% of mud. Furthermore, an important age discordance was found within the Quaternary sediment package, revealing that the infilling is composed in fact by, at least two different envelopes of Holocene and Pleistocene estuary-mangrove muds (Figure 2). The Holocene mud includes usually the uppermost 5 meters, and its base was dated in  $7,595 \pm 25$  cal. y. B.P., and its top is assumed to be quite recent (as old as few decades). The Pleistocene muds were assumed to be related to the Sangamonian transgression (i.e. 120,000 y. B.P.) and several dates of these layers overcome the limit of  $^{14}\text{C}$  dating method (i.e. 43,500 y. B.P.). The results as a whole have showed that during Pleistocene sea-level highstands, as well as during the entire Holocene sea-level stabilization the area was similar to the present, with a gradual infilling of the estuary by sands of the inner shelf and muds (of unclear origin), where channels are gradually converted in mangroves and mangroves became brackish swamps and fields. The muds are probably supplied by the Amazon River and the tidal pumping, internal tidal asymmetry at the estuaries, as well as the substantial connectivity of such estuaries (Araújo & Asp, 2013), were responsible for the mud accumulation in these areas. The mud accumulation and the tropical climate promoted massive mangrove development, which also promoted the mud retention in a long-term perspective. Furthermore, the absence of an effective fluvial drainage, and therefore discharge (Asp *et al.*, 2012), result in a small erosion and a high preservation potential for those Pleistocene muds, which were infilling the estuary, showing that the infilling process is much more complex than usually assumed and that estuaries are in some cases not simply ephemeral coastal environments, but episodic and cyclic, formed though mainly due to coastal drowning during sea-level rises, but being reactivated in different, subsequent rises and highstands. Further, the discussion of the origin of the mud for the infilling and mangrove formation despite a fluvial source, reinforce the relevance of the mud retention at estuaries and mangroves at the Amazonian coast for its evolution and progradation.

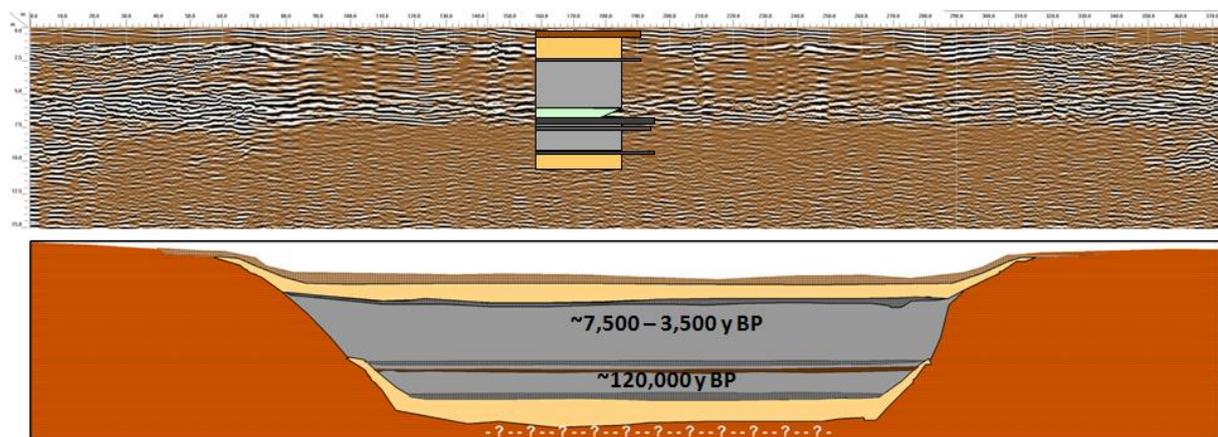


Figure 2. Combined GPR/coring interpretation (GPR 001 and core F07 at figure 1) of a 230 m stretch, showing the distinct envelopes. Note that the cores sketch represents 10 m of vertical register. Grey represents muddy (mangrove/estuarine) sediments and yellow represents tidal channel/estuarine sands and sandy sediments reworked from the channel margins and bedrock.

## References

- Araújo Jr, W.P. & Asp, N.E. 2013. Hydrodynamic connectivity between two macrotidal Amazonian estuaries. *Journal of Coastal Research*, v. SI65, p. 1086-1091.
- Asp, N.E., Schettini, C.A.F., Siegle, E., Silva, M.S. & Brito, R.N.R. 2012. The dynamics of a frictionally-dominated Amazonian estuary. *Brazilian Journal of Oceanography*, v. 60, p. 391-403.
- Souza Filho, P.W.M., Lessa, G.C., Cohen, M.C.L., Costa, F.R. & Lara, R.J. 2009. The subsiding macrotidal barrier estuarine system of the Eastern Amazon Coast, Northern Brazil. *In: Dillenburg, S.R. & Hesp, P.A. (eds.). Geology and Geomorphology of Holocene Coastal Barriers of Brazil. Lecture Notes in Earth Sciences*, p. 347-375.



## SEDIMENTOLOGIA DO BAIXO CURSO DO RIO TAPAJÓS – AMAZÔNIA ORIENTAL / BRASIL

Paulo T. A. de Freitas, Nils E. Asp<sup>1</sup>, Marcio S. da Silva<sup>2</sup>, Pedro Walfir M. e Souza Filho<sup>2,3</sup>, Andrea Ogston<sup>4</sup>, Charles A. Nittrouer<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Laboratório de Geologia Costeira - Instituto de Estudos Costeiros – Universidade Federal do Pará. <sup>2</sup>Instituto Tecnológico Vale Desenvolvimento Sustentável (ITV DS). <sup>3</sup>Laboratório de Análises de Imagens do Trópico Úmido - Instituto de Geociências – Universidade Federal do Pará. <sup>4</sup>School of Oceanography - University of Washington/Seattle (USA).

Os sistemas costeiros amazônicos apresentam características próprias, como a alta descarga fluvial, baixo relevo, extensa área de ação das marés dinâmicas e uma pronunciada sazonalidade da precipitação e vazão fluvial (Kosuth *et al.*, 2009; Freitas *et al.*, 2012). Este trabalho foi desenvolvido neste contexto, especificamente no baixo rio Tapajós, um dos grandes tributários do rio Amazonas, o qual afeta a hidrodinâmica do Tapajós através de suas variações de nível d'água, seja em escala sazonal, por conta das cheias do próprio rio, ou em escala diária, em função da propagação da maré. A configuração do baixo Tapajós favorece ainda a ação de ondas geradas pelo vento local. A figura 1 apresenta a localização da área e a disposição amostral do trabalho. Além das quase 200 amostras de sedimentos de fundo, no escopo deste trabalho são considerados dados de curvas do nível d'água (maré), medições de correntes e fluxo instantâneo, além de breve análise da morfologia da área com base em imagens de satélites, para o melhor entendimento dos processos sedimentares atuantes na área. A morfologia da área (Figura 1C) é marcada por dois sectores distintos: um a montante com características tipicamente fluviais, com largura variando de 2 a 4 km e profundidades de até 20 metros; e um sector a jusante, com larguras de até 16 km e profundidades que podem ultrapassar 40 m. As medições sugerem que a incursão das marés pode chegar a até 320 km da desembocadura do Tapajós durante os períodos de baixa descarga, totalizando aproximadamente 1.100 km de distância do Oceano Atlântico (Foz do Amazonas), podendo representar a maior incursão da maré no mundo. Os resultados indicam que os efeitos de maré não causam reversão do fluxo das correntes, mas sua ação ao longo da área resulta em uma grande redução momentânea (em escala de horas) na vazão e velocidade de correntes, afetando substancialmente o transporte de sedimentos, principalmente em suspensão, favorecendo processos de trapeamento dos sedimentos finos, como sugere a distribuição dos sedimentos de fundo (Figura 1D). De modo geral, a dinâmica atual de sedimentos parece ser altamente influenciada pela maré, especialmente nos primeiros 150 quilômetros de área, em que a sedimentação é predominante lamosa (Figura 1D). A amostragem de sedimentos de fundo realizada no canal, onde normalmente os sedimentos são grossos (areia), destaca ainda mais a ação da maré e caracteriza este sector como de baixa energia hidrodinâmica, assim como as medições de correntes revelaram. Os processos sedimentares que atuam no baixo curso do Tapajós aparentam ser significativamente diferentes se considerarmos a distinta morfologia entre os três setores principais da área. O primeiro setor estende-se desde a confluência do rio Amazonas por cerca de 140-150 km, sendo marcado por sedimentação lamosa na porção central da seção e arenosa em áreas marginais. O segundo sector marca a transição entre o primeiro e o setor "puramente fluvial", onde registra-se um grande corpo sedimentar com características similares a um "delta de cabeceira de baía", onde há uma mistura aparente de sedimentos arenosos e lamosos. O terceiro setor a montante apresenta características tipicamente fluviais, como sedimentação predominantemente arenosa, meandramento de canais e assembleia de barras/ilhas ao longo do canal. A distribuição de sedimentos de fundo o baixo rio Tapajós (Figura 2) assemelha-se a baías estuarinas típicas, especialmente as localizadas em sistemas dominados por ondas. A ria do Tapajós é parte de um grande ambiente fluvial (*Tidal River*) sob impacto de vários processos físicos, com peculiares características morfológicas, sedimentológicas e hidrodinâmicas, mesmo para os padrões amazônicos. A presença de canais profundos marca a morfologia submersa, e possivelmente revela herança do nível do mar abaixo do atual, uma vez que a hidrodinâmica atual é caracterizada por correntes de baixa velocidade, com energia insuficiente para escavar profundidades de até 45 m. Os resultados preliminares apresentados neste trabalho revelam a grande importância dos efeitos de maré inclusive nos tributários do baixo Amazonas, afetando

grandemente o transporte (e principalmente retenção) de sedimentos na área. Estes processos certamente serão afetados substancialmente não só por uma elevação no nível do mar, preconizada para escala das próximas décadas e séculos, mas também pela série de barragens previstas ou em construção na região, gerando distúrbios no delicado balanço hidrodinâmico e de transporte de sedimentos entre o rio Amazonas e seus tributários e as marés.

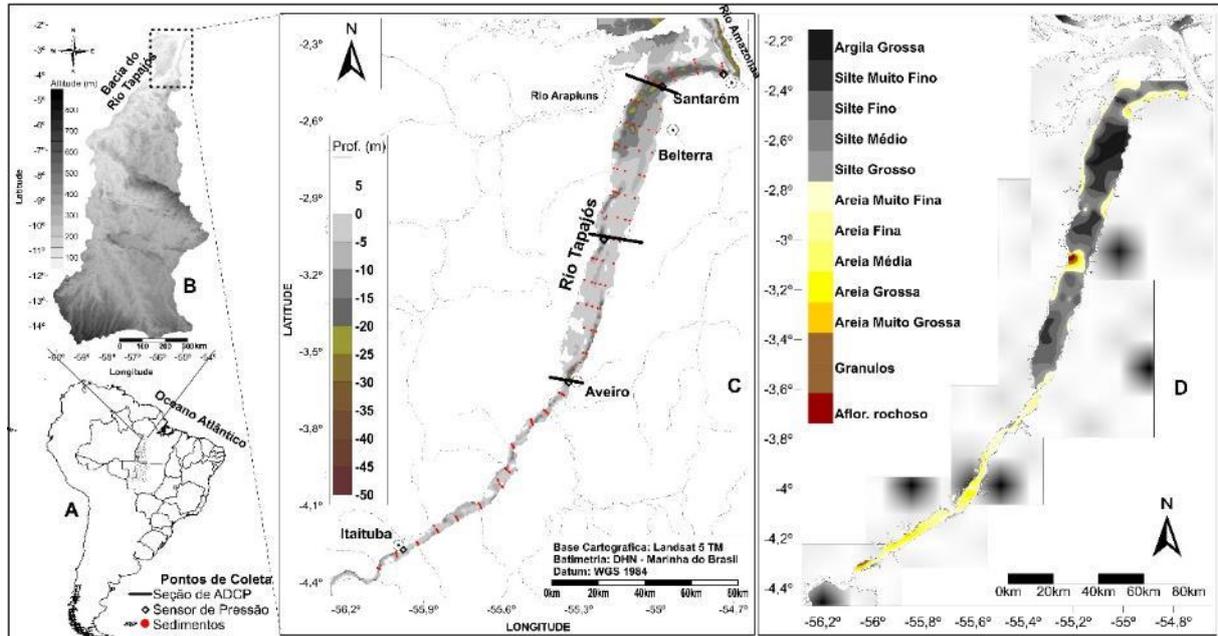


Figura 01: Área de estudo, localização amostral e distribuição dos sedimentos de fundo.

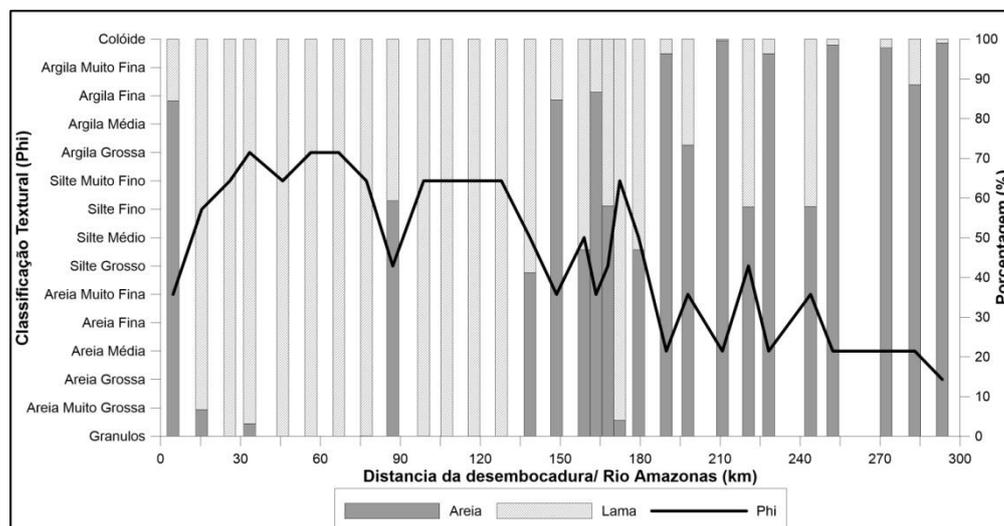


Figura 2: Distribuição longitudinal da textura dos sedimentos, porcentagem de areia, lama e grânulos ao longo do talvegue.

## Referências

- Kosuth, P.; Calléde, J.; Laraque, A.; Filizola, N.; Guyot, J. L.; Seyler, P.; Fritsch, J. M.; Guimarães, V. 2009. Sea-tide effects on flows in the lower reaches of the Amazon River. *Hydrological Processes*. v.23, p. 3141–3150.
- Freitas, P.T.A.; Silveira, O.F.M. And Asp, N.E. 2012. Tide distortion and attenuation in an Amazonian tidal river. *Brazilian Journal of Oceanography*. vol.60, n.4, p. 429-446.

## DIVERSIDADE MORFOLÓGICA E HIDROLÓGICA DE ESTUÁRIOS AMAZÔNICOS E A FORMAÇÃO DE ZONAS DE TURBIDEZ MÁXIMA

Vando José Costa Gomes<sup>1</sup>, Nils Edvin Asp<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Laboratório de Geologia Costeira - Instituto de Estudos Costeiros – Universidade Federal do Pará.

O presente estudo investigou cinco sistemas estuarinos (Caeté, Urumajó, Taperaçu, Mocajuba e Gurupi; Figura 1) do setor leste da costa amazônica (Norte do Brasil), os quais apresentam características distintas entre eles (geologia, tamanho da bacia de drenagem e descarga fluvial), fazendo com que estes apresentem comportamentos hidrodinâmicos distintos, mesmo possuindo algumas similaridades com certa regularidade ao longo da costa (e.g., clima e regime de marés).

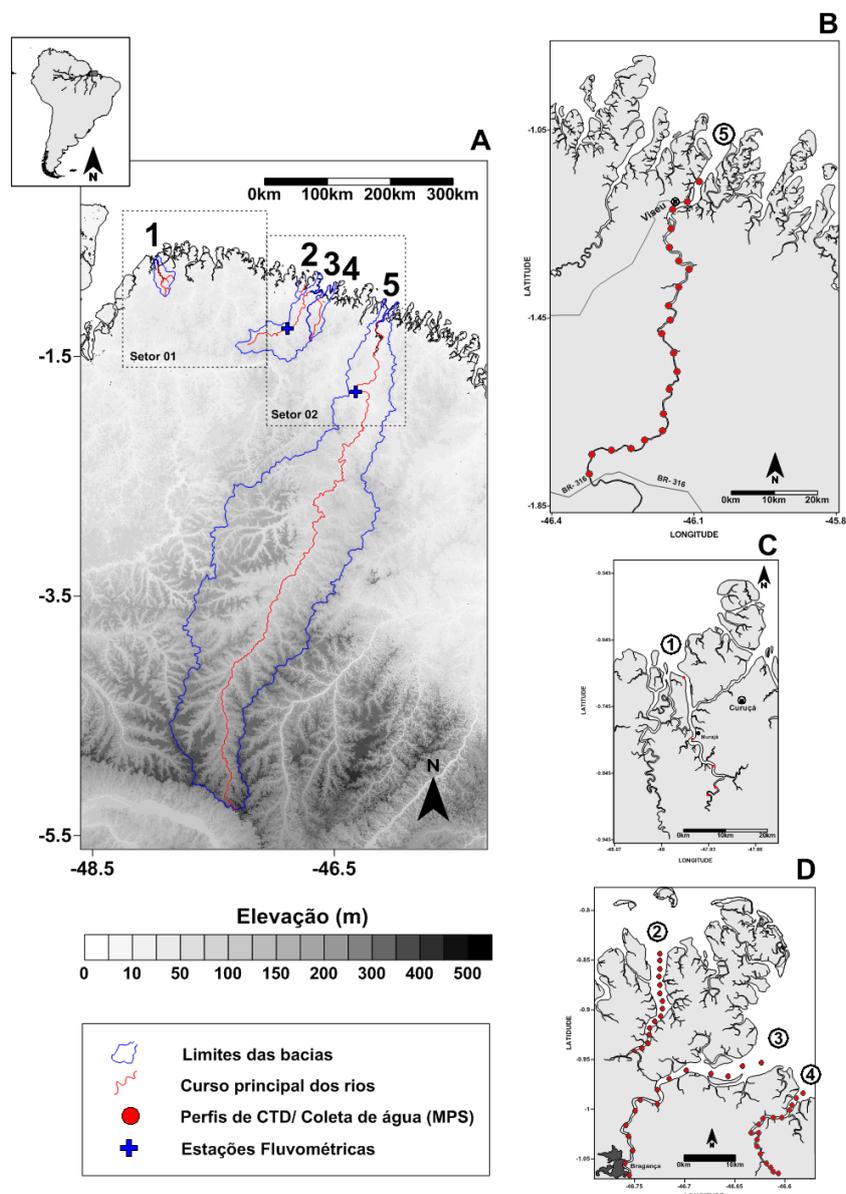


Figura 1. Mapa apresentando as cinco áreas de estudo, com detalhes da elevação (Topografia SRTM), limite das bacias e os cursos principais dos rios e os dois setores que representam a divisão fisiográfica da região ocidental (A); Estuário do rio Mocajuba (1) (C); Estuário do Taperaçu (2), Estuário do rio Caeté (3) e Urumajó (4) (D) e Estuário do rio Gurupí (5) (B).

Os estuários foram avaliados longitudinalmente em relação à variação do MPS (material particulado em suspensão), salinidade e a propagação da maré dinâmica (Gurupi e Mocajuba) em diferentes condições climáticas (estações seca/chuvosa). O entendimento destas variações longitudinais dos estuários é fundamental para a compreensão do transporte de sedimentos lamosos e seu acúmulo na Zona Costeira Amazônica, como parte fundamental para explicar como o imenso suprimento lamoso do rio Amazonas para a plataforma continental se integra com as grandes áreas de manguezal do setor leste. Os resultados do presente trabalho demonstraram que em varias condições da maioria dos estuários estudados ocorre a formação de uma Zona de Turbidez Máxima (ZTM), fenômeno o qual contribui de forma significativa para a retenção de lama na zona costeira, apesar das concentrações de MPS tanto fluviais quanto marinhas serem relativamente baixas. As variações espaço-temporais da ZTM também foram significativas e diferentes entre os estuários. Em relação à seção transversal da porção média de cada estuário, nota-se que a redução da área entre a maré média a maré baixa foi de 42% para o Gurupi, 52% para o Caeté, 60% para o Urumajó, denotando a gradual redução de importância da vazão fluvial. Para o estuário do Taperaçu, com avançado processo de preenchimento, esta redução é de 93%, enquanto que o estuário do rio Mocajuba a redução foi de 18%, como resposta de um canal bastante profundo controlado estruturalmente (Figura 2).

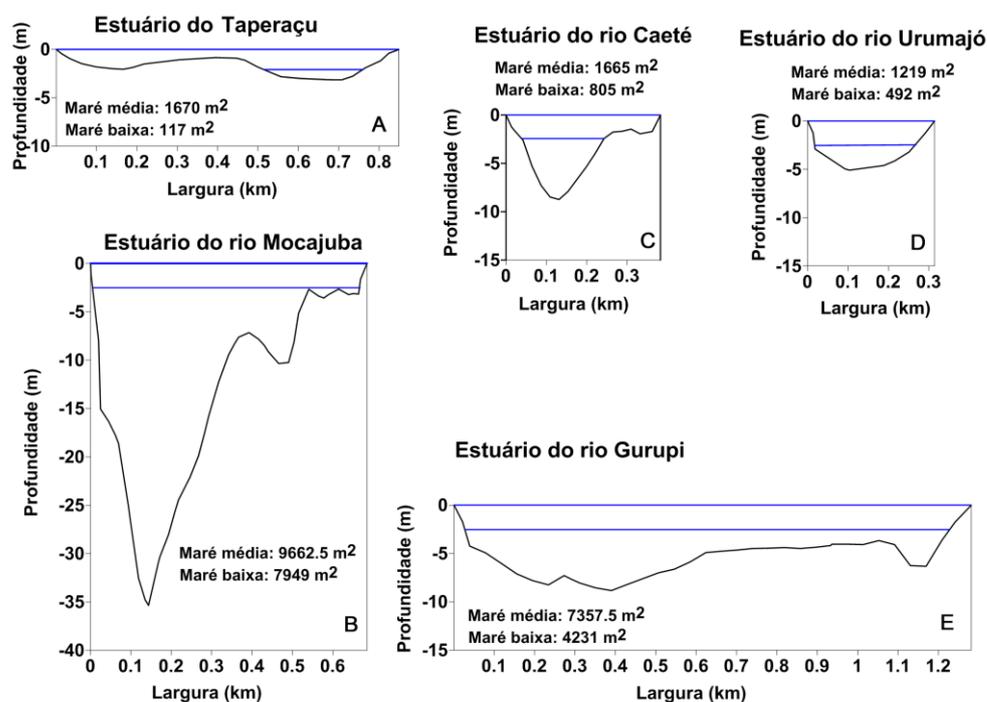


Figura 2. Perfis transversais da porção média dos cinco estuários (Gurupi, Caeté, Urumajó, Taperaçu e Mocajuba).

A existência de uma ZTM nos estuários amazônicos é um dos fatores que retém e induzem a deposição dos sedimentos finos no leito estuarino, principalmente nas faixas intermareais, sendo também é responsável pela disponibilização das lamas estuarinas para as áreas de mangue, uma vez que os rios da região são de águas pretas que são pobres em sedimento em suspensão. Para os estuários amazônicos pode se afirmar que a salinidade é um bom indicador da ocorrência e localização da ZTM, mas sua formação é resultado de um complexo balanço entre a forçante de maré e a vazão fluvial, combinado com a geometria/morfologia estuarina, e todos estes fatores variam espacialmente entre os estuários e variam temporalmente em todos eles em diferentes escalas (e.g. sizígia/quadratura & seca/chuvos).



## O PANORAMA DA GEOCONSERVAÇÃO NO LITORAL SUL DE SANTA CATARINA, BRASIL

Samanta da Costa Cristiano<sup>1</sup>; Eduardo Guimarães Barboza<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Doutoranda do Programa de Pós-graduação em Geociências (PPGGEO) da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), samantaccristiano@gmail.com; <sup>2</sup>Professor Doutor do Departamento de Paleontologia e Estratigrafia do Instituto de Geociência, UFRGS, eduardo.barboza@ufrgs.br;

Em revisão sobre o conceito, Borba (2011) conclui que geoconservação é o conjunto de métodos, estratégias e ações para avaliar, valorizar, proteger e divulgar os geossítios de um dado patrimônio geológico. A geoconservação lida com elementos em que a degradação é permanente, destacando-se uma boa razão para a gestão ativa de tais recursos não-renováveis, que destoa da conservação biológica onde seus componentes se reproduzem (Sharples, 2002). A geoconservação se dá atualmente, de forma indireta, devido ao fato de que políticas e práticas de implementação de Unidades de Conservação (UC's) darem maior atenção a biodiversidade, em cenário mundial (Borba, 2011). Desde 2000 o Brasil possui um Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC, instituído pela Lei nº 9.985 de 18 de julho de 2000). O SNUC estabelece critérios e normas para a criação, implementação e gestão de UC's no território nacional. Outros dispositivos também têm importância na conservação da natureza no território brasileiro, como o código florestal, que determina limites de áreas de preservação permanente. No Litoral Sul de Santa Catarina (LSSC) encontram-se importantes elementos da geodiversidade, fortemente ameaçados por ações antrópicas que resultam no desequilíbrio do meio ambiente costeiro, de grande dinâmica e fragilidade. O LSSC é composto pelos municípios de: Araranguá, Balneário Arroio do Silva, Balneário Gaivota, Içara, Balneário Rincão, Passo de Torres, Santa Rosa do Sul, São João do Sul e Sombrio (Decreto nº 5.010, de 22 de dezembro de 2006). No intuito de desvendar o status de geoconservação do LSSC, fez-se uma revisão bibliográfica sobre aspectos da conservação da natureza e UC's da região, aliada a pesquisa junto aos municípios e consultas no Cadastro Nacional de UC's. A região carbonífera do sul do estado compreende parte dos municípios do LSSC, mas sua poluição atinge toda a Bacia Hidrográfica do rio Araranguá. Conforme Duarte e Alexandre (2010) todo o canal do rio Araranguá, principal rio da Bacia, tem comportamento estuarino, pela influência da maré, o que se espera que confira um pH mais básico às águas, fato que não é detectado, pois a elevada poluição o mantém em torno de 3,3 e 4,5, lançando ao mar águas poluídas e ácidas. Esta região foi decretada como área crítica nacional para efeitos de controle de poluição e conservação da qualidade ambiental (Decreto nº 85.206, de 25 de setembro de 1980). Foram descritos 116 sítios arqueológicos por Campos *et al.* (2013), na região entre os rios Araranguá e Urussanga, ressaltando a necessidade de medidas protetivas na região. Na região e proximidades do LSSC existem poucas áreas protegidas por UC's inseridas no Cadastro Nacional de UC's, contando apenas com a *Reserva Particular do Patrimônio Natural Capão Redondo* em Arroio do Silva, desconhecida pelo poder público municipal, e a *Área de Proteção Ambiental da Baleia Franca*, que abrange parte da costa do Balneário Rincão. Na região do entorno dos municípios do LSSC, existem algumas UC's devidamente cadastradas, como o *Parque Nacional da Serra Geral*, ocupando terras de Cambará do Sul no RS, Jacinto Machado e Praia Grande em SC; o *Parque Nacional Aparados da Serra*, abrangendo terras situadas nos municípios de Cambará do Sul e Praia Grande; o *Parque Natural Municipal Morro do Céu*, em Criciúma; e a *Reserva Biológica Estadual do Aguai*, nos municípios de Morro Grande, Nova Veneza, Siderópolis e Treviso. No LSSC e região há ainda uma série de UC's decretadas e que não estão cadastradas ou implementadas, como o *Parque Ecológico de Maracajá*, no município de Maracajá; o *Parque Ecológico São Francisco de Assis*, em Forquilha; *Área de Proteção Ambiental Lagoa do Verdinho*, *Área de Proteção Ambiental do Morro Albino e Esteves* e o *Parque Ecológico Municipal José Milanese* e o *Horto Florestal Antônio José Tolé Guglielmi*, em Criciúma e a *Área de Proteção Ambiental na localidade de Espigão da Pedra*, em Araranguá. Com base no mapa das áreas prioritárias à conservação do Brasil (MMA, 2004), na LSSC (Fig. 1) percebe-se que já se tratam de áreas importantes para a conservação, com três áreas analisadas pelo MMA (2004), são elas: Complexo Mampituba - Sombrio - Araranguá, classificadas como

insuficientemente conhecida, abrange Zona Costeira e Marinha e é recomendado para a área, o inventário e a criação de UC; Floresta de Planície Costeira, classificada como de prioridade alta à conservação, pela presença do Bioma Mata Atlântica e Campos Sulinos, com recomendação para a criação de UC e recuperação florestal; e da Pontoporia Sul, com área abrangendo a Zona Costeira e a Zona Marinha, classificada como extremamente prioritária à conservação, recomendando-se o manejo e inventário da área. Ainda, existe para a região a proposta do Geoparque Caminho dos Cânions do Sul, dentro do Projeto Geoparques da CPRM. A área indicada abrange aproximadamente 5.750 km<sup>2</sup>, incorporando municípios serranos e litorâneos, entre os estados de SC e RS. Estudos ambientais ainda são escassos no LSSC. A geologia da região é pobremente investigada pela academia, tendo seu enfoque ao uso potencial para mineração como região rica em carvão e turfas, atividades que vem degradando os recursos hídricos da Bacia Hidrográfica do rio Araranguá. O LSSC apresenta-se deficientemente protegido por UC's, estando à mercê da legislação ambiental mal aplicada, sendo emergencial a criação de área protegidas que tenham abrangência na zona costeira.

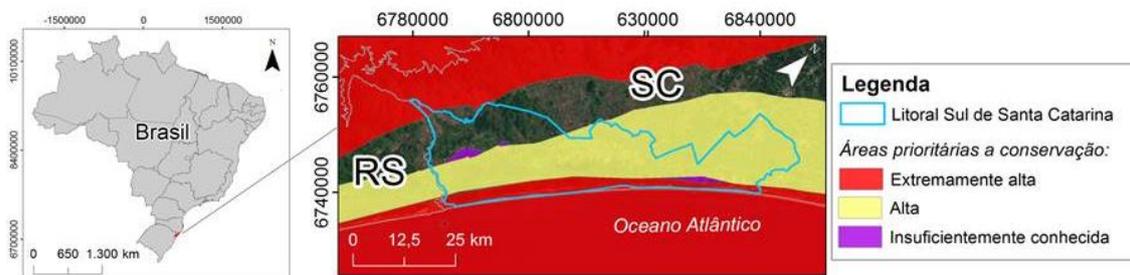


Figura 1. Mapa de áreas prioritárias à conservação MMA, zoom no Litoral Sul de Santa Catarina.

## Referências

- Borba, A.W. 2011. Geodiversidade e geopatrimônio como bases para estratégias de geoconservação: conceitos, abordagens, métodos de avaliação e aplicabilidade no contexto do Estado do Rio Grande do Sul. *Pesquisas em Geociências*, Porto Alegre, v. 38, n. 1, p. 03-13. << [www.ufrgs.br/igeo/pesquisas/3801/01-3801.pdf](http://www.ufrgs.br/igeo/pesquisas/3801/01-3801.pdf)>>
- Brasil. 1980. Decreto nº 85.206, de 25 de setembro de 1980. Altera o artigo 8º do Decreto nº 76.389, de 3 de outubro de 1975, que dispõe sobre as medidas de prevenção e controle da poluição Industrial. <<<http://www2.camara.leg.br/legin/fed/decret/1980-1987/decreto-85206-25-setembro-1980-434622-publicacaooriginal-1-pe.html>>>
- Brasil. 2000. Lei nº 9.985 de 18 de julho de 2000. Regulamenta o art. 225, § 1º, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências. << [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/19985.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19985.htm)>>
- Campos, J.B.; Santos, M.C.P.; Rosa, R.C.; Ricken, C. & Zocche, J.J. 2013. Arqueologia entre rios: do Urussanga ao Mampituba. Registros arqueológicos pré-históricos no extremo sul catarinense. *Cadernos do LEPAARQ – Textos de Antropologia, Arqueologia e Patrimônio*, Pelotas, v. 10, n. 20, p. 9-39. <<<http://periodicos.ufpel.edu.br/ojs2/index.php/lepaarq/article/viewFile/2127/2524>>>
- Duarte, G.M. & Alexandre, N.Z. 2010. As águas superficiais da Bacia Hidrográfica do Rio Araranguá. In: Scheibe, L.F.; Buss, M.D. & Furtado, S.M.A. Atlas ambiental da Bacia Hidrográfica do Rio Araranguá: Santa Catarina – Brasil. Florianópolis: UFSC, Cidade Futura, 2010.
- Gray, M. 2004. *Geodiversity: valuing and conserving abiotic nature*. Chichester: Wiley. << <https://geoduma.files.wordpress.com/2010/02/geodiversity.pdf>>>
- MMA – Ministério do Meio Ambiente, 2004. Áreas prioritárias para conservação, utilização sustentável e repartição de benefícios da biodiversidade brasileira. <<[http://www.mma.gov.br/estruturas/chm/\\_arquivos/maparea.pdf](http://www.mma.gov.br/estruturas/chm/_arquivos/maparea.pdf)>>
- Santa Catarina. 2006. Decreto nº 5.010, de 22 de dezembro de 2006 – Regulamenta a Lei nº 13.553, de 16 de novembro de 2005, que institui o Plano Estadual de Gerenciamento Costeiro e estabelece outras providências. <<<http://www.spg.sc.gov.br/index.php/visualizar-biblioteca/acoes/gerco/documentacao-de-2009-2012-fase-1/projeto-orla/378-decreto-estadual-no-5-010-2006/file>>>
- Sharples, C. 2002. *Concepts and principles of geoconservation*. Tasmania: Tasmanian Parks and Wildlife Service. << <http://dpipwe.tas.gov.au/Documents/geoconservation.pdf>>>



## TRANSIÇÃO DE BARREIRAS TRANSGRESSIVAS E REGRESSIVAS: CONDIÇÕES DIÁCRONAS ENTRE O MÁXIMO TRANSGRESSIVO E O MÁXIMO EUSTÁTICO

Eduardo Guimarães Barboza<sup>1,2</sup>, Maria Luiza Correa da Camara Rosa<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Centro de Estudos de Geologia Costeira e Oceânica – CECO/IGEO/UFRGS; <sup>2</sup>Programa de Pós-Graduação em Geociências/IGEO/UFRGS

A porção emersa da Bacia de Pelotas é caracterizada por um registro bastante complexo com setores em erosão e acreção. Esse comportamento é correlacionado com a morfologia da linha de costa (Dillenburg *et al.*, 2009; Dillenburg & Barboza, 2014). A área de estudo está inserida em setores da Planície Costeira do Rio Grande do Sul (PCRS) e da Planície Costeira de Santa Catarina (PCSC). Em termos genéticos, corresponde aos sedimentos da porção superficial da Bacia de Pelotas, ou seja, os sedimentos da cobertura depositados desde o Terciário sob a influência de oscilações glácio-eustáticas e acentuadas variações climáticas (Villwock *et al.*, 1986). Dentre os registros que representam as oscilações glácio-eustáticas ocorre o sistema holocênico, representado pelo Sistema Laguna/Barreira IV, caracterizado por segmentos costeiros com padrões progracionais e retrogradacionais. De acordo com Dillenburg *et al.* (2009) foi definido que em escalas de séculos e de milênios que essa característica está associada ao balanço sedimentar. Dessa forma, os setores costeiros onde ocorrem projeções correspondem aos locais onde a linha de costa é transgressiva e os sistemas deposicionais retrogradam, ou seja, são locais em retração. Nos setores em acreção, que ocorrem nos embaiamentos, a linha de costa é regressiva e os sistemas deposicionais progradam (Barboza *et al.*, 2011). Para caracterizar o registro em subsuperfície setores próximos a transição entre os comportamentos transgressivos/regressivos e áreas junto aos corpos lagunares nos setores regressivos, foram objetivados. Assim, as áreas selecionadas estão localizadas junto à região do Banhado do Taim, de São José do Norte e a da Lagoa de Itapeva (RS), Lagoa do Sombrio e Lagoa Garopaba do Sul (SC). Nessas regiões foram identificados depósitos eólicos, lagunares e praias formados durante o Holoceno definidos como sistema Laguna/Barreira IV. Esse sistema representa, atualmente, um ciclo incompleto de uma sequência deposicional de alta frequência (Rosa *et al.*, 2011). Os dados de subsuperfície foram adquiridos através do método Geofísico do Georradar (GPR) e de uma sondagem à percussão. A aquisição geofísica foi executada com um Georradar composto pelo console SIR-3000 da GSSI<sup>TM</sup> (*Geophysical Survey Systems, Inc.*) e por antena de contato com frequência central de 200 MHz, e aéreas (Subecho 150 da Radarteam Sweden AB) com frequência central de 150 MHz conectados a um módulo de potência PRFPLUS-600<sup>TM</sup>. Essa frequência, bem com o arranjo bi-estático possibilitaram um registro com maior penetração e resolução, o que propicia maiores profundidades de aquisição. Também foi utilizado um Georradar “Wireless” Cobra Plug-in da Radarteam Sweden AB com uma antena aérea com frequência central de 70 MHz. Para o posicionamento das seções adquiridas utilizou-se um sistema Trimble PROXRT GNSS com GLONASS (datum: WGS84) com pós-processamento, e analisados em um Sistema de Informações Geográficas (SIG). Durante o levantamento foram aplicados filtros de ruídos e de ganhos para minimizar a interferência indesejável do meio externo. A constante dielétrica (k) utilizada foi a de valor 10 a qual representa uma velocidade de 0,09 m/ns. O processamento e interpretação em laboratório dos dados adquiridos com o Georradar foram executados nos programas RADAN<sup>TM</sup> 6.6, ReflexW<sup>®</sup> e Prism2<sup>®</sup>. Os perfis foram adquiridos paralelamente e perpendicularmente à linha de costa utilizando o método “Common Offset” (Barboza *et al.*, 2014). A interpretação foi baseada no método Sismoestratigráfico (Payton, 1977) adaptado para o Georradar (Neal, 2004). Consideraram-se as terminações de refletores, geometria de camadas e padrões internos de reflexão (Barboza *et al.*, 2011). Em algumas áreas, amostras de sondagens à percussão (SPT) foram obtidas, na área de São José do Norte (-14 m) e de Sombrio (-14 m), as quais foram datadas pelo método radiocarbônico do <sup>14</sup>C e apresentam idades de 6.652 – 6.424 anos cal AP e de 8,320 – 8,070 anos cal AP, respectivamente. Como resultados das interpretações das seções foram identificadas quatro radarfácies (Rdf), seção representativa da área de São José do Norte (Figura 1). Essas correspondem a: I) refletores ondulados truncados e com sentidos de downlap para

NW e SE; II) refletores contínuos, plano paralelos, de baixo ângulo e com sentido de downlap para SE; III) refletores contínuos, plano paralelos, de baixo ângulo, e sentido de downlap para NW; IV) refletores ondulados truncados, transparentes, caracterizados pela shoreface média/inferior. A identificação da transição entre as fases transgressivas e as fases regressivas é caracterizada por um refletor contínuo que delimita os depósitos com padrões de downlap em sentidos opostos. Essa inversão representa o momento em que a taxa de aporte supera a elevação eustática, conforme já descrito por Silva (2011), Barboza *et al.* (2011) e Dillenburg & Barboza (2014). As profundidades variadas dos refletores mapeados em subsuperfície com sentido de downlap para NW, junto as idades obtidas demonstram que o comportamento do máximo transgressivo ao longo da Bacia de Pelotas não foi simultâneo, e nem associado ao máximo eustático (Angulo *et al.*, 2006) proposto para o Holoceno, caracterizando assim um comportamento diácrono entre o máximo transgressivo e o máximo eustático.

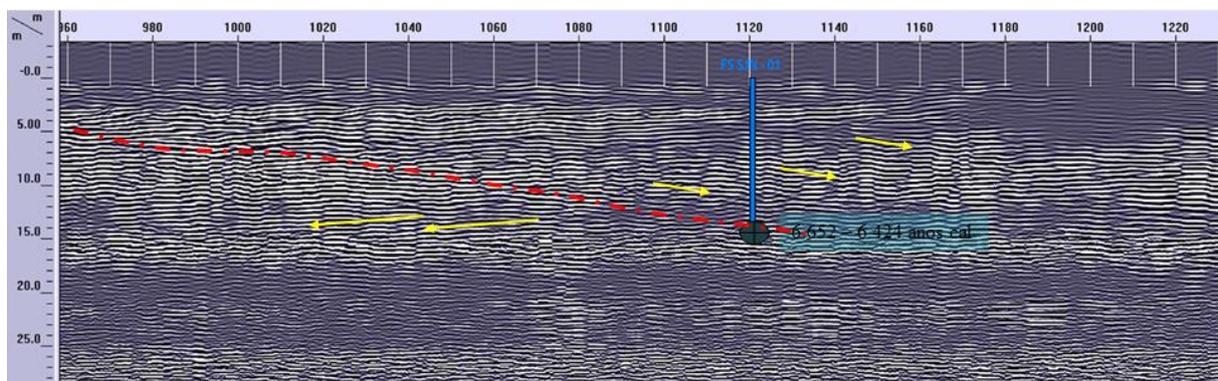


Figura 1. Setor com comportamento Retrogradacional/Progradacional no embaixamento de São José do Norte/RS, a seção foi adquirida com um arranjo bi-estático com duas antenas de 150 MHz. O contato entre a fase transgressiva/regressiva foi amostrado e datado por  $^{14}\text{C}$  em 6.652 – 6.424 anos cal AP).

## Referências

- Angulo, R.J., Lessa, G.C. & Souza, M.C. 2006. A critical review of the mid- to late holocene sea-level fluctuations on the eastern brazilian coastline. *Quaternary Science Reviews*, 25(5/6): 486-506.
- Barboza, E.G., Rosa, M.L.C.C., Hesp, P.A., Dillenburg, S.R., Tomazelli, L.J. & Ayup-Zouain, R.N. 2011. Evolution of the Holocene Coastal Barrier of Pelotas Basin (Southern Brazil) - a new approach with GPR data. *Journal of Coastal Research*, SI 64: 646-650.
- Barboza, E.G., Rosa, M.L.C.C. & Caron, F. 2014. Metodologia de Aquisição e Processamento em Dados de Georradar (GPR) nos Depósitos Quaternários da Porção Emersa da Bacia de Pelotas. In: VI Simpósio Brasileiro de Geofísica, 2014, Porto Alegre-RS. Resumos Expandidos, v. 1. p. 1-6.
- Dillenburg, S.R. & Barboza, E.G. 2014. The Dip and Strike-Fed Sandy Coast of Southern Brazil. In: Martini, I.P. & Wanless H.R. (eds.). *Sedimentary Coastal Zones from High to Low Latitudes: Similarities and Differences*, Geological Society, London, Special Publications 388, 333-352.
- Dillenburg, S.R., Barboza, E.G., Tomazelli, L.J., Hesp, P.A., Clerot, L.C.P. & Ayup-Zouain, R.N. 2009. The Holocene Coastal Barriers of Rio Grande do Sul. In: Dillenburg, S.R. & Hesp, P.A. (eds.). *Geology and Geomorphology of Holocene Coastal Barriers of Brazil*. *Lecture Notes in Earth Sciences*, 107: 53-91.
- Neal, A. 2004. Ground-penetrating radar and its use in sedimentology: principles, problems and progress. *Earth Science Reviews*, 66: 261-330.
- Payton, C.E. 1977. *Seismic Stratigraphy - Applications to Hydrocarbon Exploration*. AAPG, (Memoir # 26), 516 p. Tulsa.
- Rosa, M.L.C.C., Barboza, E.G., Dillenburg, S.R., Tomazelli, L.J. & Ayup-Zouain, R.N. 2011. The Rio Grande do Sul (southern Brazil) shoreline behavior during the Quaternary: a cyclostratigraphic analysis. *Journal of Coastal Research*, SI 64: 686-690.
- Silva, A.B. 2011. *Evolução da Planície Costeira Sul de Santa Catarina através do uso do radar de penetração do solo*. MSc. Thesis. Programa de Pós-Graduação em Geociências/UFRGS. 60p.
- Villwock, J.A., Tomazelli, L.J., Loss, E.L., Dehnhardt, E.A., Horn Filho, N.O., Bachi, F.A. & Denhardt, B.A. 1986. Geology of the Rio Grande do Sul Coastal Province. In: Rabassa, J. (ed.). *Quaternary of South America and Antarctic Peninsula*. v.4: 79-97.



## CARACTERÍSTICAS ESTRATIGRÁFICAS DA BARREIRA COSTEIRA HOLOCÊNICA ENTRE O FAROL SARITA E FAROLETE VERGA, SUL DA PLANÍCIE COSTEIRA DO RIO GRANDE DO SUL, BRASIL, A PARTIR DE DADOS DE GPR

Felipe Caron<sup>1</sup>, Eduardo G. Barboza<sup>2</sup>, Luiz J. Tomazelli<sup>2</sup>, Maria L.C.C. Rosa<sup>2</sup>, Sérgio R. Dillenburg<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Universidade Federal do Pampa (UNIPAMPA), Campus Caçapava do Sul, Caçapava do Sul, RS, Brasil.

<sup>2</sup> CECO – Instituto de Geociências - Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Porto Alegre, RS, Brasil.

A barreira holocênica situada na região costeira entre os municípios de Santa Vitória do Palmar e Rio Grande, sul da Planície Costeira do Rio Grande do Sul, possui cerca de 210 km de extensão e sua largura varia de 0,2 a 14 km. É limitada ao SW pela desembocadura do Arroio Chuí, ao NE pela desembocadura da Lagoa dos Patos. Ao NW é limitada por terrenos pleistocênicos e/ou pela Lagoa Manguieira, e a SE pelo Oceano Atlântico. Enquanto na porção NE entre a desembocadura da Lagoa dos Patos até próximo ao Farol Sarita a barreira é representada por uma extensa planície de cordões litorâneos (regressiva); no setor a partir do Farol do Albardão até as proximidades da desembocadura do Arroio Chuí desenvolve-se uma barreira tipicamente transgressiva. Nestas circunstâncias o objetivo deste trabalho foi a caracterização morfológica e estratigráfica na região de transição entre o setor regressivo e o setor transgressivo da barreira holocênica situado entre o Farol Sarita e o farolete Verga. Foram utilizados dados de GPR a partir de duas seções orientadas transversalmente à linha de costa denominadas: I Sarita e II Verga, figura 1A. Os dados de GPR foram coletados com a frequência de 200 MHz e posteriormente processados no programa RADAN™ 6.6. As interpretações foram baseadas nos conceitos da sismoestratigrafia. Foram adquiridos dados altimétricos (GNSS) sob as seções de GPR, que subsidiaram interpretações morfológicas. A barreira holocênica no setor Sarita apresenta cerca de 5 km de largura. O sistema eólico é caracterizado pelo contato do sistema praial com uma área de dunas pequenas e esparsas e vegetadas por cerca de 600 m em direção a Lagoa Manguieira. Também estão presentes cristas de precipitação com áreas baixas totalmente vegetadas, que em períodos mais úmidos, tornam-se totalmente alagadas. Nesta área também são encontrados lobos de campos de dunas transgressivas estabilizados pela vegetação. A margem lacustre deste setor é caracterizada pelo contato com o complexo de banhados (Taim), em processo de colmatação. Os dados de GPR demonstraram tanto o registro transgressivo como o registro regressivo. O segmento selecionado demonstrou configurações com refletores oblíquos com ângulos variáveis por vezes sigmoidais com mergulho para NW, com terminações em *downlap* sobre refletores plano paralelos. Esta configuração foi interpretada como parte transgressiva da barreira holocênica, representando a migração de margens lagunares sobre o fundo lagunar, figura 1B. A barreira holocênica no setor Verga também apresenta cerca de 5 km de largura. O sistema eólico inicia a partir do sistema praial através de um cordão de dunas frontais pouco definido interagindo com áreas de deflação e lençóis de areia compostos por pequenas dunas ocasionalmente vegetadas, evoluindo para dunas maiores (2,5 m). Da porção média da barreira até a margem lacustre é caracterizada por cristas de precipitação. Nesta área também são encontrados lobos de campos de dunas transgressivos estabilizados e ainda alguns fragmentos de dunas transversas também vegetadas. Também estão presentes neste setor o cultivo de espécies exóticas. A margem lacustre deste setor é caracterizada pela presença de grandes pontais totalmente vegetados e na sua retaguarda banhados, que denotam estabilização e processo de colmatação desta região da Lagoa Manguieira. Os dados de GPR também demonstraram neste setor, características transgressivas e regressivas. O segmento selecionado do registro é marcado por sucessivos refletores suaves de baixo ângulo que mergulham na direção SE e que em muitos casos terminam em *downlap* recobertos por reletos ondulados. Este conjunto de refletores que migram em direção ao oceano, representariam a progradação dos ambientes de *foreshore-backshore* representando a porção regressiva da barreira, figura 1C. Apesar de não existirem dados geocronológicos locais, por relações estratigráficas com a região a SW na praia dos Concheiros e Hermenegildo em conjunto com região do Taim a NW, as interpretações preliminares sugerem uma

porção transgressiva evidenciada por refletores que representariam depósitos da barreira (margem lagunar e eólico) sobrepondo depósitos lagunares condicionada pela elevação do N.R.M durante o Holoceno (entre 7 e 5 ka). E que os sucessivos refletores de baixo ângulo (*foreshore-backshore*) migrando em direção ao oceano sugerem a progradação destes ambientes em direção à bacia, denotando características regressivas. Esta fase foi provavelmente contemplada entre o Holoceno médio e tardio (últimos 5 ka), marcada pela queda do N.R.M e onde o balanço sedimentar da antepraia adjacente condicionada por forçantes oceanográficas bem como o controle morfológico da retrobarreira controlaram a evolução da barreira holocênica.

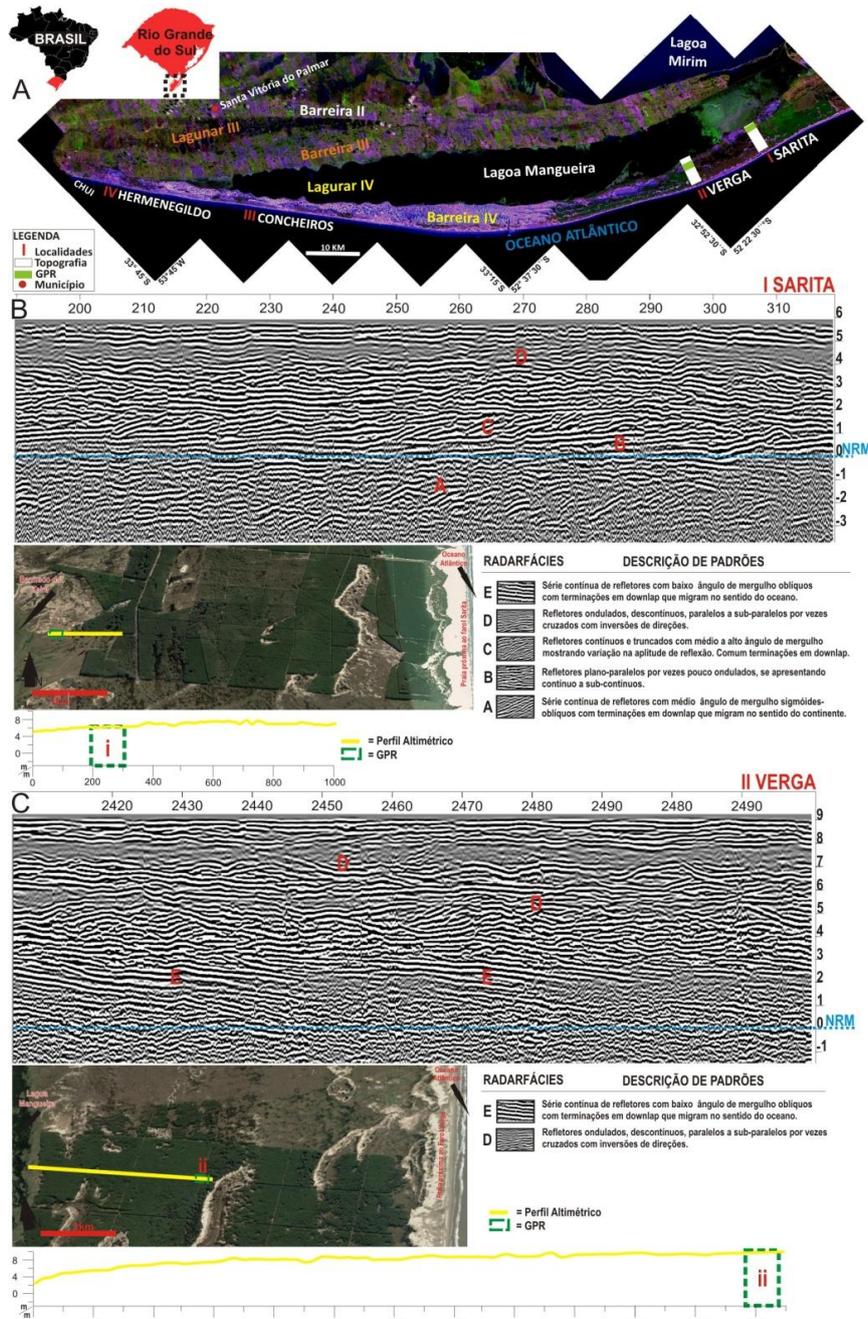


Figura 1: A localização da área de estudos, B: Registro de GPR, altimetria e interpretações do trecho do Sarita, C: Registro de GPR, altimetria e interpretações do trecho Verga.



## ESTUDOS EM DELTAS DAS LAGOAS DO LITORAL NORTE DO RS: CONECTANDO ESCALAS, AMPLIANDO HORIZONTES

Maria Luiza Correa da Camara Rosa<sup>1</sup>, Eduardo Guimarães Barboza<sup>1</sup>, David Hoyal<sup>2</sup>, Vitor Abreu<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Laboratório de Sismoestratigrafia e Centro de Estudos de Geologia Costeira e Oceânica - Instituto de Geociências - Universidade Federal do Rio Grande do Sul. <sup>2</sup>ExxonMobil Upstream Research Company

Na planície costeira do Rio Grande do Sul encontra-se o registro de uma sucessão de eventos relacionados a variações glacioeustáticas que resultaram na geração de quatro sistemas do tipo laguna-barreira, com idades holocênica e pleistocênica (Villwock & Tomazelli, 1995). No litoral norte, o sistema holocênico é representado pela barreira e por um conjunto de lagoas conectadas por canais, responsáveis pela formação de deltas. Nos campos de dunas presentes na barreira mais moderna, drenagens são formadas nas planícies interdunas, as quais fluem no sentido do sistema lagunar, também formando deltas nas suas margens. Com o objetivo de avaliar os controles relacionados à morfologia e estratigrafia destes deltas, quatro áreas foram selecionadas como alvo. Três áreas correspondem a deltas que se desenvolveram a partir do campo de dunas, e uma área corresponde a um delta formado por uma drenagem desenvolvida entre duas lagoas. A fim de investigar a arquitetura interna, seções de georradar foram adquiridas com uma antena de frequência central de 400 MHz, com o equipamento SIR3000 da GSSI<sup>TM</sup> (*Geophysical Survey Systems, Inc.*). Em um dos alvos as seções foram adquiridas em uma malha regular com espaçamento de 5 m, recobrando uma área de aproximadamente 3 km<sup>2</sup>. Nas outras áreas foram adquiridas seções com orientação paralela, perpendicular e oblíqua à margem lagunar, totalizando 13.000 m nos quatro alvos. Durante a aquisição, as seções foram posicionadas com um GNSS Geodésico, cujos dados foram processados pelo método pós-diferencial utilizando como referência a base do IBGE em Porto Alegre. Além disso, na área onde foi adquirida a malha regular, foi realizado um levantamento topográfico de detalhe com uma estação total. Os dados de posicionamento foram utilizados na correção topográfica das seções de georradar, as quais foram processadas no *software* Prism<sup>®</sup>. A interpretação das seções seguiu os princípios da sismoestratigrafia adaptados para dados de georradar (Neal, 2004), permitindo identificar feições características de sistemas deltaicos, com a presença de *bottomsets*, *foresets* e *topsets* constituindo clinofórmias (Fig. 1). A análise da terminação de refletores resultou na definição de unidades de radar, relacionadas à progradação deltaica. O posicionamento do limite entre os *topsets* e *foresets* reflete a posição do nível lagunar, que foi detalhada para um dos alvos. A correspondência da variação do nível lagunar durante a construção dos deltas foi identificada através de padrões coerentes presentes nas diferentes áreas, indicando o controle do nível lagunar na evolução deltaica de forma análoga ao controle do nível do mar na evolução de sistemas costeiros. Contudo, ao comparar a arquitetura interna, identificam-se variações significativas entre as quatro áreas. Estas variações também estão registradas na morfologia dos deltas e evidenciam a importância de outros fatores na evolução. Em duas das áreas observa-se a presença de canais perenes, mais profundos e estabilizados, com vegetação desenvolvida. No registro estratigráfico destas áreas são identificados canais que erodem as clinofórmias progradantes. Nas outras duas áreas, onde os canais são efêmeros e rasos, há pouco registro erosivo, com clinofórmias preservadas e contínuas. Portanto, ainda que os padrões de empilhamento sejam controlados pelas variações do nível de base (fator alogênico) e possuam expressão nas diferentes áreas, a presença de canais e vegetação resulta em arquiteturas deposicionais distintas. Estes elementos são controlados pela descarga da drenagem, pelo suprimento sedimentar e por características do substrato, como a declividade, que influenciam a morfodinâmica do sistema (fator autogênico). Os deltas estudados possuem dimensões intermediárias entre os gerados em experimentos em tanques (Hoyal & Sheets, 2009; Martin *et al.*, 2009) e aqueles presentes nas margens continentais. Desta forma, o estudo em desenvolvimento representa uma contribuição, no intuito de conectar estas escalas. A identificação, em ambientes reais, de feições e processos observados nos experimentos permitirá validar os resultados, fornecendo subsídios ao entendimento dos fatores que

controlam a distribuição e as características das fácies sedimentares; conhecimento essencial para a exploração de hidrocarbonetos.

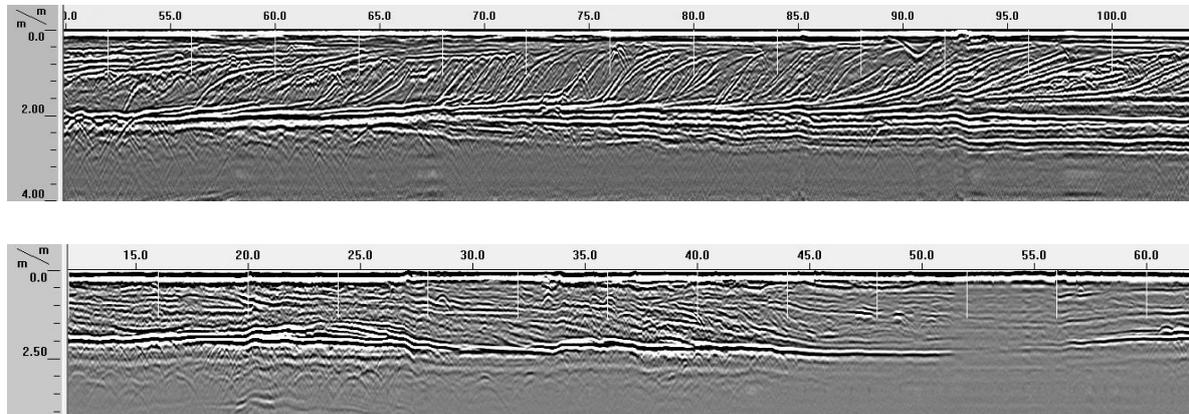


Figura 1. Seções de georradar adquiridas com uma antena de frequência central de 400 MHz de um dos deltas estudados, com orientação perpendicular (superior) e paralela (inferior) à margem lagunar, ilustrando as clinofórmulas características da progradação deltaica.

#### Referências

- Hoyal, D.C.J.D. & Sheets, B.A., 2009, Morphodynamic evolution of experimental cohesive deltas. *Journal of Geophysical Research*, 114, doi: 10.1029/2007JF000882.
- Martin, J., Sheets, B. Paola, C., and Hoyal D., 2009. Influence of steady base-level rise on channel mobility, shoreline migration, and scaling properties of a cohesive experimental delta. *Journal of Geophysical Research*, 114, F03017, doi:10.1029/2008JF001142.
- Neal, A. 2004. Ground-penetrating radar and its use in sedimentology: principles, problems and progress. *Earth Science Reviews*, 66:261-330.
- Villwock, J.A. & Tomazelli, L.J. 1995. Geologia costeira do Rio Grande do Sul. *Notas Técnicas*. CECO, Instituto de Geociências, UFRGS, n.8, 45p., Porto Alegre.



## **O PROBLEMA DA AVALIAÇÃO DA QUALIDADE AMBIENTAL NO ANTROPOCENO: O CASO DO MUNICÍPIO DE GUARULHOS (SP) COM BASE NO MAPEAMENTO DA COBERTURA ARBÓREA**

Bruna Daniele de Carvalho Gimenez Torresani<sup>1</sup>, Márcio Roberto Magalhães de Andrade<sup>2</sup>

<sup>1</sup>MAG – Mestrado em Análise Geoambiental – Universidade Guarulhos, <sup>2</sup>CEMADEN – Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres naturais

As Ilhas de Calor (IC) são quantidades de ar quente que se fazem presentes em maior concentração nos centros das cidades. Como consequência reduz o poder de dispersão dos poluentes atmosféricos gerados, resultando em complicações para a vida do homem (Bias *et al.*, 2003). A cobertura arbórea proporciona a melhoria da paisagem, lazer, evita o assoreamento de corpos d'água, ameniza a temperatura de um dado local, contribuindo para a qualidade de vida da população, entre outras. O presente trabalho tem como objetivo geral avaliar a qualidade ambiental do município de Guarulhos a fim de contribuir para o monitoramento e planejamento ambiental, produzindo informações como subsídio para a gestão territorial. Para a realização do trabalho, inicialmente desenvolveu-se um banco de dados espaciais em formato digital através de técnicas de geoprocessamento que envolvem a integração e compatibilização de dados de diferentes naturezas, fontes, escalas, datas e formatos. O banco está composto por uma base cartográfica, fotos aéreas e outros planos de informação temáticos, disponibilizados pela Secretaria de Meio Ambiente de Guarulhos, que foram sistematizados em ambientes de sistema de informações geográficas (SIG e ArcGis). A atividade de fotointerpretação foi realizada através da observação das fotos-aéreas identificando objetos e padrões da cobertura terrestre através de elementos da imagem (forma, cor, tonalidade, textura, estrutura). O mapeamento foi realizado através da delimitação das manchas de vegetação arbórea sobre a base cartográfica, no ambiente de sistema de informações geográficas (gvSIG), através de metodologias, onde foi determinado o tamanho do polígono, sendo de 30x30 totalizando 900m<sup>2</sup>. Os polígonos menores, considerados não significantes não foram mapeados. O mapeamento possui precisão compatível com a escala 1:10.000. No entanto, será apresentado numa escala reduzida de, aproximadamente, 1:125.000 para efeito de representação. O mapeamento da cobertura arbórea foi realizado sobre um plano de informação relacionado a banco de dados espaciais. Este banco de dados foi gerado considerando os atributos: tamanho (área), classificação do maciço florestal e função. O mapa termal foi utilizado como ferramenta de auxílio para avaliar a qualidade ambiental junto com a cobertura arbórea, uma vez que espera-se um efeito da cobertura arbórea na temperatura. Com base no mapeamento termal do município de Guarulhos (Oliveira *et al.*, 2008), foram subdivididas as faixas com características homogêneas em termos de valores, aqui consideradas como zonas termais homogêneas (ZTH). O resultado final do mapeamento da cobertura arbórea do município de Guarulhos, com base no levantamento de fotos aéreas de 2008 na escala 1:5.000 é apresentado Figura 1. O mapeamento da cobertura arbórea do município de Guarulhos resultou num total de 128.774.040,7m<sup>2</sup> (12.877,4ha). Considerando que a área do município é de 318.852.532m<sup>2</sup> (31.885,2ha) tem-se que Guarulhos conta com cerca de 40,4% do seu território recoberto por vegetação arbórea em 2008. Com base nas zonas do mapeamento termal classificadas segundo OLIVEIRA *et al* (2008) foi quantificada a cobertura arbórea existente. Comparando-se os dados relativos as temperaturas envolvidas e a quantidade de cobertura arbórea associada, fica evidente haver uma clara correlação (negativa) entre a cobertura arbórea e as altas temperaturas de superfície. Quanto maior a quantidade de cobertura arbórea, menor é a temperatura relacionada à região. Os resultados foram consistentes e as análises conclusivas podem ser consideradas de grande utilidade no planejamento ambiental-urbano de Guarulhos. Através dos resultados pôde verificar a clara alteração do meio provocada pela ação constante do homem, retirando a cobertura arbórea de forma desordenada, provocou ilhas de calor em diversas regiões. Aspectos importantes que merecem ênfase são: A necessidade de fortalecimento no controle da destruição da cobertura arbórea (desmatamento) nos bairros periféricos que ainda apresentam maciços florestais significativos; A possibilidade de estabelecimento de projetos de implantação de bosques (florestas urbanas) para a recuperação ambiental dos bairros que apresentam ICAH baixo; A promoção de uma política de educação ambiental adequada as diferentes realidades, enfatizando a importância da proteção da cobertura arbórea nos bairros periféricos e a importância do plantio de espécies arbóreas nos bairros com baixo ICAH.

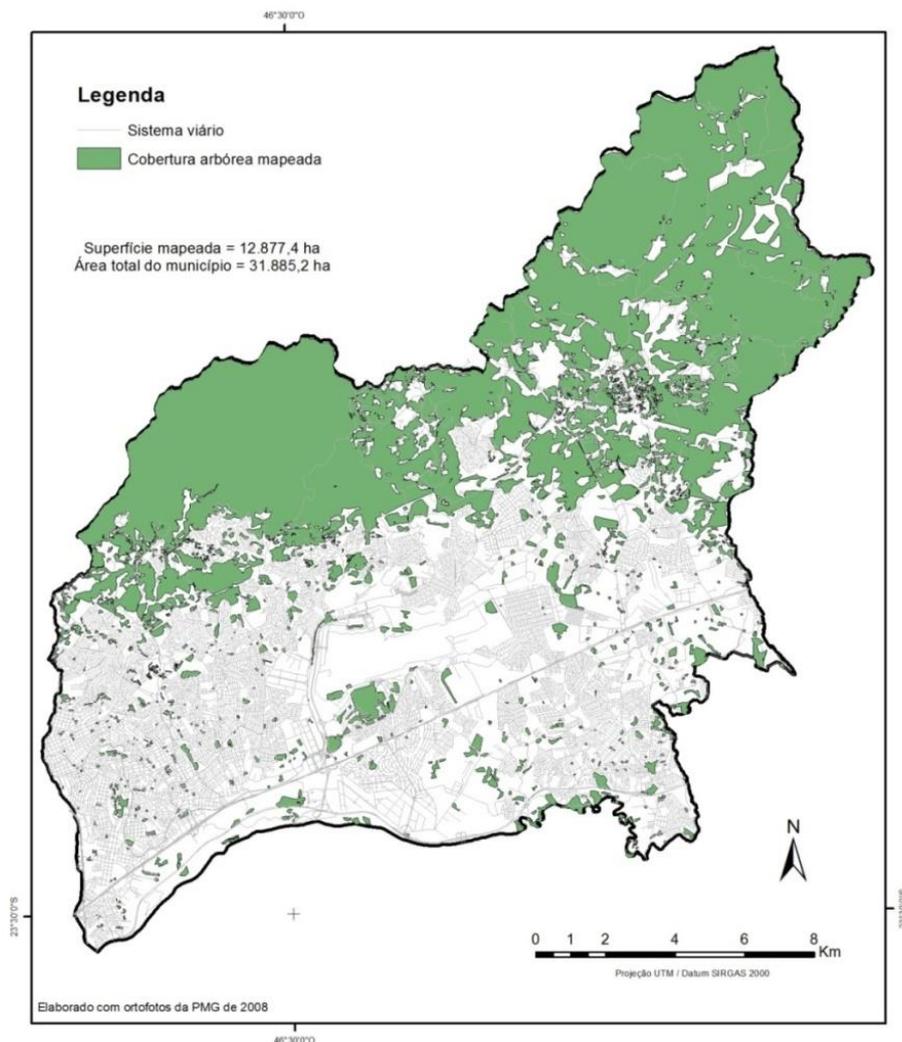


Figura 1. Mapa da Cobertura Arbórea do município de Guarulhos.

#### Referências

- Bias, E.S.; Baptista, G.M.M. & Lombardo, M.A., 2003. Análise do Fenômeno de Ilhas de Calor Urbanas, por meio da combinação de dados Landsat e Ikonos. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 11, 2003. Belo Horizonte. Anais... São José dos Campos: INPE, p 1741 - 1748.
- Oliveira A.M.S., Andrade M.R.M., Queiroz W. & Sato S.E. 2009. Bases geoambientais para um sistema de Informações ambientais do município de Guarulhos. Laboratório de Geoprocessamento da Universidade de Guarulhos, Guarulhos, 2009. 178p. 4v. Mapas. (Relatório FAPESP – Processo 05/57965-1).



## PLANO DE MANEJO DE DUNAS DE JAGUARUNA-SC: DOS CONFLITOS DE USO A UMA PROPOSTA INÉDITA DE GESTÃO COSTEIRA INTEGRADA

Nelson Luiz Sambaqui Gruber<sup>1</sup>, Eduardo Guimarães Barboza<sup>1</sup>, Eduardo Marques Martins<sup>2</sup>, Samanta da Costa Cristiano<sup>2</sup>, Gabriela Camboim Rockett<sup>2</sup>, Maria Luiza Correa da Camera Rosa<sup>1</sup>, Ricardo Burgo Braga<sup>3</sup>, José Luis Ballestrin Fontes<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Centro de Estudos em Geologia Costeira e Oceânica (CECO) – Instituto de Geociências (IG) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), << nelson.gruber@ufrgs.br >>; <sup>2</sup>Programa de Pós-Graduação em Geociências – IG/UFRGS; <sup>3</sup>Laboratório de Gerenciamento Costeiro (CECO/IG/UFRGS); <sup>4</sup>Associação dos Balneários de Jaguaruna (ABJ)

O município de Jaguaruna localiza-se no litoral sul do Estado de Santa Catarina, ocupa uma área de 330 km<sup>2</sup> e tem um pouco mais de 17.000 habitantes (Figura 1). Apresenta rico patrimônio arqueológico e ambiental e praias de grande beleza cênica. Não obstante, é exatamente nesse território singular que, em seus quase 40 km de orla, ocorre uma série de conflitos de uso e ocupação do solo, e gestão de Áreas de Preservação Permanente (APPs), sobretudo junto aos setores praias. Esta área tem sido pressionada por processos de urbanização nas últimas décadas, tanto parcelamentos formais como informais, e observam-se diferentes níveis de ocupação caracterizados por intensidades de uso distintas em cada balneário e predomínio de moradias de segunda residência (ocupação sazonal para veranismo). Tal condição culminou em um embargo, promovido pelo Ministério Público Federal (MPF) em 2011, a novas áreas de ocupação e de urbanização na zona costeira municipal. O projeto “Diagnóstico e Plano de Manejo de Dunas Frontais de Jaguaruna”, coordenado pela equipe do Centro de Estudo em Geologia Costeira e Oceânica (CECO) do Instituto de Geociência (IG) da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), surgiu com o objetivo de subsidiar informações relevantes para o planejamento e a gestão de orla municipal, no que tange a erosão das praias, a degradação das dunas frontais, a definição de limites em APPs e a vulnerabilidade dos sistemas costeiros frente aos impactos naturais e antrópicos, para a configuração de estratégias de desenvolvimento sustentável para a proteção dos recursos naturais, o equilíbrio entre as atividades antrópicas (socioeconômicas e culturais) e a preservação das APPs na área da Área de Proteção Ambiental (APA) da Baleia Franca. O trabalho contempla a elaboração de um Diagnóstico (1ª Fase) e um Plano de Manejo para as dunas frontais do município (2ª Fase). No entanto, em 2014, após a conclusão da 1ª Fase, foi necessário ampliar a área de trabalho (Figura 1) e alterar o plano de trabalho devido à conjectura e às necessidades locais observadas, e por solicitação do MPF, Sede Tubarão/SC, que está mediando a problemática na área, que demonstrou grande interesse em saber como tais estudos poderiam auxiliar na gestão e resolução dos conflitos locais. A partir disso, o trabalho foi reorganizado para a seguinte forma: (i) Levantamento de dados cartográficos, geológicos, biológicos, arqueológicos, fotogramétricos, estudos acadêmicos, instrumentos de planejamento e gestão dados antrópicos e de urbanização para a área inserida na APA da Baleia Franca, visando definição dos critérios de mapeamento para a gestão; (ii) Aferição em campo de dados geológico-geomorfológicos, antrópicos e conflitos na orla e na planície costeira do Município para auxiliar a atividade de mapeamento e de aprimorar a compreensão dos conflitos sociais na área de interesse; (iii) Análise em SIG de imagens de satélite e a elaboração de mapeamento em grande escala, visando identificar os limites entre as manchas urbanas consolidadas e não-consolidadas, dunas móveis e dunas semi-fixas ou vegetadas do sistema laguna-barreira holocênico na escala 1:10.000; (iv) Reuniões com o Grupo Gestor sob a Coordenação do MPF/Tubarão para a apresentação do quadro do detalhamento e definição e aval dos aspectos legais e ambientais para as áreas de conflito e ações propostas; (v) Palestras e Reuniões com a Comunidade de Jaguaruna visando explanação dos aspectos e limites definidos; (vi) Aplicação, para caracterização de aspectos da dinâmica sedimentar, de GEORADAR (GPR), DGPS, Laser SCAN e Modelagem Sistema de Modelagem Costeira SMC (Cantábria-Espanha), que se mostraram fundamentais para definir características da estratigrafia do Holoceno tardio, dos terrenos costeiros analisados; (vii) Ampliação do número, frequência e especificidades de atividades de campo, contando com equipes multidisciplinares maiores e maior recobrimento de área; (viii) Workshops metodológicos com o objetivo adequar o estudo e contemplar às solicitações do MPF/Tubarão; (ix) Participação de especialistas nacionais e internacionais em Jaguaruna/SC, nas Reuniões com o MPF, em Audiências Públicas, em palestras junto à Comunidade e em Cursos para Gestores do Município. Estes procedimentos foram determinantes para a identificação dos conflitos de uso e ocupação do solo junto à orla e no interior da barreira costeira (área de

*Imbé, outubro de 2015*

expansão do Projeto), compreensão dos processos de urbanização e caracterização da pressão ocupacional na zona costeira municipal, o que qualificou para a gestão municipal o significado dos padrões de barreiras transgressivas ou regressivas, e as vulnerabilidades ambientais. Durante o desenvolvimento do Projeto, a equipe de trabalho se somou às reuniões promovidas pela Secretaria de Planejamento (SC), através de sua Diretoria de Desenvolvimento Regional e das Cidades e do Comitê Gestor do Programa de Gerenciamento Costeiro de Santa Catarina (GERCO/SC), com os atores sociais diretamente envolvidos com a problemática. Do diálogo mantido e promovido pelos/nos encontros foi gerado o documento “Roteiro Metodológico: Abordagem para Análise e Construção de Termos de Ajuste de Conduta”, que tem por objetivo apontar e aportar medidas de consenso para o gerenciamento de conflitos de ocupação nos municípios do Litoral Sul de SC. Este documento foi entregue ao MPF em 2014. Em 2015, o Projeto e o processo construído entorno dele já foram o tema central de duas Audiências Públicas: na Assembleia Legislativa do Estado de Santa Catarina e na Câmara de Vereadores de Jaguaruna, nas quais obteve o aval e o assentimento dos presentes como meio mais eficaz para o equacionamento dos problemas relacionados à gestão territorial municipal e à necessidade de implementar o paradigma do “desenvolvimento sustentável”. A complexidade da conjuntura observada e verificada, que tem como palco o dinamismo da zona costeira, permitiu que o conhecimento acadêmico voltasse com dividendos à sociedade que o estimula, institucionalizado na UFRGS e seus apoiadores, tornando-o a voz mediadora entre as instituições jurídicas (MPF), que orchestra o processo, o município e a sociedade civil, os atores sociais principais, na busca de viabilizar o desenvolvimento de forma sustentável, através de fóruns de discussão.

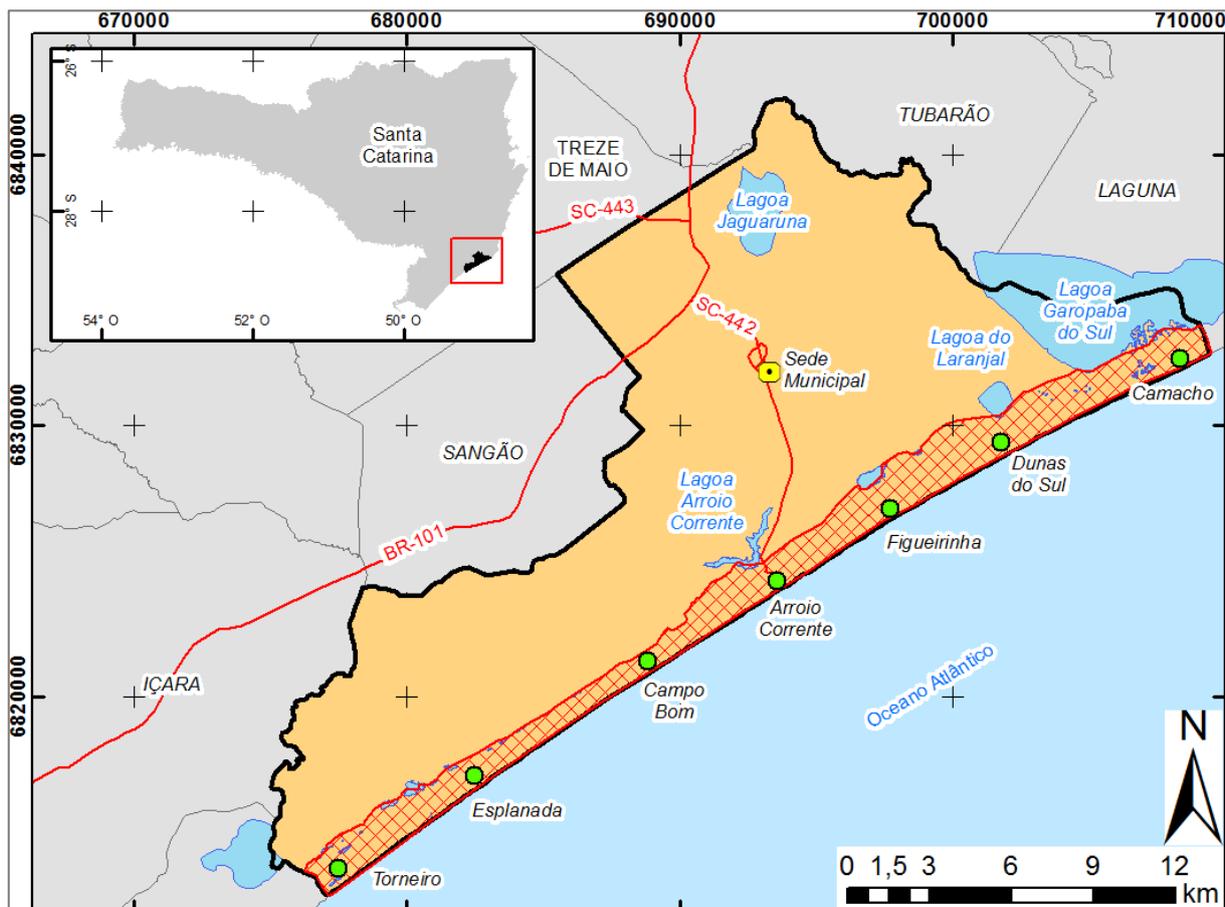


Figura 1. Localização do município de Jaguaruna, de seus principais balneários (pontos verdes) e da área de interesse do projeto “Diagnóstico e Plano de Manejo de Dunas Frontais de Jaguaruna” (hachura vermelha).



XV CONGRESSO DA ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA  
DE ESTUDOS DO QUATERNÁRIO - ABEQUA

## PROMOÇÃO E REALIZAÇÃO



## PATROCINADORES



## APOIADORES





## VOCÊ SABE COMO SEPARAR OS RESÍDUOS SÓLIDOS?

		
<b>NÃO-REICLÁVEIS</b>	<b>REICLÁVEIS</b>	<b>ORGÂNICOS</b>
Papéis sujos e engordurados como guardanapos, papel toalha, papel higiênico e lenços Etiquetas adesivas e adesivos Papéis metalizados e plastificados CD's Espelho e Pirex Porcelana e Cerâmica Lâmpadas	Papéis em geral (papelão, jornal, revistas...) Plásticos em geral (embalagens, copos, garrafas,...) Metais em geral (latas de bebidas, tampas, embalagens descartáveis,...) Vidros em geral (garrafas, copos, vidro de janela,...) Embalagens longa vida	Erva-mate Casca e restos de frutas (banana, bergamota, laranja, maçã...) Borra de café
<b>PARA ONDE SÃO DESTINADOS TODOS ESSES RESÍDUOS?</b>		
<b>ATERRO SANITÁRIO</b>	<b>RECICLAGEM</b>	<b>ECOHORTA</b>

*“A Assessoria de Gestão Ambiental o órgão da UFRGS responsável pela elaboração, implementação e acompanhamento do Sistema de Gestão Ambiental da UFRGS. Está diretamente vinculada ao Gabinete do Reitor e tem por função gerenciar todos os programas e projetos em que se baseia o funcionamento do AGA, além de acompanhar todos os processos no âmbito da Universidade que apresentem aspectos relacionados a questões ambientais.”*

Para acessar essas e outras informações sobre o Sistema de Gestão Ambiental da UFRGS: << [www.ufrgs.br/sga](http://www.ufrgs.br/sga) >>.

Reduza, reuse, recicle. Leve essa ideia!