



Aplicabilidade dos foraminíferos bentônicos na restituição paleoambiental e no impacto antrópico da Laguna de Saquarema, Rio de Janeiro

Regina Lucia Machado Bruno

Recebido em 03 de setembro de 2013/Aceito em 19 de novembro de 2013

Departamento de Paleontologia e Estratigrafia. Universidade Federal do Rio de Janeiro (RJ), Brasil. E-mail: regina_forams@yahoo.com.br

Resumo

Foram realizadas três testemunhagens na Laguna de Saquarema, Rio de Janeiro, para avaliar a distribuição da assembleia de foraminíferos associados aos aspectos sedimentológicos, a fim de realizar uma reconstrução paleoambiental. Nos testemunhos T1 e T2, a biofácies At-Ap (*Ammonia tepida*-*A. parkinsoniana*) caracterizou-se por possuir abundância das espécies, como *Ammonia parkinsoniana*, *A. tepida* e *Elphidium excavatum*, entre outras, associada à composição de areia média a grossa e conchas desarticuladas, quebradas e fragmentadas, sugerindo avanço do nível do mar ocasionado por ondas de tempestades e variação do nível do mar, enquanto que a biofácies C-H (calcário-hialino) caracterizou-se por possuir alguns exemplares de foraminíferos e conchas, sugerindo recuo do nível do mar e consequente remobilização dos sedimentos marinhos em direção à linha de costa. O testemunho T3, coletado no canal da Barra Franca, diferenciou-se dos dois anteriores por apresentar as espécies *Poroepionides lateralis*, *Pseudononion papillatum* e *Nonion* spp, como as mais representativas, devido à influência praial, embora estejam em quantidades reduzidas ao longo do testemunho, em razão de atividades de dragagem e transporte sedimentar ocasionado pelas marés.

Palavras-chave: foraminífero, laguna, restituição paleoambiental, impacto antrópico.

Abstract

*Three cores were drilled at the Saquarema Lagoon, Rio de Janeiro, to evaluate the foraminifera assemblage distribution associated with sedimentological features, in order to perform a paleoenvironmental reconstruction. In cores T1 and T2, the Ap-At (*A. parkinsoniana*-*A. tepida*) biofacies were characterized by species abundance, such as *Ammonia parkinsoniana*, *A. tepida* and *Elphidium excavatum*, associated with the composition of medium to coarse sand with disarticulated, broken and fragmented shells, suggesting advance sea level occasioned by storm wave and sea level variations, while the C-H (calcareous-hyaline) biofacies were characterized by few foraminifera and shells, suggesting retreat sea level and subsequent remobilization of marine sediments toward the shoreline. The core T3, collected at the Barra Franca channel differed from the two cores previous by presenting*

the species Poroepionides lateralis, Pseudononion papillatum and Nonion spp as the most representative, due to the beach influence, although in small quantities throughout the core, due activities of dredging and tidal sediment transport.

Keywords: foraminifera, lagoon, paleoenvironmental restitution, anthropic impact.

1. Introdução

Os foraminíferos bentônicos possuem uma grande aplicabilidade em estudos de ambientes restritos, como baías, estuários e lagunas, pois são frequentemente utilizados em pesquisas envolvendo impacto ambiental e biomonitoramento (Laut *et al.* 2009), constituindo-se excelentes ferramentas para a reconstrução de paleoambientes costeiros, através da análise de biofácies em testemunhos (Patterson & Cameron, 1991). Diversos organismos como foraminíferos, moluscos, vermetídeos e paleocracas são utilizados na reconstrução paleoambiental de ambientes costeiros e servem como bioindicadores de paleoníveis marinhos (Angulo *et al.* 2002, Barbosa *et al.* 2005, Dias *et al.* 2009). No caso da reconstrução paleoambiental de laguna, Bruno (2012) documentou que parte da distribuição da assembleia de foraminíferos pode acompanhar os processos que envolvem a história deposicional sedimentar, incluindo níveis de energia hidrodinâmica.

As lagunas são originadas de antigas baías que foram fechadas pela formação e migração de cordões arenosos. Esse processo de formação envolve variações do nível do mar ocorrida no Pleistoceno e Holoceno, e eventos de ondas de tempestade (Kjerfve, 1986, Kjerfve, 1994). No Estado do Rio de Janeiro, Ireland (1987) e Turcq *et al.* (1999), realizaram pesquisas em lagunas, para verificar a reconstrução paleoambiental, incluindo a história sedimentar holocênica, através da utilização de testemunhagens, análise bioclástica e datações com carbono-14.

A Laguna de Saquarema está inserida em um sistema lagunar que em conjunto com outros sistemas lagunares formam uma série complexa de

lagunas que perfazem a morfologia costeira do Estado do Rio de Janeiro (Lamego, 1945). Essas lagunas possuem grande importância geológica devido a sua história de formação e evolução costeira (Davies, 1980), além de possuírem valor econômico, em razão principalmente da utilização de recursos hídricos, pelo controle de inundação e como receptor de efluentes domésticos e industriais tratados, e biológicos, por abrigar grande biodiversidade aquática (Esteves, 1998).

O presente trabalho visa avaliar a microfauna de foraminíferos em associação à composição sedimentológica registrada nos testemunhos da Laguna de Saquarema, RJ, para determinar: (i) espécies características de cada fase de transição ou estágio de evolução lagunar, através da análise das biofácies; (ii) níveis de energia de formação hidrodinâmica, com base no estado de preservação das conchas e (iii) correlação bioestratigráfica, a fim de realizar interpretações relacionadas ao modelo de empilhamento sedimentar e reconstrução paleoambiental, fornecendo dados que corroborem a evolução final do arcabouço sedimentar lagunar.

2. Área de estudo

O sistema lagunar de Saquarema é formado por quatro lagunas, Urussanga ou Mombaça, Jardim, Boqueirão e Fora ou Saquarema, sendo o canal de comunicação da Laguna de Fora com o mar designado de Barra Franca (*Fig. 1*). As lagunas de Saquarema e de Urussanga, ocupam duas antigas enseadas, sendo as margens setentrionais de Saquarema elevadas, devido à sua constituição

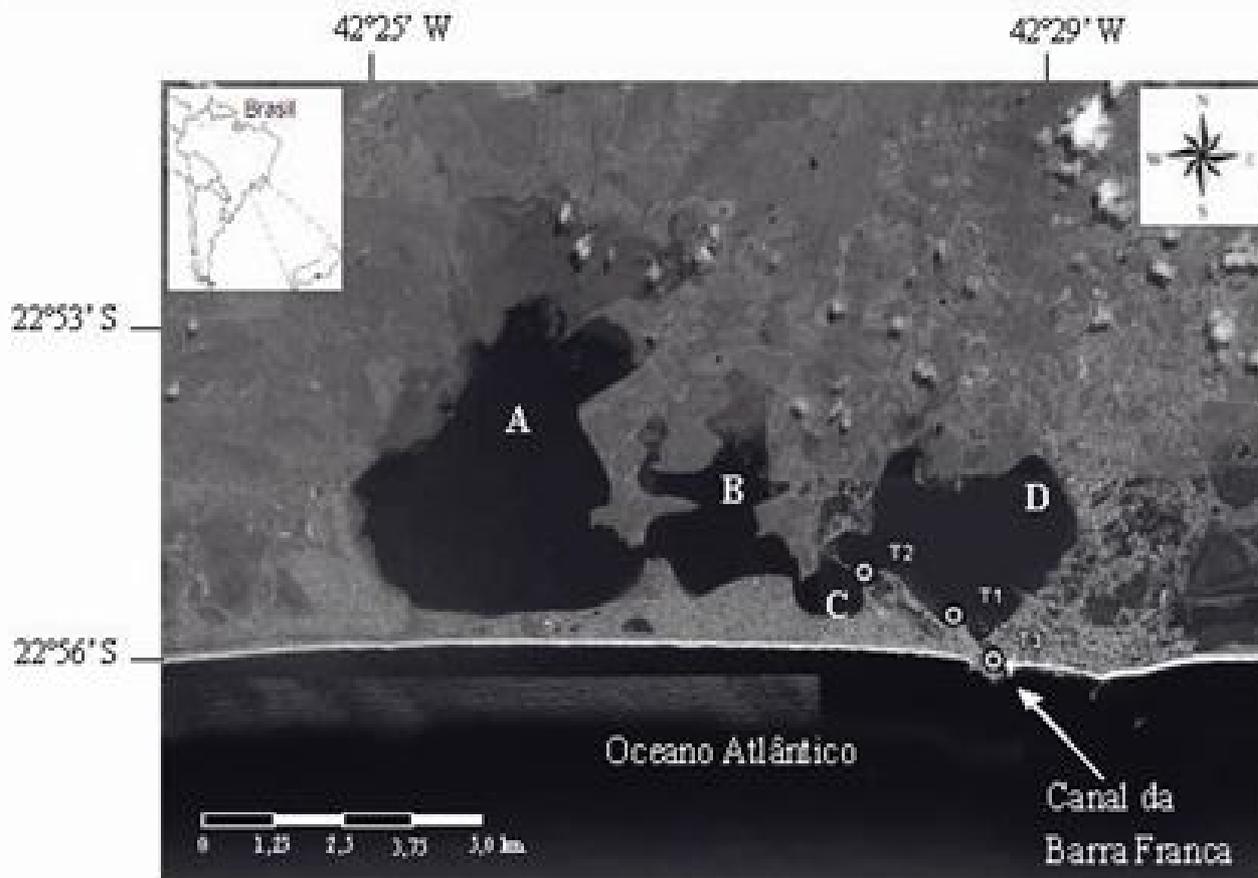


Fig. 1 – Sistema lagunar de Saquarema, RJ: (A) Laguna de Urussanga, (B) Laguna do Jardim, (C) Laguna do Boqueirão e (D) Laguna de Saquarema, com os pontos de coleta T1, T2 e T3.

gnáissica e as meridionais baixas e delimitadas por restingas (Lamego, 1945). Este sistema lagunar de Saquarema tem uma área aproximada de 21,2 km², estende-se por cerca de 11,8 km ao longo do litoral. Nas pontas estão as lagoas de Urussanga ou Mombaça (12,6 km²) e Saquarema ou Fora (6 km²), e no meio, os de Jardim (2 km²) e Boqueirão (0,6 km²). A Laguna de Urussanga, a maior de todas, é circundado por brejos ao norte e recebe os rios Mato Grosso (ou Roncador), Tingui e o Jundiá; a Laguna do Jardim recebe o rio Seco, que em todo o seu baixo curso é circundado por brejos; a Laguna do Boqueirão não tem rios afluentes e a Laguna de Saquarema ou de Fora, deságuam os rios Padre e Bacaxá. Estreitos manguezais são observados principalmente nas margens norte das lagoas Jardim e de Saquarema (Moreira, 1989, Guimarães, 2007) (Fig. 2).

Existem três bacias principais de W para E compondo o sistema lagunar de Saquarema, a bacia do Mato Grosso-Tingui, a bacia do rio Seco e a bacia do rio Padre. A primeira bacia drena para a Laguna de Urussanga, enquanto a Laguna de Saquarema recebe águas da bacia do rio Padre. O rio Seco, que atualmente tem uma descarga muito pequena, deságua na Laguna do Jardim. A área da bacia de drenagem do sistema lagunar de Saquarema corresponde aproximadamente 215 km² e possui dois tipos de influências climáticas: um clima sub-úmido seco a leste, que determina períodos prolongados de estiagem, com forte insolação e temperaturas elevadas, e a presença da Serra do Mato Grosso a oeste, que tem processos orográficos que influenciam principalmente a bacia de drenagem dos rios que desembocam na Laguna de Urussanga (Barros, 2003).

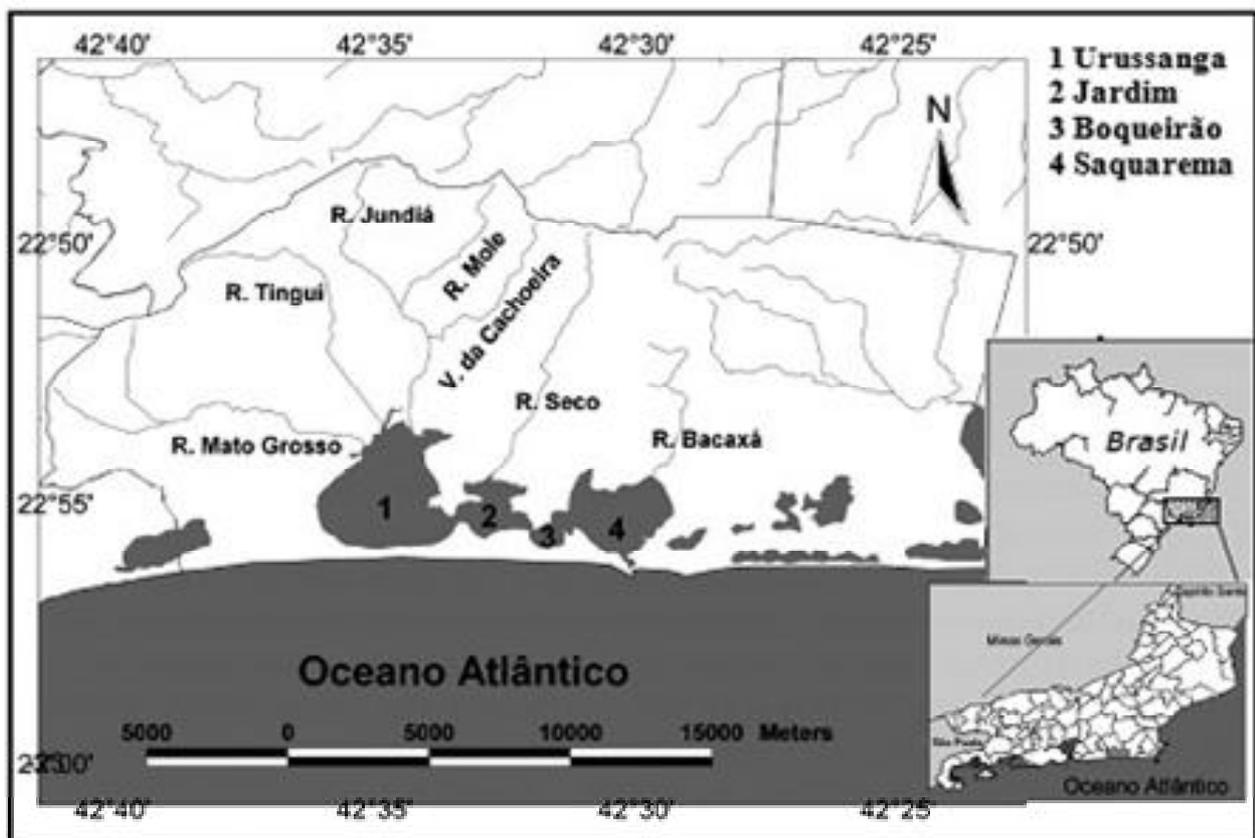


Fig. 2 – Distribuição fluvial do sistema lagunar de Saquarema, RJ (CIDE, 2001).

A Laguna de Saquarema é conectada ao mar por uma passagem transitória que é fortemente influenciada pela alternância de águas continentais e marinhas, sendo a salinidade variável, conforme o balanço hidrológico no canal da Barra Franca. O nível da Laguna de Saquarema sofre variações diárias consoantes às condições das marés (Resub lagos, 2001).

Devido à ocupação desordenada em Saquarema, em conjunto com efeitos naturais, o canal da Barra Franca teve uma tendência de se fechar, impedindo a entrada de organismos marinhos e conseqüente declínio da produção pesqueira, aumentando o aporte de despejos domésticos na Laguna de Saquarema, e favorecendo assim, o desequilíbrio ambiental (Carmouze *et al.* 1991). Com a finalidade de melhorar a qualidade da água e

a atividade de navegação, o Departamento de Obras e Saneamento tem realizado atividades de dragagem no canal (Fig. 3).

3. Materiais e métodos

Três testemunhagens foram realizadas na Laguna de Saquarema, RJ, com a utilização de tubos de PVC que foram introduzidos por mergulho. O primeiro testemunho T1 (22°55' S e 42°29' W) possui 178 cm de comprimento, o T2 (22°55' S e 42°30' W) e o T3 (22°56' S e 42°29' W) possuem 134 cm (Fig. 4). A salinidade do fundo foi mensurada nas três testemunhagens com valor médio de 42‰. Este caráter hipersalino da Laguna de Saquarema relaciona-se provavelmente a presença do canal da Barra Franca (canal de comunicação com o mar) e



Figs. 3 – (A) e (B) Canal da Barra Franca na Laguna de Saquarema, RJ (SERLA, 2001).

ao baixo índice de pluviosidade no em torno de 934,4 mm anuais na faixa correspondente à Laguna de Saquarema, segundo Barbière & Coe Neto (1999) e CPRM (2001).

No laboratório, os testemunhos foram subamostrados a cada 10 cm, com alíquota de 2 cm por amostra e padronizados em 30 ml, para a lavagem na peneira com malha de 0,062 mm de abertura e secagem na estufa a 50°C. Posteriormente, foi triado um mínimo de 100 indivíduos para a análise e identificação, seguindo referências especializadas. Conforme Patterson & Fishbein (1989) e Fatela & Taborba (2002), 100 indivíduos triados por amostra, constitui uma amostragem suficiente para identificar diferenças na abundância relativa. A triagem mínima de 100 indivíduos pode ser aplicada a ambientes restritos, como baías, estuário e lagunas, em razão destes ambientes apresentarem repetições consideráveis de espécies.

Utilizando conchas e fragmentos bioclásticos, foram realizadas datações com carbono-14 no laboratório Beta Analytic Inc. (Flórida), pela técnica do AMS e as idades radiocarbônicas obtidas foram calibradas empregando-se o programa *Radiocarbon Calibration Program (CALIB)* versão 6.0.1. (Stuiver & Reimer, 1993). Para o presente trabalho

foram datados com carbono-14, no testemunho T2, a base (130-125 cm) e o meio (55-50 cm), com as respectivas idades calibradas de 4570-4400 cal anos A.P. e 1420-1300 cal de anos A.P., sendo correlacionado ao testemunho T1.

4. Resultados

4.1. Registro sedimentológico e correlação dos testemunhos

A composição sedimentológica registrada nos três testemunhos da Laguna de Saquarema exibiu em geral granulometria de areia média a grossa, com coloração acinzentada e ocorrência de conchas desgastadas, quebradas e desarticuladas, incluindo poucos exemplares inteiros.

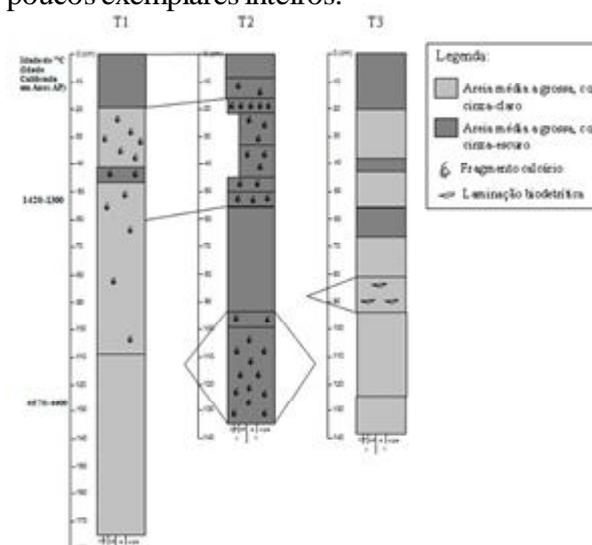


Fig. 4 – Correlação dos testemunhos na Laguna de Saquarema, RJ.

O testemunho T1 Saquarema exibiu de 60 cm a 19 cm, ocorrência de conchas desarticuladas, desgastadas e quebradas, e de 18 cm ao topo, houve diminuição de níveis de conchas. No testemunho T2, da base a aproximadamente 100 cm, ocorreu o registro de alta densidade de conchas desarticuladas e quebradas, seguido posteriormente de diminuição do material conchífero em até 55 cm, e a partir deste ao intervalo de 10 cm houve a presença de fragmentos calcários, com posterior ausência de conchas ao topo. O T3 caracterizou-se por ser o testemunho mais homogêneo, com praticamente ausência de conchas e presença de uma lente bioclástica em aproximadamente 90 cm (Fig. 4).

No intervalo compreendido de 135 cm (4570-4400 cal anos A.P.) a 100 cm no T2, houve composição densa de material conchífero quebrado e desarticulado, sugerindo avanço do nível do mar, ocasionado por ondas de tempestades. Nos intervalos compreendidos entre 175 a 60 cm no T1 e 92 a 56 cm no T2, o registro na reduzida quantidade de conchas e foraminíferos, sugeriu um provável recuo do nível do mar, trazendo este material em direção à linha de costa (Fig. 4). Na profundidade compreendida em 60 cm (1420-1300 cal anos A.P.) ao topo aproximadamente dos testemunhos T1 e T2, foi observado à presença de conchas quebradas e desarticuladas, indicando mais uma vez avanço do nível do mar em direção ao continente.

O testemunho T3 diferenciou-se dos dois anteriores, exibindo uma lente bioclástica mais demarcada em 90 cm e ausência de fragmentos de conchas, em razão da remobilização sedimentar oriunda da ação das marés e por atividades de dragagem (Fig. 4).

1.1. Assembleia de foraminíferos

Os testemunhos T1 e o T2, em geral, apresentaram microfauna de foraminíferos

semelhantes, como a exemplo da ocorrência das espécies típicas de ambiente restrito como *Ammonia parkinsoniana*, *A. tepida* e *Elphidium excavatum*, diferenciando-se da ocorrência do testemunho T3 que exibiu a espécie *Poroepionides lateralis* como a mais abundante, seguida de *Pseudononion papillatum* e *Nonion* spp, em razão do transporte sedimentar e influência praias.

No testemunho T1 (Fig. 5), no intervalo compreendido entre 174-34 cm, os valores absolutos de indivíduos variaram entre 1-25, com aumento no intervalo de 24 cm (44 indivíduos) e entre 14 e 4 cm, os valores oscilaram entre 106 e 101 respectivamente. As espécies que obtiveram os maiores valores de abundância foram *Ammonia tepida* (Fig. 8.7) e *A. parkinsoniana* (Fig. 8.6), seguido de *Elphidium excavatum* (Fig. 8.10) e *E. galvestonensis* (Fig. 8.11). Outras espécies como *E. discoidale* (Fig. 8.9), *Cibicides* spp, *E. advenum* (Fig. 8.8), entre outras, apresentaram valores reduzidos.

No T2, entre as profundidades de 124-104 e 54-4 cm, houve o registro de altos valores absolutos de indivíduos ($N^{\circ} > 100$), com exceção do intervalo de 134 cm (34 indivíduos), sugerindo avanço do nível do mar. No intervalo compreendido entre 94-64 cm, foi registrada redução drástica na quantidade de foraminíferos, decorrente de um possível recuo do nível do mar e conseqüentemente remobilização do material bioclástico em direção à linha de costa (Fig. 6). Entre as espécies com maiores valores absolutos, destacam-se *A. tepida* e *A. parkinsoniana*, seguido posteriormente de *E. excavatum*.

Diferente da ocorrência das espécies presentes nos testemunhos T1 e no T2, o T3 exibiu maior quantidade de espécies e menor valor de indivíduos por profundidade, devido principalmente ao transporte sedimentar ocasionado pelas atividades das marés e processos de dragagem no canal da Barra Franca. A microfauna representativa

no T3 compõe-se pela abundância de espécies oriundas de influência das areias de praia, destacando-se *Poroeponides lateralis* (Fig. 8.2), seguida de *Pseudononion papillatum* (Fig. 8.5) e *Nonion* spp (Fig. 8.3) (Fig. 7), além de outras em menores proporções como *Nonion hantkeni*, *Cibicides pseudogerianus*, *Pseudononion cuevasensis* (Fig. 8.4), *Quinqueloculina seminulum* (Fig. 8.1), entre outras. No intervalo correspondente a aproximadamente 94 cm, o registro do maior número de foraminíferos ao longo do testemunho coincidiu com a presença da lente bioclástica.

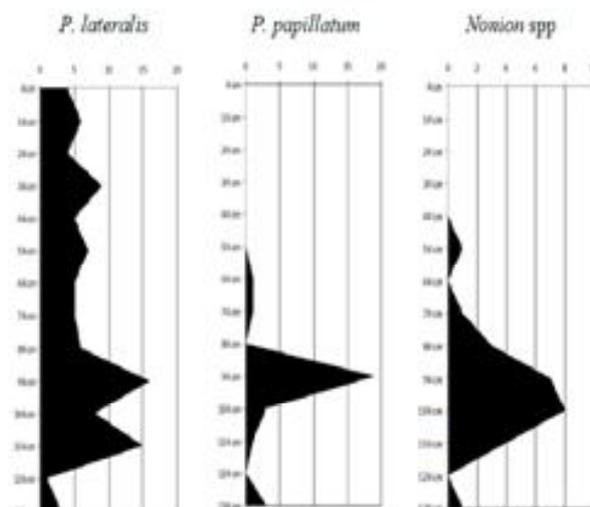


Fig. 7 – Abundância absoluta das espécies de foraminíferos no testemunho T3 Saquarema.

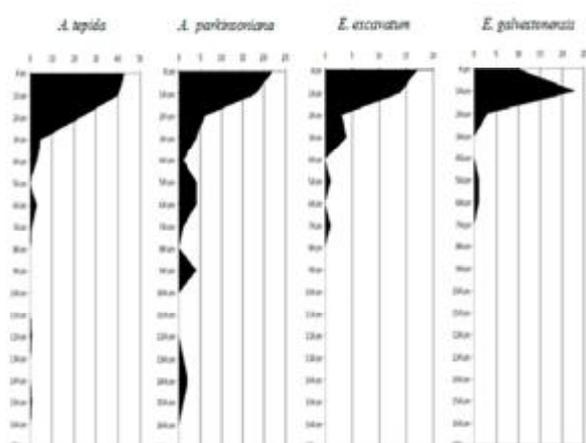


Fig. 5 – Abundância absoluta das espécies de foraminíferos no testemunho T1 Saquarema.

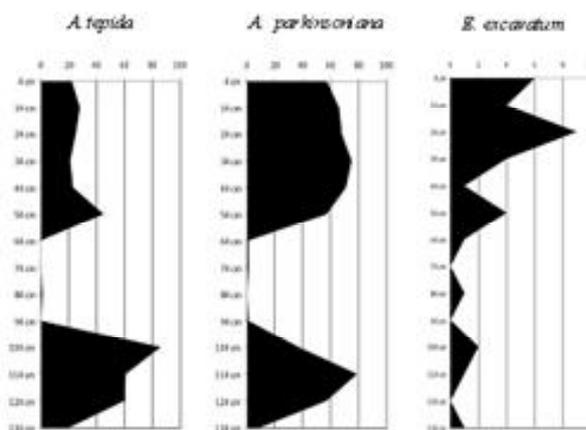


Fig. 6 – Abundância absoluta das espécies de foraminíferos no testemunho T2 Saquarema.

4.3. Interpretação paleoambiental e antrópico da Laguna de Saquarema

Analisando a restituição paleoambiental principalmente nos testemunhos T1 e T2, pôde-se observar que em geral a biofácies At-Ap (*Ammonia tepida*-*A. parkinsoniana*) (Fig. 9 e 10), registrou um aumento na quantidade de foraminíferos e conchas desarticuladas, desgastadas e quebradas, sugerindo avanço do nível do mar ocasionado por ondas de tempestades e consequentemente empilhamento do material bioclástico em direção ao continente, enquanto que a biofácies C-H (calcário-hialino) caracterizou-se por possuir alguns exemplares de foraminíferos e conchas, sugerindo recuo do nível do mar e consequente remobilização dos sedimentos marinhos em direção à linha de costa. No testemunho T3, a biofácies Pl-Pp (*Poroeponides lateralis*-*Pseudononion papillatum*) (Fig. 11), apresentou uma lente bioclástica coincidindo com quantidades significativas de foraminíferos, enquanto que na biofácies C-H caracterizou-se por apresentar baixos registros de conchas e foraminíferos resultante do transporte sedimentar ocasionado por marés e processos de dragagem.

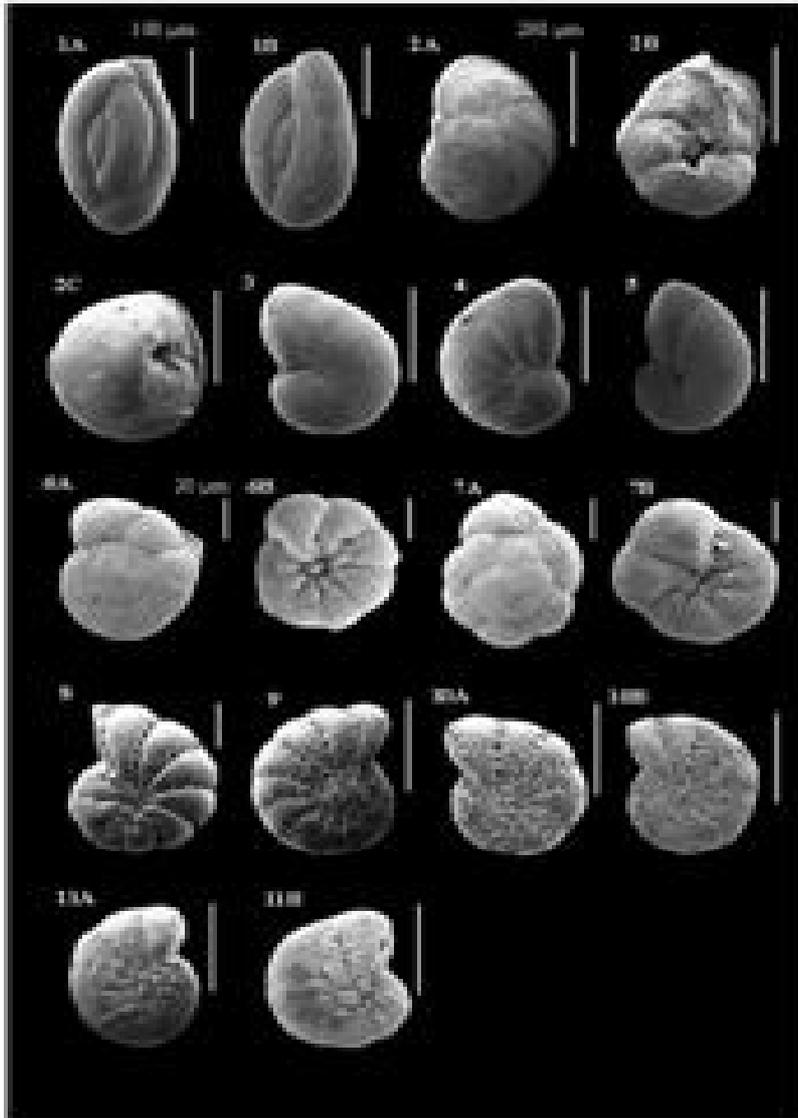


Fig. 8 – Espécies de foraminíferos presentes nos testemunhos da Laguna de Saquarema, RJ. Escala = 20 μ m, 100 μ m e 200 μ m. 1 *Quinqueloculina seminulum* (Linnaeus), SAQ/ T3 – 14 cm. 2 *Poroeponides lateralis* (Terquem), SAQ/ T3 – 94 cm. 3 *Nonion* spp, SAQ/ T3 – 104 cm. 4 *Pseudononion cuevasensis* (Saunders and Müller-Merz), SAQ/ T3 – 114 cm. 5 *Pseudononion papillatum* (Galloway and Heminway), SAQ/ T3 – 94 cm. 6 *Ammonia parkinsoniana* (d' Orbigny), SAQ/ T2 – 24 cm. 7 *Ammonia tepida* (Cushman), SAQ/ T1 – 24 cm. 8 *Elphidium advenum* (Cushman), SAQ/ T1 – 14 cm. 9 *Elphidium discoidale* (d' Orbigny), SAQ/ T1 – 94 cm. 10 *Elphidium excavatum* (Terquem), SAQ/ T2 – 24 cm. 11 *Elphidium galvestonensis* (Kornfeld), SAQ/ T2 – 134 cm.

Com base na interpretação dos testemunhos, foi possível realizar um diagrama simplificado sobre os processos envolvidos na Laguna de Saquarema (Fig. 12).

5. Discussão

A reconstrução paleoambiental na Laguna de Saquarema, RJ pode ser explicada inicialmente pelo processo de formação das lagunas fluminenses que segundo Lamego (1974) foi originada pela ação das correntes que margeavam as águas da enseada promovendo a movimentação das mesmas em circulação fechada, tangenciando os depósitos de areias ao feixe circulante, e formando assim o cordão arenoso. Segundo Turcq *et al.* (1999) o sistema

lagunar de Saquarema é formado por duas barreiras arenosas, a barreira arenosa interna, relacionado ao processo de variação do nível do mar no Pleistoceno e a segunda barreira arenosa externa, correspondente à flutuações do nível do mar no Holoceno. É relevante a observação de que a Laguna de Saquarema possui comunicação com o mar, através do canal da Barra Franca e o índice de pluviosidade é de 934,4 mm anuais, segundo Barbière & Coe Neto (1999) e CPRM (2001). Estes dois fatores (localização de influência marinha e clima) corroboraram nos processos de distribuição dos foraminíferos na Laguna de Saquarema, pois ao longo dos testemunhos foram registrados foraminíferos calcários.

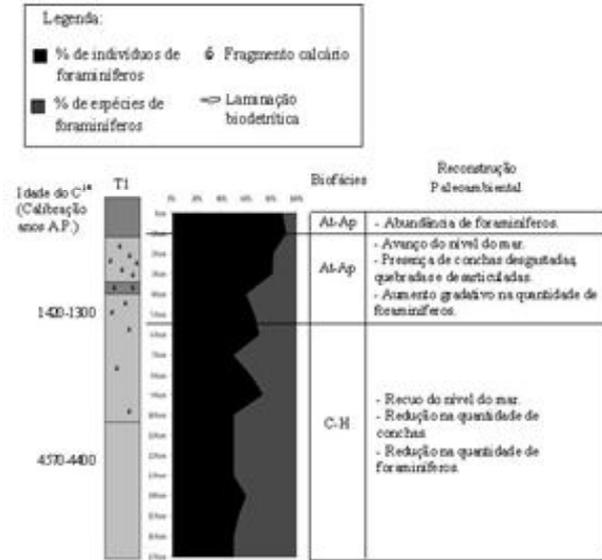


Fig. 9 – Reconstrução paleoambiental do testemunho T1 Saquarema.

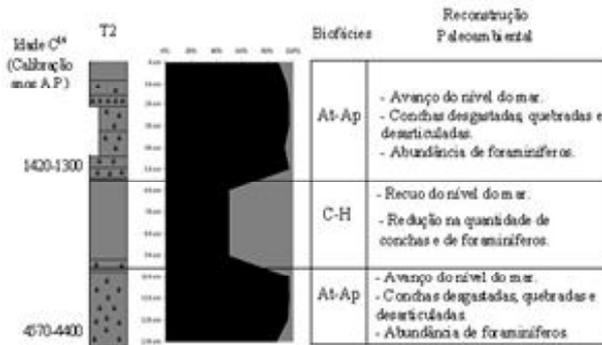


Fig. 10 - Reconstrução paleoambiental do testemunho T2 Saquarema.

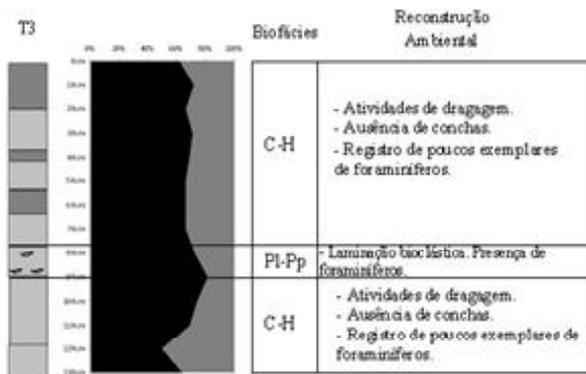


Fig. 11 - Reconstrução ambiental do testemunho T3 Saquarema.

Os testemunhos T1 e o T2 exibiram em sua maioria abundância de espécies típicas de ambiente restrito, como *Ammonia parkinsoniana*, *A. tepida*, seguida de *Elphidium excavatum*, sendo que o T1 apresentou em menores proporções as espécies *E. galvestonensis*, *E. discoidale*, *Cibicides pseudoungerianus*, entre outras, e o T2 apresentou também em menores proporções o *E. poeyanum*, *Quinqueloculina boschiana*, entre outras.

De acordo com Debenay (1990) no estuário Casamance, Senegal (oeste da África), onde a salinidade variou até 100‰, ocorreu principalmente a espécie *A. tepida* em associação à *A. parkinsoniana*, incluindo *Elphidium gunteri*. Culver (1990) destacou a abundância da *A. tepida* no sistema lagunar da costa de La Parguera (Porto Rico), onde a salinidade registrada alcançou valores entre 34,5-36‰, sendo a *A. tepida* uma das espécies mais importantes para o estudo de reconstrução paleoambiental. Debenay *et al.* (2005) documentaram a alta abundância da *A. tepida* na estação seca (salinidade > 38-36‰) no golfo de Kalloni, Grécia, sendo que esta espécie segundo o autor é prevalente em ambientes mais restritos e Barbieri (1996) relatou no golfo da Califórnia (EUA), onde a salinidade registrada de 36-37‰, alta dominância e persistência da espécie *A. beccarii parkinsoniana*, além de *A. beccarii tepida*, entre outras, embora a *A. beccarii parkinsoniana* tenha apresentado uma progressiva dissolução da teca, em razão da decomposição da matéria orgânica. Segundo Hayward *et al.* (1996) o *E. excavatum* distribui-se preferencialmente em ambientes de enseadas e estuários na Nova Zelândia, onde ocorreu condições de alta salinidade, nitrogênio e fósforo, e Bruno (2012) salientou a ocorrência do *E. excavatum* como bioindicador da fase de influência marinha restrita na reconstrução paleoambiental da Laguna de Maricá, Rio de Janeiro.

O testemunho T3, apresentou uma

assembleia bem diferenciada em relação aos dois testemunhos anteriores, com reduzido valor de indivíduos, pelo fato de ter sido coletado no canal da Barra Franca (local de ocorrência de transporte sedimentar ocasionado por marés e atividades de dragagem), exibindo prevalência das espécies *Poroeponides lateralis*, *Pseudononion papillatum* e *Nonion* spp. O intervalo aproximado de 94 cm foi o único que apresentou valor de indivíduos significativos, coincidindo com o registro da lente bioclástica. No T3, foi destacada a ocorrência de *Poroeponides lateralis*, seguido posteriormente de *Pseudononion papillatum*, *Nonion* spp, além de *Nonion hantkeni*, *Cibicides pseudoungerianus*, *Pseudononion cuevasensis*, *Quinqueloculina seminulum*, entre outras.

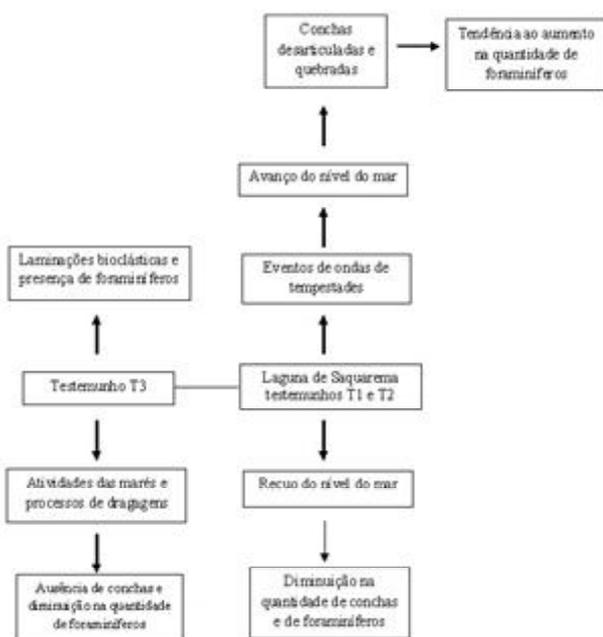


Fig. 12 – Modelo simplificado dos processos na Laguna de Saquarema.

De acordo com Bhalla & Gaur (1987) a espécie *P. lateralis*, é típica de águas rasas, sendo cosmopolita em areias de praia e constitui uma das únicas espécies que possui distribuição abundante e frequente nas areias da praia de Colva, Goa (costa oeste da Índia). Duleba *et al.* (1999) documentaram a ocorrência da espécie *P. lateralis*, com características epifaunais, herbívoras ou suspensívoras na praia de Lamberto, enseada do Flamengo (São Paulo) e Akpati (1975) registrou a espécie *P. lateralis*, entre as abundantes ocorridas na região intermediária costeira, com abertura para o oceano, na Ilha Sound, Nova Iorque (EUA). Os gêneros *Pseudononion* e *Nonion*, são amplamente distribuídos nas zonas costeiras, preferencialmente em golfos, baías e lagunas (Saunders & Müller-Merz, 1982) e segundo Cushman (1930), as espécies *P. papillatum* e *Nonion* spp são amplamente encontradas em ambientes costeiros, com salinidade normal, típica de águas quentes e rasas.

A partir das espécies registradas na Laguna de Saquarema, RJ tornou-se possível estabelecer um quadro comparativo das espécies representativas e do hábito e habitat encontrado (Tab. 1), segundo Murray (2006).

Os níveis de conchas do T1 e do T2, principalmente no em torno de 60 cm a 15 cm apresentaram semelhanças, com conchas quebradas, desgastadas e desarticuladas distribuídas de forma densa, sendo que o T2 exibiu adicionalmente níveis de conchas entre 135-100 cm de profundidade. Essa composição conchífera encontrada em ambos os testemunhos de Saquarema, sugerem registros de ondas de tempestades e conseqüentemente avanço do nível do mar para o continente. Aguirre & Farinati (1999), relataram que a fragmentação e a quebra de conchas resultam de fenômenos de alta energia de onda e o grau de abrasão está relacionado à energia hidrodinâmica e tempo de exposição subaérea.

Tab. 1 – Espécies representativas da Laguna de Saquarema, RJ.

Gênero ou espécie	Hábito	Habitat encontrado
<i>Ammonia</i> (<i>A. parkinsoniana</i> e <i>A. tepida</i>)	infaunal/ herbívoro	Ambiente marginal marinho.
<i>Elphidium excavatum</i>	Infaunal	Estuários, lagoas e plataforma continental.
<i>Elphidium galvestonensis</i>	Epifaunal/ epifítico	Lagoas.
<i>Nonion</i> e <i>Pseudononion</i> (<i>P. papillatum</i>)	Infaunal/ herbívoro	Estuários e plataforma interna.
<i>Poroeponides</i> (<i>Poroeponides lateralis</i>)	Epifaunal/ herbívoro	Ambiente marinho e plataforma interna.

Segundo Zúschin *et al.* (2003), uma das maiores fontes da fragmentação do registro fóssilífero de conchas é o evento de tempestade. Desta forma, pode-se afirmar que a partir do registro de ambos os testemunhos (T1 e o T2), o mecanismo de gênese da Laguna de Saquarema sofreu variações nos processos de espraiamento e na intensidade de ondas de tempestades, pois os dois testemunhos apresentaram níveis de conchas com estado de preservação diferentes.

6. Conclusões

A partir do registro de conchas desarticuladas, quebradas e fragmentadas nos testemunhos T1 e no T2, pode-se afirmar que a restituição paleoambiental da Laguna de Saquarema, RJ envolveu processos relacionados com a alta energia hidrodinâmica decorrente da ação de ondas de tempestades e variação do nível do mar. Os foraminíferos presentes nestes testemunhos apresentaram semelhanças na sua composição, pelo fato de terem sido coletados nas margens costeiras da laguna, a exemplo da ocorrência das espécies, como *Ammonia parkinsoniana*, *A. tepida*, seguida de *Elphidium excavatum*, entre outras, sendo que o avanço do nível do mar está representado pelo registro do acúmulo de conchas retrabalhadas e foraminíferos, e o recuo do nível do mar por poucos exemplares de foraminíferos e conchas.

O testemunho T3 diferenciou-se dos dois anteriores por apresentar poucos exemplares e

composição diferenciada de foraminíferos, como *Poroeponides lateralis*, *Nonion* spp e *Pseudononion papillatum*, entre outras, em razão das atividades de transporte sedimentar pelas marés e processos de dragagem no canal da Barra Franca.

Agradecimentos

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo auxílio e financiamento da pesquisa.

Referências Bibliográficas

- Aguirre, M.L.; Farinati E.A. 1999. Taphonomic processes affecting late Quaternary molluscs along the coastal area of Buenos Aires Province (Argentina, Southwestern Atlantic). *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*: 149(1-4):284-304.
- Akpati, B.N. 1975. Foraminiferal distribution and environmental variables in Eastern Long Island Sound, New York. *Journal of Foraminiferal Research*: 5(2):127-144.
- Ângulo, R.J.; Pessenda, L.C.R.; Souza M.C. 2002. O significado das datações ao ¹⁴C na reconstrução de paleoníveis marinhos e na evolução das barreiras quaternárias do litoral Paranaense. *Revista Brasileira de Geociências*: 32(1):95-106.
- Barbière, E. & Coe Neto, R. 1999. Spatial and temporal of rainfall of the East Fluminense Coast and Atlantic Serra do Mar, State of Rio de Janeiro, Brazil. In: Knoppers B.; Bidone E.D.; Abraão J. J. (eds) *Environmental geochemistry of costal lagoon systems, Rio de Janeiro, Brazil*. Universidade Federal Fluminense, Niterói, 47-56p.

- Barbieri, R. 1996. Syndepositional taphonomic bias in foraminifera from fossil intertidal deposits, Colorado delta (Baja California, Mexico). *Journal of Foraminiferal Research*: 26(4):331-341.
- Barbosa, C.F.; Scott D.B.; Seoane, J.C.S.; Turcq B.J. 2005. Foraminiferal zonation as base lines for Quaternary sea-level fluctuations in South-Southeast Brazilian mangroves and marshes. *Journal of Foraminiferal Research*: 35(1):22-43.
- Barros, S.R.S. 2003. Proposta para o gerenciamento integrado da zona costeira no município de Saquarema-RJ visando ao estabelecimento de atividades sustentáveis. Dissertação de Mestrado. Pós-Graduação em Ciência Ambiental, Departamento de Análise Ambiental, Universidade Federal Fluminense, 110p.
- Bhalla, S.N.; Gaur K.N. 1987. Recent Foraminifera from Colva beach sands, Goa. *Journal of the Palaeontological Society of India*: 32:122-130.
- Bruno, R.L.M. 2012. Reconstrução paleoambiental nas lagoas de Maricá e Saquarema, RJ, com base em foraminíferos. Tese de Doutorado. Pós-Graduação em Geologia, Departamento de Paleontologia e Estratigrafia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 180p.
- Carmouze, J.P.; Knoppers B.; Vasconcelos P. 1991. Metabolism of a subtropical Brazilian lagoon. *Biogeochemistry*: 14(2): 129-148.
- CIDE, 2001. Mapas interativos I e II – Estado do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro.
- CPRM - Serviço Geológico do Brasil, 2001. Programa de Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil. Geologia do Estado do Rio de Janeiro.
- Culver, S.J. 1990. Benthic foraminifera of Puerto Rican mangrove-lagoon systems; potential for paleoenvironmental interpretations. *Palaios*: 5:34-51.
- Cushman, J.A. 1930. The foraminifera of the Atlantic Ocean. Part. 7. Nonionidae, Camerinidae, Peneroplidae and Alveolinellidae. Smithsonian Institution, United States National Museum, Bulletin 104, Washington, 79pp.
- Davies, J.L. 1980. Geographical variation in coastal development. 2ª ed., Editora Longman Group Ltd, New York, 212pp.
- Debenay, J.P. 1990. Recent foraminiferal assemblages and their distribution relative to environmental stress in the paralic environments of West Africa (Cape Timiris to Ebrie Lagoon). *Journal of Foraminiferal Research*: 20(3):267-282.
- Duleba, W.; Debenay J.P.; Eichler, B.B. 1999. Holocene environmental and water circulation changes: foraminifer morphogroups evidence in Flamengo Bay (SP, Brazil). *Journal of Coastal Research*: 15:554-571.
- Debenay, J.-P.; Millet M.; Angelidis, M. 2005. Relationships between foraminiferal assemblages and hydrodynamics in the Gulf of Kalloni (Greece). *Journal of Foraminiferal Research*: 35:327-343.
- Dias, F.F.; Castro, J.W.A.; Seoane, J.C.S.; Camargo, L.H.R. 2009. Indicadores de mudanças climáticas e de variações do nível do mar na costa do Rio de Janeiro: aquecimento ou resfriamento? *Revista Eletrônica de Geografia*: 1:21-32.
- Esteves, F.A. 1998. Lagoas Costeiras: Origem, Funcionamento e Possibilidades de Manejo. In: ESTEVES F.A. (eds.) Lagoas costeiras: origem, funcionamento e possibilidades de manejo. Universidade Federal do Rio de Janeiro, NUPEM/UFRJ, Rio de Janeiro, 63-85p.
- Fatela, F. & Taborba, R. 2002. Confidence limits of species proportions in microfossil assemblages. *Marine Micropaleontology*, 45: 169-174.
- Guimarães, M.B.C. 2007. A ocupação pré-colonial da Região dos Lagos, RJ: sistema de assentamento e relações intersociais entre grupos sambaquianos e grupos ceramistas Tupinambá e da tradição Uma. Tese de Doutorado. Pós-Graduação em Arqueologia, Departamento do Museu de Arqueologia e Etnologia, Universidade de São Paulo, 382p.
- Hayward, B.W.; Grenfell, H.R.; Cairns G.; Smith, A. 1996. Environmental controls on benthic foraminiferal and thecamoebian associations in a tidal New Zealand inlet. *Journal of Foraminiferal Research*: 26(2):150-171.

- Ireland S. 1987. The Holocene sedimentary history of the coastal lagoons of Rio de Janeiro State, Brazil. In: Tooley M. J. & Shennan I. (eds.) Sea level changes. Special publication – The *Institute of British Geographers Special Publications Series*, Balckwell, Oxford, 25-66p.
- Kjerfve, B. 1986. Comparative oceanography of coastal lagoons. In: Wolfe D.A. (ed.) Estuarine variability. Academic Press, New York, 63-81p.
- Kjerfve, B. 1994. Coastal Lagoons. In: Kjerfve, B. (ed.) Coastal lagoon processes. The Netherlands, Elsevier Oceanography Series, Amsterdam, 1-8p.
- Lamego, A.R. 1945. Ciclo evolutivo das lagoas fluminenses. Boletim do DNPM, Rio de Janeiro, n.118, 48pp.
- Lamego, A.R. 1974. O homem e a restinga. 2ª ed. Lidador, Rio de Janeiro, 307 pp.
- Laut, L.L.M.; Santos-Leal F.O.; Silva F.S.; Laut V.M. 2009. Foraminíferos recentes da baía de Guanabara, RJ. In: IV Congresso Argentino do Cuaternário y Geomorfologia - XII Congresso da Associação Brasileira de Estudos do Quaternário - II Reunión sobre el Cuaternário de América del Sur, 48-54p.
- Moreira, A.L.C. 1989. Estados tróficos da lagoa de Saquarema, (RJ), num ciclo anual. Dissertação de Mestrado. Pós-Graduação em Geoquímica, Universidade Federal Fluminense, 91p.
- Murray, J. 2006. Applications. In: Murray, J. (ed.) Ecology and applications of benthic foraminifera. Cambridge, New York, 281-319p.
- Patterson, R.T.; Fishbein, E. 1989. Re-examination of the statistical methods used to determine the number of point counts needed for microplaeontological quantitative research. *Journal of Paleontology*: 63:245-248.
- Patterson, R.T.; Cameron, B.E.B. 1991. Foraminiferal biofacies succession in the Late Quaternary Fraser river delta, British Columbia. *Journal of Foraminiferal Research*: 21(3): 228-243.
- Resub Lagos. 2001. Caracterização Hidrogeológica básica do Município de Saquarema. CD FAPERJ/ FINEP.
- Saunders, J.B. & Muller-Merz E. 1982. The genus *Pseudononion* in relationship with *Nonion*, *Nonionella*, and *Nonionellina*. *Journal of Foraminiferal Research*: 12(3):261-275.
- SERLA. 2001. Barra Franca de Saquarema em obras. Disponível em: <http://www.serla.rj.gov.br>. Acesso em 10 março 2011.
- Stuiver, M.; Reimer P.J. 1993. Extended ¹⁴C data base and revised Calib 3.014c age calibration program. *Radiocarbon*: 35(1):215-230.
- Turcq, B.; Martin L.; Flexor, J.M; Suguio, K.; Pierre C.; Tasayaco-Ortega. 1999. Origin and Evolution of the Quaternary Costal Plain between Guaratiba and Cabo Frio, State of Rio de Janeiro, Brazil. In: Knoppers, B.; Bidone, E.D.; Abraão J.J. (eds.) Environmental Geochemistry of Costal Lagoon Systems, Rio de Janeiro, Brazil. Universidade Federal Fluminense, Niterói, 25-46p.
- Zuschin, M.; Harzhauser, M.; Mandic, O. 2003. Influence of size-sorting on diversity estimates from tempestitic shell beds in the middle Miocene of Austria. *Palaios*: 20(2):142-158.

