

O USO DE DIATOMÁCEAS COMO BIOINDICADORES PALEOAMBIENTAIS NA COSTA BRASILEIRA.

Fábio Campos Pamplona Ribeiro¹; Cristina do Socorro Fernandes de Senna².

¹ Pós-graduação em Botânica Tropical, UFRA/MPEG (fbpamplona@yahoo.com.br); ² Coordenação de Ciências da Terra e Ecologia, MCT/MPEG.

Abstract. The diatoms as all biologic system, adapted to a complex of environmental factors along its evolutive history. The diatoms can be used like bioindicators in a extensive range of interpretations about conditions as actual as in the past, such as: pH, water chemistry composition, organic pollution resistance, salinity, trophic state (nutrients), depth, turbulence grade and stratification. Diatom analysis in Quaternary depositional environments have shown historical changes on aquatic ecosystems due to human or natural influences, with emphasis for estuaries. However, in Brazil there are few works related to this theme, which studies had been intensified in the 80's decade. The aim of this paper is increase the knowledge of the practical use of diatoms analysis for reconstruction of both marine and estuarine environments along Brazilian coast. The data were obtained from cores located in various Brazilian States as Bahia, Maranhão, Pará, Pernambuco and São Paulo. Were recognized the main analysis methods as well as correlation between diatom floras found and dated in the coastal areas studied.

Palavras-chave: diatomáceas, sedimentos, Quaternário Costeiro

1. Introdução

Diatomáceas são organismos silicosos unicelulares simples, ou formando filamentos ou ainda colônias, extremamente abundantes, com ampla distribuição geográfica, ocupando os mais diversos habitats. São algas cosmopolitas, ocorrendo nos ambientes aquáticos, terrestres ou subaéreos, podendo viver fixas em macroalgas, fanerógamos e no sedimento (Bold & Wynne 1985).

Segundo (Margulis & Schwartz 2001), ocorrem na natureza cerca de 250 gêneros e cerca de 100.000 espécies incluindo, aproximadamente, 70 gêneros fósseis.

As diatomáceas, como todo sistema biológico, sejam organismos, população ou comunidade, adaptaram-se a um complexo

de fatores ambientais ao longo da sua história evolutiva.

Podem ser usadas como bioindicadores em uma extensa gama de interpretações sobre as condições tanto atuais quanto pretéritas, tais como: pH, composição química da água, resistência à poluição orgânica (saprobidade), salinidade, estado trófico (nutrientes), profundidade, grau de turbulência e estratificação (Moro & Fürstenberger 1998). Além disso, diatomáceas podem inferir fenômenos de origem natural (climáticos, eustáticos e isostáticos) ou causados por atividades humanas, tais como erosão e redeposição de estrato sedimentar, eutrofização e acidificação (Miller & Florin 1989).

Este artigo tem como objetivo reunir trabalhos referentes ao estudo de diatomáceas em sedimento promovendo um maior conhecimento do uso prático desses

microorganismos nas reconstruções de ambientes costeiros Quaternários.

2. Áreas de estudo e Metodologias.

2.1. Áreas de estudo

Do Brasil foram reunidos alguns trabalhos dos seguintes estados: Bahia, Maranhão, Pará, Pernambuco e São Paulo.

Na Bahia, (Gomes *et al.* 2003) utilizaram diatomáceas tentando estabelecer as mudanças ambientais ocorridas na bacia de captação da Baía de Iguape. A Baía de Iguape é um elemento do estuário do Rio Paraguaçu e destino final das águas drenadas da bacia de captação deste rio.

No Maranhão, (Nascimento *et al.* 2003), realizaram um estudo da evolução paleogeográfica através da análise qualitativa e quantitativa de diatomáceas na Lagoa Caçó, esta lagoa está situada ao norte do estado do Maranhão, a 100 Km de distância do mar, próxima aos Lençóis Maranhenses, sendo resultante do barramento de uma antiga drenagem num campo de dunas.

Em Pernambuco, (Souza *et al.* 2003) e (Oliveira *et al.* 2003) realizaram estudos paleoambientais com diatomáceas respectivamente na Lagoa das Diatomáceas e Lagoa Olho D'Água. A Lagoa das Diatomáceas situa-se no Bairro de Dois Irmãos na cidade de Recife, sendo caracterizada como sendo uma antiga lagoa de restinga, hoje transformada em uma baixada alagada e preenchida por um material turfoso (Souza *et al.* 2003). A Lagoa Olho D'Água está localizada na região sul da Grande Recife, no município de Jaboatão dos Guararapes, a lagoa está cercada por áreas residências onde sua vegetação atual é composta principalmente

por remanescentes de manguezais (Oliveira *et al.* 2003).

No estado de São Paulo, (Ybert *et al.* 2003) realizaram análises em sedimentos orgânicos, incluindo seus conteúdos de pólen e diatomáceas provenientes de uma floresta pantanosa na planície costeira da Cananéia – Iguape (SP). A área está constantemente alagada e com o solo consistindo de um acúmulo de restos vegetais parcialmente decompostos.

No Estado do Pará, (Machado 2003) e (Ribeiro 2004), realizaram estudos com diatomáceas em sedimentos no estuário do Rio Marapanim. Este estuário apresenta foz que com livre conexão com o mar, baixo relevo, sendo dominado por macromarés (> 4 m) semidiurnas, combinadas localmente com ação de ondas na foz estuarina (Machado 2003). (Ribeiro 2004), mais especificamente analisou amostras procedentes do Lago da Aranha situado na planície costeira do município de Magalhães Barata (PA), a qual integra a Costa Atlântica do Nordeste Paraense.

2.2. Métodos de amostragem e extração

Os métodos utilizados na amostragem foram variáveis de acordo com os objetivos propostos pelos diferentes estudos. Alguns trabalhos foram realizados em sedimentos provenientes de testemunhos (Oliveira *et al.* 2003, Souza *et al.* 2003, Gomes *et al.* 2003, Nascimento *et al.* 2003 e Ribeiro 2004). (Ybert *et al.* 2003) coletaram amostras sedimentares diretamente de uma trincheira drenada. Já (Machado 2003), coletou sedimentos superficiais com um amostrador de sedimento com área de 25 cm².

A maioria dos métodos de extração das diatomáceas incluiu passos para a eliminação de material indesejado que prejudicava a análise. Em grande parte dos casos, uma

oxidação forte foi utilizada para eliminar matéria orgânica e carbonatos, esta consistiu basicamente do ataque químico com H₂SO₄ (ácido sulfúrico) e H₂O₂ (água oxigenada) (Souza *et al.* 2003); ácido nítrico 70 % (HNO₃) e H₂O₂ 90 % - (Nascimento *et al.* 2003); e HNO₄– (Oliveira *et al.* 2003); ácido nítrico, HCL 10% (ácido clorídrico) e KOH 10% (hidróxido de potássio) – (Ybert *et al.* 2003); (Machado 2003 e Ribeiro 2004) - utilizaram apenas o processo de filtragem por redes de malha fina (20 à 120 µm de abertura de malha) na triagem da amostras. Ainda em relação à extração, os autores (Gomes *et al.* 2003) não descreveram as metodologias, citando apenas outros autores.

2.3. Identificação, reconstruções paleoambientais e datações

Em todos os trabalhos a identificação e a ecologia das espécies estiveram baseadas em obras de autores consagrados no assunto e a reconstrução paleoambiental foi feita através da analogia com espécies contemporâneas existentes nas áreas juntamente com análises sedimentares.

Na maioria dos trabalhos, (exceto Machado 2003) os sedimentos foram datados usando o método de datação por radiocarbono (baseado no decaimento do ¹⁴C, isótopo radioativo do Carbono). Todos os trabalhos estiveram situados no período Quaternário, (Nascimento *et al.* 2003) abrangeu em seu estudo a época do Pleistoceno – 1,8 milhões de anos atrás - e a época do Holoceno - últimos 10.000 anos – foi abrangida por (Gomes *et al.* 2003, Oliveira *et al.* 2003, Souza *et al.* 2003, Machado 2003, Ybert *et al.* 2003 e Ribeiro 2004)

3. Resultados e Discussão

Na Bahia, (Gomes *et al.* 2003), sugeriram que entre 900 e 250 anos A. P., a Baía de Iguape recebeu uma forte influência de águas marinhas, sendo bioindicada pela presença de *Thalassiosira nanolineata* (Mann) Fryxell & Hasle, com o nível do mar 70 cm acima do presente, espécies tipicamente estuarinas como *Cyclotella stylonum*, *Surirella fastuosa* e *S. febigerri*. No topo dos testemunhos, foi verificado um aumento na porcentagem de *Aulacoseira granulata* (Ehrenberg) Simonsen indicando um ambiente oligoalóbio (baixa salinidade) ocasionado por fechamento da Represa de Pedra do Cavalo.

No Maranhão, (Nascimento *et al.* 2003), encontraram diatomáceas planctônicas como dominantes em perfis coletados no meio do lago, e em um perfil marginal, diatomáceas epífitas dominantes. Assim, através do conhecimento do habitat preferencial dessas espécies foram estabelecidas zonas de ocorrência chegando ao nível do lago Caçó. Então, no início dos seus registros entre 21.000 e 18.200 anos cal. A.P. (Último Máximo Glacial), o lago apresentou nível de suas águas mais baixo (diatomáceas epífitas). De 18.200 a 16.200 anos A.P. o ambiente foi marcado pelo aumento lento e gradual do nível de suas águas (aumento das diatomáceas planctônicas). Em 14.900 e 13.280 anos cal. A. P. o lago atingiu o apogeu com condições de águas profundas (diatomáceas planctônicas). Por volta de 12.000 a 6.900 anos cal. A.P. experimenta uma diminuição dos níveis de suas águas (diatomáceas epífitas). E de 5.000 anos cal. A.P. até hoje, são observadas fases de diminuição e aumento do nível de suas águas, sugerindo períodos de grande umidade, pontuados por curtos eventos de seca.

Em Pernambuco, (Souza *et al.* 2003), caracterizaram a coluna estratigráfica como

sendo composta principalmente por gêneros epífitos (*Actinella*, *Amphora*, *Cocconeis*, *Eunotia*, *Fragilaria*, *Frustulia*, *Gomphonema* e *Rhopalodia*), gêneros bentônicos (*Navicula*, *Neidium*, *Nitzschia*, *Surirella*) e planctônicos (*Aulacoseira*, *Cyclotella* e *Skeletonema*). Houve o predomínio dos gêneros oligalóbios e litorais onde destacaram-se em termos de abundância e frequência: *Actinella brasiliensis*, *Anomoeoneis serians*, *Eunotia pectinalis* e *Frustulia rhomboides*. Essas espécies sugeriram a existência de um ambiente lacustre, de pequena profundidade. A idade mais antiga datada nos sedimentos foi de 7000 anos A.P..

Em Pernambuco, (Oliveira *et al.* 2003) observaram nos sedimentos superficiais de um perfil (0-10 cm), um predomínio de diatomáceas de água doce (gêneros *Cyclotella*, *Navicula*, *Eunotia*, *Desmogonium*, *Pinnularia*) e poucos representantes de mangue e marinho (ex., *Melosira sulcata*)- sugerindo forte influência lacustre. Abaixo dos 10 cm iniciais até a marca de 170 cm, predominaram somente diatomáceas marinhas (gêneros *Melosira*, *Coscinodiscus*, *Actinoptychus*, *Raphoneis*, *Plagiogramma*, *Navicula* (*N. Lyra*), *Grammatophora*, *Terpsinoe*, *Campylodiscus*) – sugerindo um aumento gradual do nível do mar. De 170 até 266 cm não foram encontradas diatomáceas-sugerindo o nível relativo do mar mais baixo que o atual no Holoceno Tardio.

(Ybert *et al.* 2003) registraram a presença de espécies marinhas somente na base, onde entre as profundidades de 280 à 210 cm, (*Actinoptychus hookeri*, *Actinoptychus senarius*, *Actinoptychus splendens*, *Actinoptychus vulgaris*, *Biddulphia rhombus*, *Diploneis bombus*, *Nitzschia panduriformes*, *Polymixis*

coronalis, *Raphoneis* sp., *Thalassiosira* sp., *Triceratium patagonicum*) indicando que o mar atingiu a área de estudo a cerca de 5.700-3.470 anos A.P., durante uma transgressão formando na região uma lagoa. Foram também encontradas espécies de ambiente marinho litoral ou estuarino (*Cyclotella stylorum*, *Paralia sulcata*, *Triceratium favus*), continental, estuarino ou salobro (*Achnanthes brevipes*, *A. longipes*, *Cyclotella striata*, *Surirella rorata*, *Terpsinoe musica*) e continental de água doce (*Eunotia diodon*, *Cocconeis placentula*). Em 3.400 anos A.P., a lagoa secou e foi substituída por um pântano de água doce (predominância de pólen de espécies de pântano) devido ao baixo nível do mar.

No Estado do Pará, (Machado 2003) efetuou um levantamento preliminar da diatomoflora da camada superficial do sedimento do Manguezal do Rio Marapanim, onde foram identificadas 55 espécies de diatomáceas, as espécies *Actinoptychus trilingulatus*, *Bacillaria paxilifera*, *Cerataulus smithii*, *Coscinodiscus centrales*, *C. jonesianus*, *C. obscurus*, *C. oculus iridis*, *Cyclotella striata*, *C. stylorum*, *Diploneis crabo*, *Ditylum brightwelli*, *Melosira arctica*, *Navicula peregrina*, *Odontella rhombus*, *Paralia sulcata*, *Pleurosigma disturtum*, *Terpsinoe musica*, *Thalassiosira leptopus* e *Triceratium favus* ocorreram em 100% das amostras caracterizando a diatomoflora bentônica da área estudada.

Na mesma área, (Ribeiro 2004) realizou o primeiro estudo com diatomáceas preservadas em sedimentos holocênicos (6.850 anos A.P.) - voltados à indicação de paleoambientes – coletados de um testemunho (528 cm) no lago da Aranha, estuário do rio Marapanim, Estado do Pará, onde *Paralia sulcata*, *Thalassiosira leptopus*, *Nitzschia scalaris*, *Eunotia flexuosa* e *Eunotia curvata* destacaram-se pelos maiores valores de abundância relativa. Estes dados,

associados à frequência de ocorrência das espécies, tipo de sedimento e às datações radiocarbônicas, individualizaram cinco paleoambientes relacionados a transgressões e regressões marinhas. Uma zona basal - limnética - *E. flexuosa*, *E. curvata* e *E. monodon* por ocorrerem em 100% das amostras. Uma zona seguinte - ambiente marinho/estuarino - transgressão marinha - *Actinoptychus senarius*, *Coscinodiscus argus*, *C. oculus iridis*, *Diploneis bombus*, *P. sulcata*, *Thalassiosira eccentrica* por ocorrerem em 100% das amostras. Uma zona superior - limnética com leve conteúdo salino - *Desmogonium guianense*, *E. curvata*, *E. flexuosa*, *N. scalaris*, *P. sulcata*, *Pinnularia viridis*, *P. pinedana*, *T. eccentrica* e *Triceratium favus* por ocorrerem em 100% das amostras. A zona seguinte também limnética, porém com elevada acidez - regressão marinha - *E. flexuosa*, *E. curvata* e *P. viridis* - 100% das amostras. E no topo do testemunho ocorreu novamente ambiente limnético, porém com maior conteúdo salino - nova transgressão marinha - *A. senarius*, *C. striata*, *E. flexuosa*, *N. scalaris*, *P. sulcata*, *P. viridis*, *T. eccentrica* e *T. leptopus* - 100% das amostras.

As diatomoflórulas de ambientes de água doce (limnéticos) tiveram forte correlação entre os trabalhos de (Oliveira *et al.* 2003) - sedimentos superficiais - 10 cm de profundidade), (Souza 2003) e (Ribeiro 2004) - ecozonas limnéticas - sugerindo assim, que essas diatomáceas se depositaram em ambientes semelhantes.

As diatomoflórulas dos ambientes marinho e estuarino tiveram forte correlação entre os trabalhos de (Oliveira *et al.* 2003) - sedimentos com profundidade de 10-170 cm), (Machado 2003), (Ribeiro 2004 -

ecozonas marinho/estuarinas) e (Ybert *et al.* 2003),

Algumas mudanças paleoambientais importantes foram identificadas pelos autores, foram elas:

O período do Último Máximo Glacial - (Nascimento *et al.* 2003).

Mudanças climáticas inferidas por Nascimento *et al.*, 2003 - períodos de grande umidade intercalados por curtos eventos de seca (a partir de 5.000 anos A.P. até hoje).

Oscilações do nível do mar (transgressões e regressões marinhas) inferidas por (Gomes *et al.* 2003, Oliveira *et al.* 2003, Ribeiro 2004 e Ybert *et al.* 2004 - transgressão em 5.700 anos A.P. e regressão em 3.400 anos A.P.).

4. Conclusões

A maioria dos trabalhos reconstruiu mudanças ambientais regionais conectadas com mudanças globais ocorridas no Quaternário no Pleistoceno e Holoceno tais quais períodos glaciais e interglaciais. As assembléias diatomológicas de áreas em diferentes partes da costa brasileira tiveram grande similaridade de gêneros. As diatomáceas se mostraram excelentes bioindicadores paleoambientes atualmente sendo utilizadas em diversas partes do mundo. No Brasil os estudos com diatomáceas ainda são escassos e mal estruturados, porém essa área encontra-se em pleno desenvolvimento.

5. Referências

- BOLD, H. C. & WYNNE, M. J. 1985. Introduction to the algal. Structure and reproduction. 2a ed. Prentice-Hall. New Jersey, 720p.
- GOMES, D. F.; BRICHTA, A.; SILVA, E. M.; FERNANDES, L. F. 2003. Diatomáceas como indicadoras de mudanças

- ambientais da Baía de Iguape – Baixo Paraguaçu – (Bahia, Brasil). CD-ROM - IX Congresso da Associação de Estudos do Quaternário.
- MACHADO, R. J. A. 2003. Composição florística e abundância relativa da diatomoflórula da camada superficial do sedimento do manguezal do rio Marapanim (PA). Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Federal do Pará. Belém.
- MARGULIS, L. & SCHWARTZ, K. V. 2001. Cinco Reinos: Um Guia Ilustrado dos Filos da Vida na Terra. Editora Guanabara Koogan S. A. Rio de Janeiro – RJ. 497 p.
- MILLER, U. & FLORIN, M.-B. 1989. Diatom analysis. Introduction to methods and applications. In: *Geology and Paleoecology for Archaeologists*, ed. T. Hackens & U. Miller, PACT, 24, 133-57.
- MORO, R. S. & FÜRSTENBERGER, C. B. 1998. Catálogo dos principais parâmetros ecológicos de diatomáceas não-marinhas. Ponta Grossa, Ed. UEPG. 282 p.
- NASCIMENTO, L. R.; SIFEDDINE, A.; ALBUQUERQUE, A. L. S.; TORGAN, L. C.; GOMES, D. F. 2003. Estudo da evolução paleohidrológica do Lago Caçó (MA-Brasil) nos últimos 20.000 anos inferido através das diatomáceas. CD-ROM - IX Congresso da Associação de Estudos do Quaternário.
- OLIVEIRA, P. E.; SANTIAGO – HUSSEIN, M. C.; FERNANDES, R. S.; SUGUIO, K.; FRANCA-BARRETO, A. M.; BEZERRA, F. H. R..2003. Reconstrução paleoambiental do Holoceno da Lagoa Olho D'água (Recife, PE) através de análises diatomológica e palinológica. CD-ROM - IX Congresso da Associação de Estudos do Quaternário.
- RIBEIRO, F. C. P. 2004. As Diatomáceas como Elemento nos Estudos dos Movimentos de Transgressão e Regressão Marinha na Costa Nordeste Paraense durante o Holoceno. Universidade Federal do Pará. Trabalho de Conclusão de Curso. Belém, 47p.
- SOUZA, G. S.; KOENING, M. L.; ESKINAZI-LEÇA, E.; COELHO, M. P. C. A.. 2003. Distribuição estratigráfica das diatomáceas (Bacillariophyceae) em sedimentos do Quaternário de Dois Irmãos, Recife – Pernambuco. CD-ROM - IX Congresso da Associação de Estudos do Quaternário.
- YBERT, J. P.; BISSA, W. M.; CATHARINO, E. L. M.; 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.