



**Análise de Biofácies de Foraminíferos
Bentônicos em Testemunhos da Plataforma Continental – RJ, Brasil**
Analysis of Benthic Foraminifera Biofacies in cores of the Continental Shelf – RJ, Brazil

Fábio Esteves Rangel¹; Claudia Gutterres Vilela¹; Antônio Tadeu dos Reis²;
Taísa Camila Silveira de Souza³ & Raiane Gomes Tardin Cavalcanti do Poço³

¹Universidade Federal do Rio de Janeiro, Instituto de Geociências – Laboratório MicroCentro, Departamento de Geologia.
Av. Athos da Silveira Ramos, 274. Cidade Universitária, Ilha do Fundão, 21941-916, Rio de Janeiro, RJ, Brasil

²Universidade Estadual do Rio de Janeiro, Faculdade de Oceanografia

R. São Francisco Xavier, 524 - Sala 1006 A - Maracanã, 20550-900, Rio de Janeiro - RJ, Brasil

³Departamento de Geologia, LAGEMAR, Programa de Pós-Graduação em Geologia e Geofísica Marinha.

Av. Gen. Milton Tavares de Souza s/nº - Gragoatá, 24210-346 Niterói, Brasil

Emails: fabioegeo@yahoo.com.br¹; vilela@geologia.ufrj.br¹;

tadeu.reis@gmail.com²; taísa_84@hotmail.com³; raytardin@gmail.com³

Recebido em: 05/10/2018 Aprovado em: 20/02/2019

DOI: http://dx.doi.org/10.11137/2019_1_217_230

Resumo

O objetivo do presente trabalho consiste em observar mudanças paleoambientais na região da plataforma externa entre a baía de Guanabara e Cabo Frio (RJ) através da análise de foraminíferos bentônicos. Foram estudadas amostras distribuídas em dois testemunhos Prima 2 e SEC 1, perpendiculares à costa, provenientes de duas isóbatas (137 m e 121 m) respectivamente. Os testemunhos com sedimentos predominantemente lamosos (Prima 2) e arenosos (SEC 1) apresentaram grande riqueza de espécies e abundância de foraminíferos. Através de análises de agrupamento foi possível identificar uma biofácies no testemunho Prima 2 e duas biofácies no testemunho SEC 1. Os padrões de distribuição vertical das espécies de foraminíferos nos testemunhos mostraram-se bastante variáveis, como resultado da resposta dos organismos às condições de deposição durante os últimos 25 mil anos A.P. Resultados de datação radiométrica (14C AMS) do testemunho Prima 2 revelaram que o mesmo possui sedimentos depositados antes do Último Máximo Glacial e que o testemunho SEC 1 é inteiramente transgressivo, sendo composto por depósitos pós-LGM datados tanto do Pleistoceno-Tardio quanto do Holoceno. O padrão de distribuição espacial dos foraminíferos está fortemente associado à profundidade, aos sedimentos, à disponibilidade e qualidade de matéria orgânica.

Palavras-chave: paleoambiente; deposição sedimentar; datação; biofácies

Abstract

The aim of the present work consists in to observe the paleoenvironmental changes in outer shelf between Guanabara Bay and Cabo Frio through benthic foraminifera analysis. The studied samples are distributed in two well cores Prima 2 and SEC 1, perpendicular to the coast, from depths 137 m and 121 m, respectively. The well cores presented mud sediments predominantly (Prima 2) and sandy sediments (SEC 1), high species richness and abundance. The cluster analysis showed one biofacies in the core Prima 2 and two biofacies in the core SEC 1. The vertical pattern distribution of the foraminifera species presented quite variable, due to the response of the foraminifera to the deposition conditions during the last 25.000 years B.P. The radiocarbon dating (14C AMS) of the Prima 2 revealed the presence of sediments which were deposited before the last global deglaciation (LGM). It also revealed the whole core SEC 1 is transgressive, with sedimentary deposits post-LGM, dated from Late Pleistocene and Holocene. The foraminifera spacial pattern distribution is strongly associated with depth, sediments, available and quality of organic matter.

Keywords: paleoenvironment; sedimentary deposition; dating; biofacies

1 Introdução

Uma das principais linhas de investigação na área de geociências refere-se ao estudo da evolução dos ambientes marinhos ao longo do Quaternário. Através da reconstrução paleoambiental tem-se evidenciado significativas mudanças no clima e na dinâmica dos oceanos (Bergue *et al.*, 2006), o que permite projetar futuras alterações para diferentes ecossistemas.

O conhecimento sobre a distribuição, a biologia e a ecologia das espécies de foraminíferos da plataforma continental brasileira esteve mais associado às regiões estuarinas, lagunares, praias e outros ambientes da plataforma interna (Duleba & Debenay, 2003; Duleba *et al.*, 2004; Araújo & Machado, 2008), embora alguns estudos tenham sido realizados em regiões mais amplas da plataforma continental (Duleba *et al.*, 2005; Machado *et al.*, 2006; Eichler *et al.*, 2008; Barbosa *et al.*, 2009).

Para Arz *et al.* (1999), os fatores mais importantes que controlam o aporte de material terrígeno para a plataforma continental em volume são a magnitude da entrada fluvial, e a consequente evolução do clima no continente; as variações eustáticas; e o ambiente deposicional. No caso da Bacia de Santos inserida num contexto de margem continental passiva, os processos sedimentares são controlados principalmente pelo deslocamento de massas de águas e correntes, taxas de produção primária, clima no continente adjacente e mudanças no nível do Mar (Mahiques, 2004). Nesta região, a presença da Serra do mar impede a chegada de grandes cursos d'água e condiciona os rios a drenar para oeste. Às abordagens faunísticas apresentadas neste trabalho somam-se às análises de ecologia numérica, permitindo investigar alterações paleoceanográficas que tenham atingido a área da Plataforma Leste da Bacia de Santos ao longo dos últimos milhares de anos. Nagai *et al.* (2009) associaram variações da produtividade e do hidrodinamismo numa área próxima a Cabo Frio com as variações do nível do mar e do clima durante o Quaternário.

O uso de biofácies de foraminíferos bentônicos tem se mostrado um método extremamente eficiente em análises ecológicas e paleológicas, pois

estes organismos apresentam uma grande sensibilidade a mudanças, que podem refletir diretamente na composição da associação ou na ornamentação das tecas (Samir & El Din, 2001). O objetivo do presente trabalho consiste em observar mudanças paleoambientais na região da plataforma externa entre a baía de Guanabara e Cabo Frio (RJ) através da análise de foraminíferos bentônicos em dois testemunhos.

2 Área de Estudo

A região estudada engloba a plataforma continental externa (PCE) da Bacia de Santos na margem continental sudeste do Brasil, entre as coordenadas 23° e 24° S e 42° e 43° W (Figura 1). Compreende a área de plataforma desde as isóbatas de ~70 m (plataforma continental média) até a isóbata de 140 m (plataforma externa). Nessa área, a linha de costa possui orientação NE-SW. De acordo com Catanzaro *et al.* (2004), as maiores velocidades das correntes se encontram próximas à barra de entrada da Baía de Guanabara. As correntes na plataforma continental externa fluem predominantemente para SW, devido à influência de ventos predominantes e da corrente do Brasil que de acordo com Duarte & Viana (2007), é feição dominante na Bacia de Santos durante o ano inteiro, com águas quentes (22 – 28° C) fluindo para sul ao longo da quebra da plataforma. Ao norte, limita-se com a bacia de Campos no Alto de Cabo Frio, ao sul com a bacia de Pelotas na plataforma de Florianópolis, a leste na cota batimétrica de 3.000 m e a oeste pela Serra do Mar, feição fisionômica que confina a bacia ao domínio marinho (Ferreira *et al.*, 2012).

A oceanografia superficial da área de estudo é dominada pela Corrente do Brasil (CB) que é formada pelo empilhamento de três massas d'água de origem e composição físico-química bem diferenciada: Água Tropical (AT), Água Central do Atlântico Sul (ACAS) e Água Costeira (AC). A CB é a corrente de contorno oeste associada ao Giro Subtropical do Atlântico Sul (Silveira *et al.*, 2000). Origina-se a 10° S na bifurcação da Corrente Sul Equatorial (CSE), cujo ramo norte origina a Corrente Norte do Brasil (CNB). Em seguida, flui para sul, bordejando o continente sul americano até a região da Convergência Subtropical, em torno de 33° S - 38° S, onde conflui

com a Corrente das Malvinas e se separa da costa. (Stramma, 1991; Silveira *et al.*, 1994).

Em relação à geologia, a Bacia de Santos está subordinada a um sistema de montanhas subparalelas composta pela Serra do Mar e Província Mantiqueira e representam uma das feições orográficas mais destacáveis da borda atlântica do continente sul-americano. Os modernos conhecimentos sobre a estratigrafia da Bacia de Santos (Pereira *et al.*, 1986; Pereira & Feijó, 1994), indicam que um relevo destacado existiu no Cretáceo Superior não longe de sua borda, relevo cuja erosão forneceu grande quantidade de sedimentos grossos que se acumularam na plataforma externa e na borda proximal da bacia. Seria uma proto-Serra do Mar.

3 Materiais e Métodos

Foram analisadas neste estudo 31 amostras provenientes de dois testemunhos coletados em 2012 (Figura 1). A coleta dos testemunhos foi realizada durante a Missão Oceanográfica Rio Costa 3 (UFF-UERJ), a bordo do navio Ocean Stalwart (2012), no escopo de uma colaboração científica entre o Grupo de Geologia Marinha-CPRM (Companhia de Recursos Minerais) e

o projeto CAPES-Ciências do Mar “*Estudos oceanográficos e geológico-geofísicos integrados nos ambientes de baías e de plataforma continental ao largo do Estado do Rio de Janeiro*” (processo 23038.051609/2009-1).

3.1 Carbono Orgânico Total (COT) e Descrição das Características Sedimentológicas do Testemunho

Análises de COT e de sedimentologia foram realizadas na Universidade Federal Fluminense (Souza, 2017), e utilizados no presente trabalho para comparação com os dados micropaleontológicos. O teor de Carbono Orgânico Total (COT) e Nitrogênio Total (NT) foram determinados por pirólise e oxidação a 2000°C, num forno de indução dentro de uma atmosfera de oxigênio, seguido de detecção de dióxido de carbono infravermelho (2400 CHNS/O Series II System | Perkin Elmer). A preparação para a análise foi iniciada com a retirada do carbono inorgânico (Carbonato de Cálcio) com ácido clorídrico (HCl – 10%), deixando somente a matriz orgânica para quantificação (Jablonski *et al.*, 2002). Para a correção do cálculo feito pelo equipamento foi utilizado um padrão de Acetanilida (C₈H₉NO), cujos teores de C e N são os que mais se assemelham aos normalmente encontrados em sedimentos (71% C e 10% N).

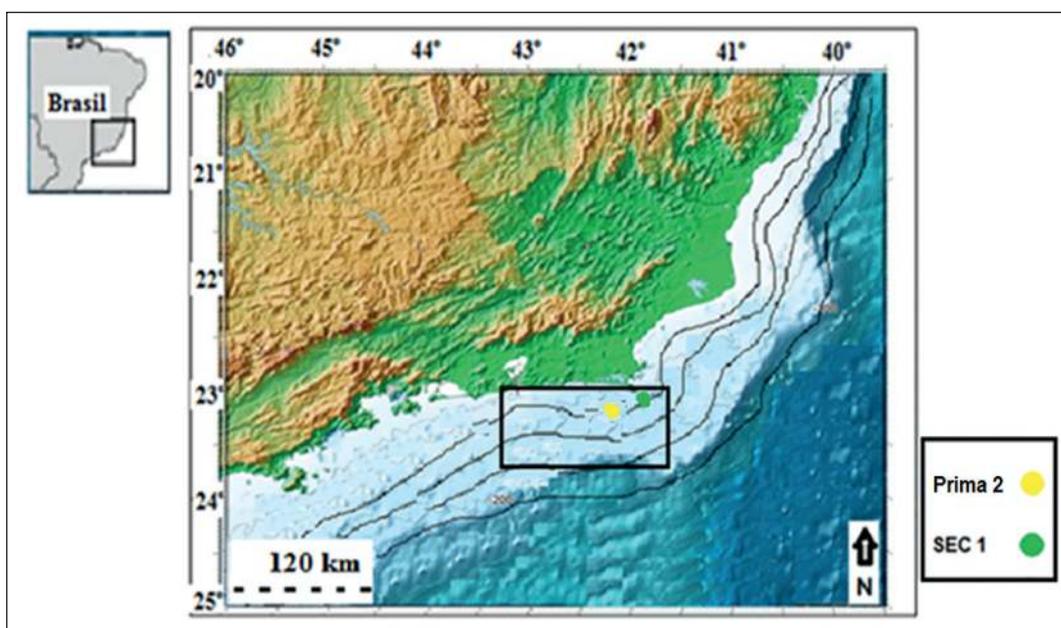


Figura 1 Localização dos testemunhos, plataforma continental do estado do Rio de Janeiro, Brasil)

3.2 Tratamento das Amostras e Identificação das Espécies

No Laboratório de Preparação de Amostras, Depto. de Geologia /UFRJ, as amostras foram lavadas em peneiras de 63 e 500 μm de abertura de malha. Os testemunhos foram subamostrados a cada 10 cm, com alíquota de 2 cm^3 e 20 ml padrão. Após este procedimento, as amostras foram lavadas, secas na estufa a 50°C e acondicionadas em frascos individuais. Separadamente, de cada amostra ou fração de quartamento, foram triados 300 indivíduos, estas foram peneiradas a seco em peneira de 125 μm de abertura de malha, sendo esta a fração analisada. As análises e identificação taxonômicas por espécie, utilizaram-se trabalhos como Loeblich & Tappan (1988), Ellis & Messina (1940), Debenay (2012), Cushman (1939) e WoRMS (2017). As atividades de triagem e classificação das espécies foram realizadas no MicroCentro – Laboratório de Análise Micropaleontológica do Departamento de Geologia/UFRJ.

Para as análises ecológicas foi utilizado o programa PRIMER®, tendo sido identificados os principais índices como abundância, riqueza, diversidade e dominância, além de análises de agrupamento para a identificação da biofácies. Os descritores faunísticos utilizados no presente trabalho, tais como a diversidade, a dominância e a equitatividade contribuem para a caracterização da paleoecologia de maneira geral e para a identificação do ambiente de deposição dos depósitos analisados (Buzas-Stephens *et al.*, 2003). O índice de diversidade utilizado foi o de Shannon, H' (1948). A dominância é um índice que mostra a tendência de qualquer espécie a formar grande parte de uma assembleia, contrapondo-se à diversidade. No presente trabalho uma espécie foi considerada dominante quando o valor total de seus indivíduos ultrapassou 10% do total de indivíduos da amostra (Boltovskoy & Totah, 1985).

3.3 Datações

As datações por radiocarbono (^{14}C) foram realizadas em três amostras no testemunho SEC 1 e três amostras no testemunho PRIMA 2 (Souza, 2017) no Laboratório LAC da Universidade Federal Fluminense. A cronologia do testemunho foi basea-

da nas idades obtidas pela técnica AMS (accelerated mass spectrometry), datação radiocarbônica das amostras de matéria orgânica contida nos sedimentos. As idades radiocarbônicas foram convertidas em idades A.P., pelo programa CALIB 7.1. (Stuiver *et al.*, 2017). Foram adotados os valores reservatórios MARINE 13 (Reimer *et al.*, 2013) com curva de erro de 2sigma para todas as amostras. Um modelo geocronológico foi construído com base nas datações radiocarbônicas calibradas (probabilidade média) com ajustes de profundidade e mudanças nas taxas de sedimentação ao longo do testemunho. As idades foram interpoladas e extrapoladas pelo programa TILIA 2.0.41 (Grimm, 1992).

3.4 Análises Estatísticas Multivariadas e Biofácies de Foraminíferos Bentônicos

Inicialmente, foi analisada a similaridade entre as amostras de cada testemunho, calculada pelo Índice de Similaridade de Bray-Curtis. Através desta análise foi gerada uma matriz de similaridade que foi avaliada numa Análise Hierárquica de Agrupamento (AHC) em modo Q no programa PRIMER 6®. Os agrupamentos resultaram em biofácies distintas. A nomenclatura das biofácies deu-se através de siglas que abreviam os nomes dos gêneros e/ou espécies mais abundantes. Ao analisar os gráficos de abundância relativa das espécies e as análises de agrupamento, observou-se que estes valores variavam de acordo com a profundidade das amostras no testemunho. Deste modo, a AHC agrupou as amostras mais próximas entre si que apresentavam uma composição de espécies similares observando-se o padrão base, meio e topo nos testemunhos.

4 Resultados

A descrição sedimentológica registrada no testemunho SEC 1 consiste basicamente de intervalos descritos da seguinte forma: 0-30 cm há presença de areia média (marrom escuro); 14-24 cm Areia fina (cinza claro); 25-29 cm - Areia muito fina com presença de conchas (cinza); 30-34 cm areia fina (marrom escuro); 35-44 cm areia muito fina com presença de conchas (marrom escuro) e no intervalo de 45-1,85 m lama carbonática cinza (Figura 2).

A descrição sedimentológica registrada no testemunho Prima 2 consiste basicamente de um intervalo de fácies lamosa (cinza) sem a presença de qualquer estrutura biogênica da base até o topo da (0 - 1,86 m) (Figura 3).

4.1 Carbono Orgânico Total (COT) e Características Sedimentológicas do Testemunho

Os resultados de Carbono Orgânico Total e Nitrogênio dos testemunhos SEC 1 e Prima 2 encontram-se nas Tabelas abaixo:

Amostra SEC 1 (cm)	COT (%)	Nitrogênio (%)	Razão C/N
3	1,37	-0,09	-15,8
47	1,26	0,185	6,8
125	0,88	0,115	7,7
196	0,89	0,115	7,7
Média	1,10	0,08	1,59

Tabela 1 Porcentagem e Razão de Carbono Orgânico e Nitrogênio presentes no Testemunho SEC 1

Amostra Prima2 (cm)	COT (%)	Nitrogênio (%)	Razão C/N
3	0,4	0,14	2,9
43	0,4	0,06	6,7
186	0,39	0,065	6,0
média	0,40	0,09	5,17

Tabela 2 Porcentagem e Razão de Carbono Orgânico e Nitrogênio presentes no Testemunho Prima 2

4.2 Datações

Os resultados de datação radiométrica (¹⁴C AMS) dos testemunhos SEC 1 e Prima 2 encontram-se nas tabelas abaixo:

4.3 Resultados de Foraminíferos

Analisando-se individualmente as espécies dominantes, isto é, com maior abundância relativa (percentual igual ou superior a 10% no testemunho), algumas espécies dominantes no testemunho SEC 1

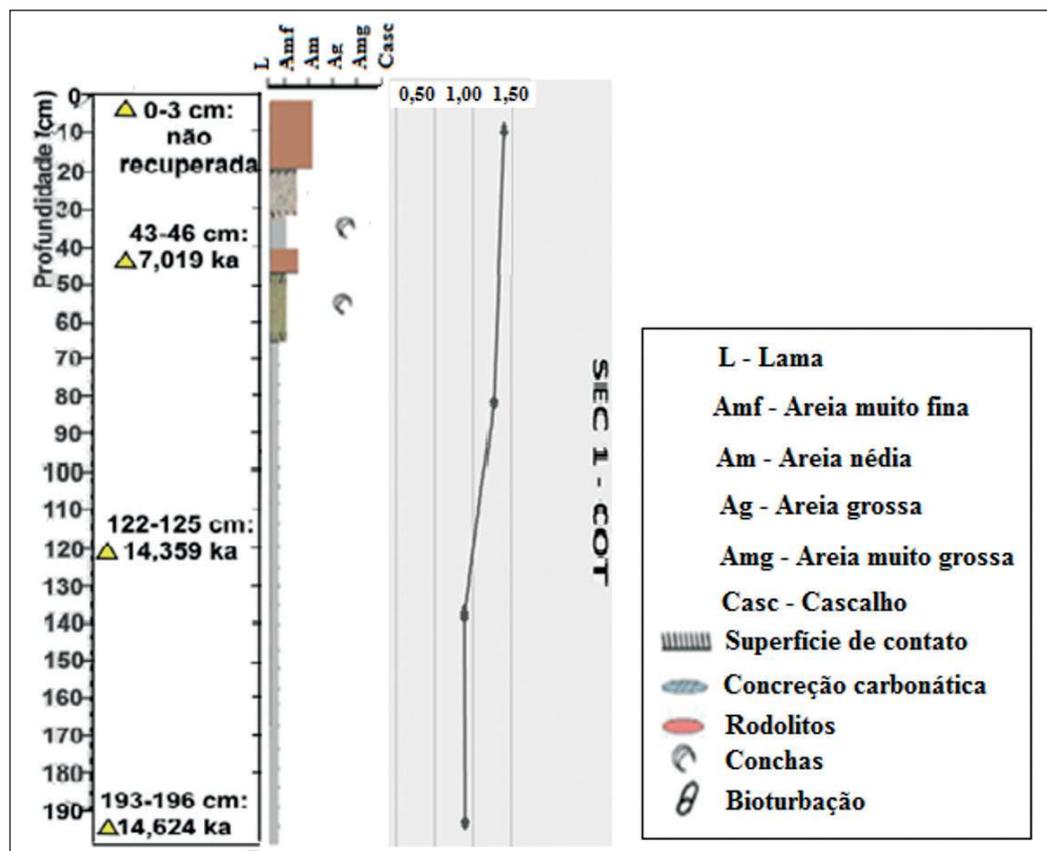


Figura 2 Dados de COT, Sedimentologia e datação do Testemunho SEC 1 (Fonte: Souza, 2017)

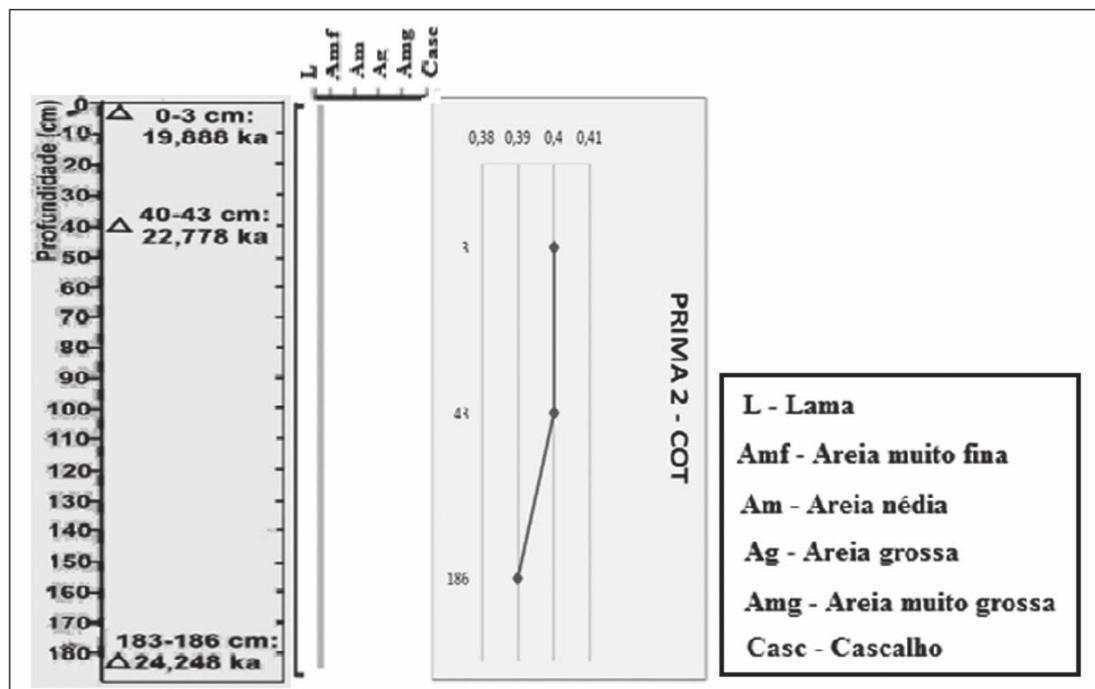


Figura 3 Dados de COT, Sedimentologia e datação do Testemunho Prima 2 (Fonte: Souza, 2017)

Testemunho PC- SEC 1		
Prof.(cm)	Idade LAC/UFF	Idade CALIB
46	8318±49	7019
125	13885±73	14359
196	14070±84	14624

Tabela 3 Resultados da Datação Radiométrica por 14C no Testemunho SEC 1. Idades em anos A.P.

Testemunho PC-PRIMA 2		
Prof.(cm)	Idade LAC/UFF	Idade CALIB
3	18371±124	19888
43	20877±136	22778
186	22332±132	24248

Tabela 4 Resultados da Datação Radiométrica por 14C no Testemunho Prima 2. Idades em anos A.P.

foram *Bulimina marginata*, *Ammonia parkinsoniana*, *Cassidulina laevigata*, *Elphidium excavatum*, *A. tepida*, *Buccella peruviana*, *Textularia aglutinans*, *Quinqueloculina aglutinans* e *Q. lamarckiana* (Figura 4).

Observa-se que, no testemunho Prima 2, as espécies apresentaram comportamento oposto ao longo da coluna sedimentar, pois, a maioria das espécies deste testemunho apresentaram dominância nas amostras próximas ao topo, alternando estágios de representatividade (Figura 5). Algumas espécies dominantes no testemunho Prima 2 foram *Uvigerina*

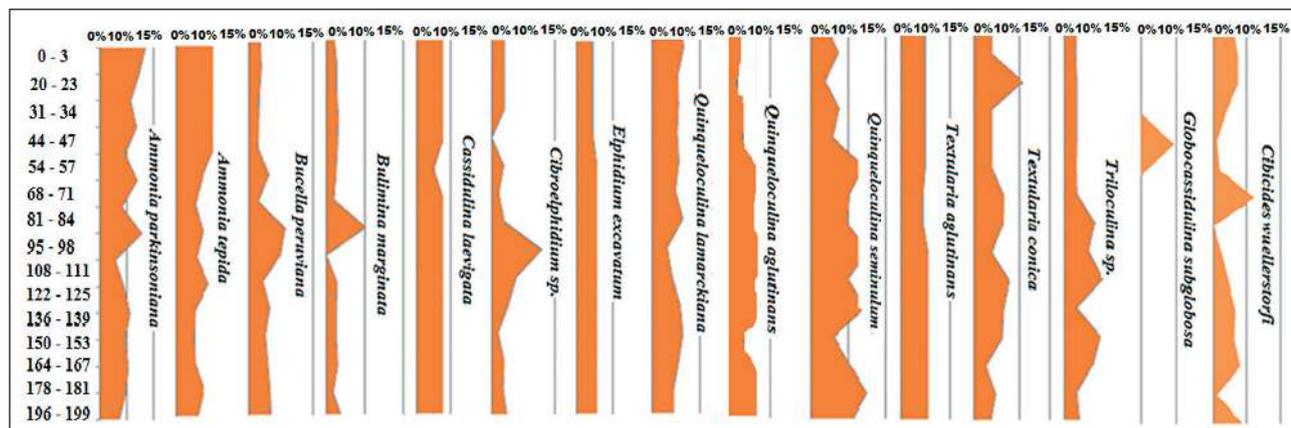


Figura 4 Variação da Abundância relativa das espécies dominantes do Testemunho SEC 1

peregrina, *U. striata*, *Globocassidulina subglobosa*, *Cassidulina laevigata*, *C. minuta*, *Textularia candei*ana e *Quinqueloculina aglutinans*.

Além da abundância relativa e dominância, outros descritores faunísticos foram utilizados no presente trabalho, tais como a riqueza, a diversidade e a equitatividade (Figuras 6 e 7) que contribuem para a caracterização paleoambiental e identificação do ambiente de deposição dos depósitos analisados (Buzas-Stephens *et al.*, 2003).

4.4 Resultados das Análises Estatísticas Multivariadas e Biofácies de Foraminíferos Bentônicos

Ao analisar os gráficos de abundância relativa das espécies e as análises de agrupamento, observou-se que estes valores variavam de acordo com a profundidade das amostras no testemunho. Deste modo, a AHC agrupou as amostras mais próximas entre si que apresentavam uma composição de espécies similares observando-se o padrão base, meio e topo nos testemunhos.

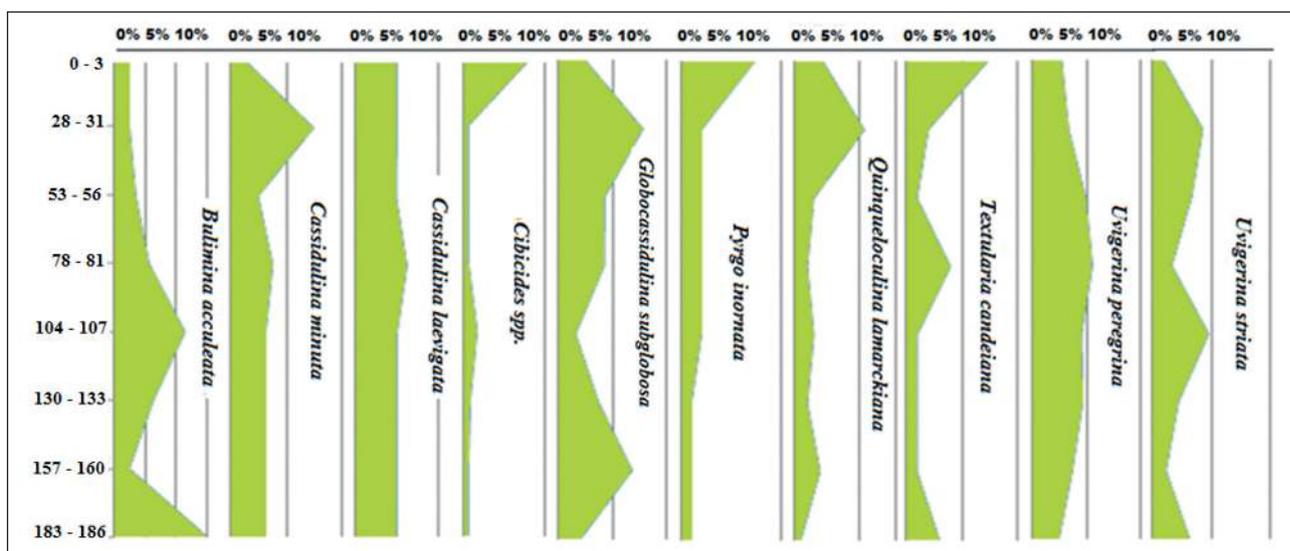


Figura 5 Variação da Abundância relativa das espécies dominantes do Testemunho Prima 2

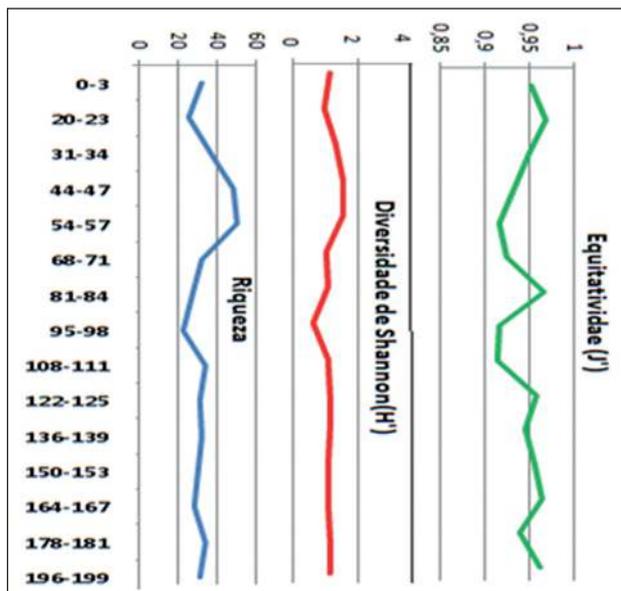


Figura 6 Índices de Diversidade de Shannon, Riqueza e Equitatividade do Testemunho SEC 1 (> 0,125 mm)

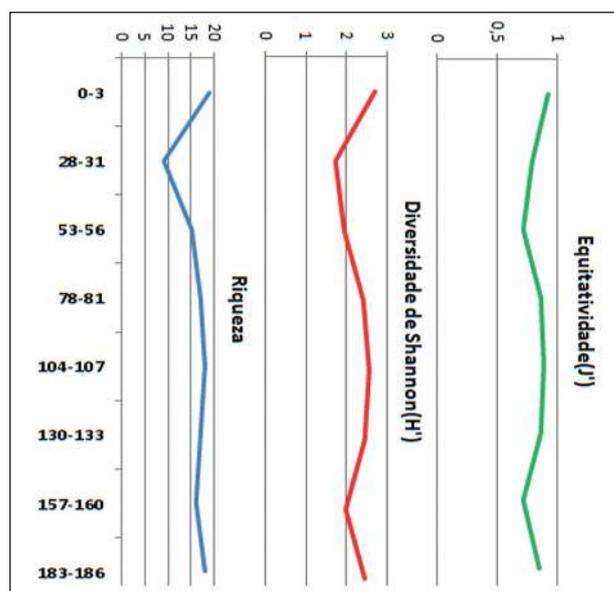


Figura 7 Índices de Diversidade de Shannon, Riqueza e Equitatividade do Testemunho Prima 2 (> 0,63 mm)

Analisando-se o dendrograma de agrupamento das amostras do testemunho SEC 1 (Figura 8), nota-se a separação das amostras em cinco grupos.

De acordo com os dados apresentados, verifica-se que as biofácies ocorrem da seguinte maneira para o testemunho SEC 1:

Grupos roxo, vermelho e amarelo (Biofácies AE/QQ) - *Ammonia tepida*, *Elphidium excavatum*, *Quinqueloculina lamarckiana* e *Q. aglutinans*;

Grupos azul e verde (Biofácies AE/BQ) - *Ammonia tepida*, *Elphidium excavatum*, *Buccella peruviana* e *Quinqueloculina seminulum*.

Analisando-se o dendrograma de agrupamento das amostras do testemunho Prima 2 (Figura 9),

nota-se a separação das amostras mais profundas em um grupo.

De acordo com os dados apresentados, verifica-se que as biofácies ocorrem da seguinte maneira para o testemunho Prima 2:

Grupo azul Biofácies CU/GC) - *Cassidulina laevigata*, *Uvigerina peregrina*, *Globocassidulina subglobosa* e *C. minuta*.

5 Discussão

5.1 SEC 1

A composição sedimentológica registrada no testemunho SEC 1 consiste basicamente de uma se-

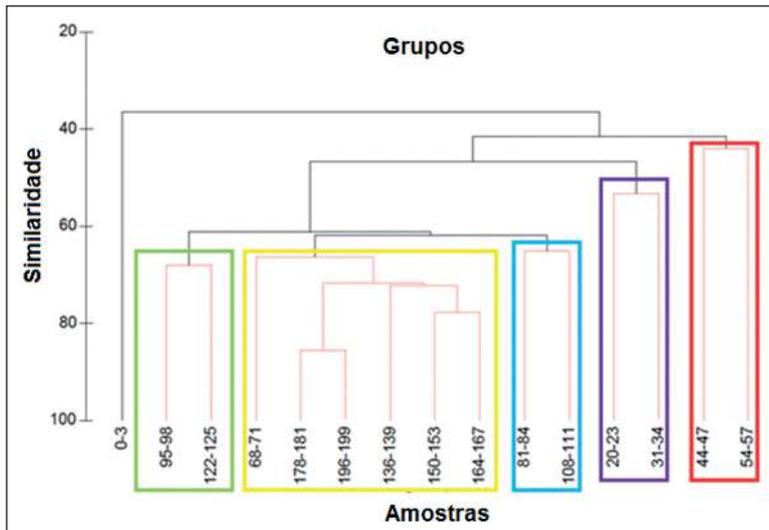


Figura 8 Dendrograma do testemunho SEC 1 (125 µm) Modo – Q

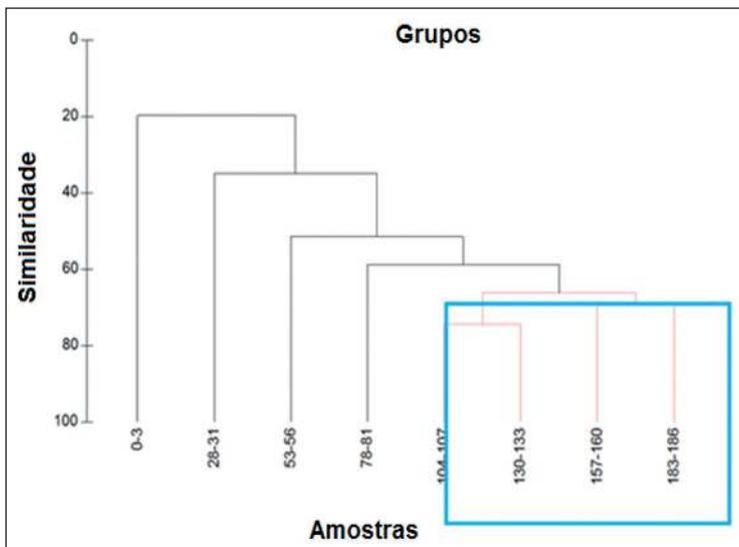


Figura 9 Dendrograma do testemunho Prima 2 (63 µm) Modo – Q

quência que desde a base, são 2/3 de lama carbonática e só o terço superior é arenoso. Entre as idades de 14.359 anos A.P. e 7.019 anos A.P. a elevação do nível do mar ocorreu de forma mais suave até alcançar o nível atual próximo de 6.000 anos A.P. (Angulo *et al.*, 2006; Martin *et al.*, 2003).

Segundo Kowsman & Costa (1979), durante esta fase, à medida que o mar transgredia, a deposição das lamas da plataforma progredia, aumentando em espessura durante este período. Em direção ao topo do testemunho (e. g. Figura 2), a caracterização morfológica e sedimentar da plataforma resultaria na configuração atual, onde os sedimentos são predominantemente arenosos (Kowsman & Costa, 1979).

Os valores de abundância e riqueza das amostras foram em geral diretamente proporcionais, sendo considerados altos (e. g. Figura 6). Este testemunho encontra-se próximo a Cabo Frio, em uma região sob o efeito de fenômenos de ressurgência, e a quantidade de nutrientes favorece o enriquecimento da microfauna.

Os valores de diversidade das amostras foram elevados e típicos de ambientes de plataforma (Sen Gupta & Kilbourne, 1974) com pouca influência costeira. A equitatividade nas amostras evidenciou valores sempre acima de 0,90, implicando em equilíbrio na proporção das espécies (e. g. Figura 6). Este resultado é característico de ambientes marinhos normais, de plataforma média a externa.

A abundância das espécies *Ammonia parkinsoniana* (infaunal), *Quinqueloculina lamarckiana* (epifaunal) e *Textularia aglutinans* (epifaunal) apresentaram tendência geral a aumento da base para o topo do testemunho de 14.624 anos A.P., até aproximadamente 14.359 anos A.P. A partir da idade de 14.359 anos A.P. (125 cm no testemunho), rumo ao presente, ocorre diminuição nas abundâncias das espécies *Bucella peruviana* (infaunal), *Bulimina marginata* (infaunal) e *Quinqueloculina seminulum* – epifaunal (e. g. Figura 4). Podemos associar a diminuição ao aumento da granulometria. É possível observar ainda que a partir da base ao topo da amostra até aproximadamente o intervalo de 60 cm, praticamente todas as espécies apresentaram aumento na abundância e o sedimento é uma lama carbonática.

De acordo com os dados obtidos, a razão C/N possui média de (1,59). Segundo Mahiques (1998),

valores considerados baixos (inferiores a seis) relacionam-se a uma alta contribuição do nitrogênio no teor total, indicando uma origem marinha (plâncton ou bactérias) de matéria orgânica associada aos depósitos de fundo.

É possível observar que houve um aumento da granulometria, com sedimentos mais grossos em direção ao topo que pode estar relacionado a uma importante mudança na dinâmica das correntes predominantes na área de estudo (Kowsman & Costa, 1979).

O aumento da entrada de matéria orgânica durante o LGM pode ter contribuído para a capacidade reduzida de remobilização de sedimentos pela Corrente do Brasil (Mahiques *et al.*, 2007; Disaró *et al.*, 2009), levando a maior taxa de aprisionamento de sedimentos e de carbono orgânico.

Além dos fatores descritos acima, deve-se considerar o fenômeno da ressurgência na área da plataforma de Cabo Frio, onde está localizado o testemunho SEC 1. O conjunto dos fatores que atuam na dinâmica costeira e causam a ressurgência promove uma rotação das águas frias ressurgentes, que vêm do sul, da região de quebra da plataforma para a plataforma continental propriamente dita até a região costeira (Campos *et al.*, 2000; Mahiques *et al.*, 2005). Os fatores oceanográficos que promovem a ressurgência causam um enriquecimento da assembleia bentônica de foraminíferos na área da plataforma de Cabo Frio.

De acordo com os resultados radiométricos (Tardin, 2015), o testemunho SEC 1 é inteiramente transgressivo, sendo composto por depósitos pós-LGM datados tanto do Pleistoceno-Tardio quanto do Holoceno. Esses dados corroboram com análises de Kowsman & Costa (1978) para a região em questão, onde observaram que a sequência sedimentar rumo ao topo do testemunho passou a apresentar granulometria na fração areia, marcado pela presença de conchas, que registraria um período de transição para um ambiente efetivamente marinho com menor velocidade de ascensão do nível do mar. Outro fator importante seria a mudança de dinâmica das correntes predominantes na área, indicando um período de mudanças na história sedimentar da região (Kowsman & Costa, 1979).

5.2 Prima 2

A composição sedimentológica registrada no testemunho Prima 2 da base até o topo (0 - 1,86 m) possui fácies lamosa (cinza) sem a presença de qualquer estrutura biogênica, com a ocorrência de espécimes de foraminíferos diminutos. No entanto, ocorreram elevados valores de riqueza e diversidade nos intervalos das amostras do testemunho Prima 2 (da base para o topo).

A equitatividade nas amostras evidenciou valores sempre acima de 0,90, implicando em equilíbrio na proporção das espécies. Este resultado é característico de ambientes marinhos de mar aberto e de plataforma média a externa.

As espécies dominantes *Uvigerina peregrina* e *Bulimina acculleata* são geralmente encontrados em ambientes pouco oxigenados frequentemente associados às áreas onde o fluxo orgânico é alto durante todo o ano (Sen Gupta *et al.*, 1985). Muitas espécies que toleram pequenas concentrações de oxigênio são típicas de ambientes lamosos (Van der Zwann *et al.*, 1999). Os taxa acima citados são típicos de sedimentos com granulação fina, o qual dificulta a entrada de oxigênio e o acúmulo de nutrientes favorecendo, portanto, a proliferação de espécies oportunistas.

O gênero *Cassidulina* tem sido registrado em ampla variedade de ambientes, (Qvale & Van Weering, 1985; Miao & Thunell, 1993). E com frequência responde à entrada de nutrientes (Nees, 1988). O gênero *Cassidulina* também está associado às áreas de baixa concentração de oxigênio (Gooday, 2002).

No testemunho Prima 2, do intervalo de base (183-186 cm) de idade 24.248 anos A.P. até o intervalo de (40-43 cm) de idade 22.778 anos A.P., as espécies são mais abundantes nas amostras (e. g. Figura 5). A partir do intervalo de (40-43 cm) até o topo do testemunho, a maioria das espécies dominantes como *Cassidulina laevigata*, *C. minuta*, *Globocassidulina subglobosa*, *Uvigerina peregrina* e *U. striata* foram se tornando abundantes em direção ao topo do testemunho. Estes dados comprovam as análises de Mahiques *et al.* (2007), que sugere maior produtividade oceânica e suprimento de sedimento terrígeno na área de estudo.

A espécie *Globocassidulina subglobosa* é cosmopolita e apresenta-se geralmente em diversas batimetrias (Miao & Thunell, 1993).

Os resultados radiométricos no testemunho Prima 2 mostram que os sedimentos ali depositados datam de antes do Último Máximo Glacial. A datação do testemunho Prima 2 indica um hiato deposicional no topo, pois a amostra de 3 cm de profundidade foi datada em 19.888 anos AP. A microfaua de tamanho diminuto em sedimentos lamosos pode corresponder a um ambiente de deposição pouco propício ao desenvolvimento da assembleia, Teoricamente pode-se interpretar um ambiente mais raso e mais sujeito à influência costeira.

Segundo Tardin (2015), a ausência ou escassez de sedimentação pós-LGM nesta região pode ser explicada pela forte erosão observada na área de estudo, perceptível pelas feições observadas em dados sísmicos, como por exemplo, depressões erosivas.

6 Correlação entre as Biofácies

6.1 SEC 1

A partir dos dados de datação para o testemunho SEC 1, é possível observar que da base para o topo do testemunho, no intervalo da biofácies AE/ QQ, cuja datação corresponde a 14.624 anos A.P., provavelmente a plataforma ainda estava exposta após o LGM. Durante esta fase, o testemunho SEC 1 deveria estar posicionado em menor profundidade do que a atual. Na biofácies AE/ QQ predominam as espécies *Ammonia tepida*, *Elphidium excavatum*, *Quinqueloculina lamarckiana* e *Q. aglutinans*. Ocorrem espécies de foraminíferos calcário-hialinos como a *Ammonia tepida*, característica de ambientes moderadamente confinados (Debenay, 2000). A biofácies AE/ QQ representa ambiente plataformal com influência de foraminíferos de ambiente proximal, representado pela *Ammonia tepida* e pelo *Elphidium excavatum* (Figura 10).

Entre aproximadamente 14.359 anos A.P. e 7.019 anos A.P., ocorre a biofácies AE/BQ, representada por *Bucella peruviana* e *Quinqueloculina seminulum*, além de *Ammonia tepida* e *Elphidium excavatum*. Este testemunho localiza-se em frente a

Cabo Frio, e provavelmente neste intervalo de tempo houve a maior influência da ressurgência de Cabo Frio, onde ocorrem mudanças de temperatura e aumento de matéria orgânica. *Bucella peruviana* é típica de ambiente marginal/plataformal de climas frios ou temperados e indica a ressurgência (Boltovskoy, 1959 a, b). *Quinqueloculina seminulum* é uma espécie de ambiente proximal e plataforma (Stevenson *et al.*, 1998; Vieira, *et al.*, 2014). A partir dos 70 cm, reaparece a biofácies AE/QQ, entre aproximadamente 7.019 anos A.P. e 5.034 A.P. Acima de 20 cm não ocorre dominância de nenhuma espécie provavelmente devido a variações nas condições físico-químicas (Figura 10).

Os intervalos arenosos superiores do testemunho podem estar relacionados às variações climáticas regionais, que promoveram períodos de chuvas torrenciais intensificando a deposição de sedimentos mais grossos, devido ao aumento do aporte sedimentar continental, ou ainda por correntes marinhas mais efetivas que ocorreram na área de estudo (Mahiques & Souza, 1999).

6.2 Prima 2

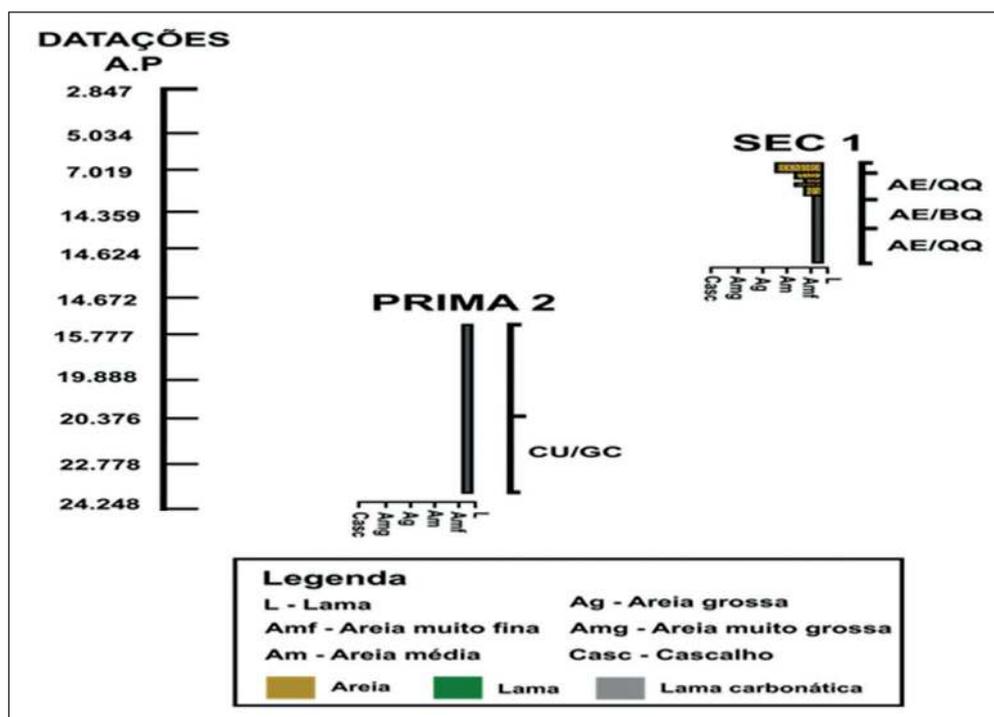
Na biofácies CU/GC predominam as espécies *Uvigerina peregrina*, *Cassidulina laevigata*, *C. mi-*

nuta e *Globocassidulina subglobosa*, que são associadas à ambiente marinho de plataforma (Murray, 1991). Da base para o topo, a biofácies CU/GC representa ambiente plataformal/batial até o intervalo de 100 cm. A partir desse intervalo não ocorre dominância de nenhuma espécie e nem associações. A partir de 100 cm não houve similaridade entre as amostras (Figura 10).

A ausência de correlação entre a biofácies no testemunho Prima 2 com os testemunhos Prima 4 e SEC 1 pode ser considerado um indicio de que a região possua uma superfície de erosão. Neste caso, é provável que o sedimento superficial tenha sofrido uma remobilização e não tenha se depositado (Figura 10).

A assembleia encontrada nesse testemunho possui indivíduos diminutos que compõem a biofácies CU/GC, não encontrada nos outros testemunhos, confirmando a dinâmica deposicional. O testemunho Prima 2 está localizado em um ambiente de fácies erosivas (Tardin, 2015), onde não ocorreram as biofácies QQ/CC, CU/QQ, AE/BQ e AE/QQ, provavelmente devido ao ambiente erosivo que impediu a formação das mesmas (Figura 10).

Figura 10 Perfis esquemáticos dos dois testemunhos coletados entre a Baía de Guanabara e Cabo Frio com a idade dos intervalos datados com C14, e os limites das biofácies. A profundidade dos sedimentos não foi considerada



7 Conclusões

Na área de estudo na plataforma externa entre a Baía de Guanabara e Cabo Frio, os sedimentos são predominantemente lamosos (Prima 2) e arenosos (SEC 1), sendo que na parte superior do SEC 1 existe areia com conchas.

A maioria dos foraminíferos presentes é adaptada a fortes correntes de fundo; têm carapaça preferencialmente plano-convexa ou côncavo-convexa e algumas são incrustantes, ocorrendo aderidas a litoclastos ou bioclastos como, por exemplo, as espécies *Ammonia parkinsoniana*, *Ammonia tepida*, *Textularia agglutinans*, *T. conica*, *Quinqueloculina agglutinans*, *Q. lamarckiana*, *Cibicides wuellerstorfi*, *C. refulgens*, *Elphidium excavatum* e *Cibroelphidium sp.*

As espécies são predominantemente epifaunais e têm forte correlação com o sedimento e a batimetria. Algumas espécies representantes importantes desta área são: *Ammonia parkinsoniana*, *A. tepida*, *Cassidulina laevigata*, *Uvigerina peregrina*, *Hanzawaia concentrica* e algumas espécies dos gêneros *Quinqueloculina* e *Textularia*.

No testemunho Prima 2, a ocorrência da biofácies CU/GC com indivíduos diminutos típicos de plataforma/talude e a ausência de correlação com as biofácies dos demais testemunhos, confirmou o indício de que a região possui uma superfície erosiva. Neste caso, é provável que os sedimentos tenham sofrido uma remobilização ou não tenham se depositado.

O padrão de distribuição das associações de foraminíferos bentônicos observado entre a base e o topo dos testemunhos Prima 2 e SEC 1, estaria relacionado com as transformações sofridas pelo ambiente sedimentar em função das regressões e transgressões marinhas, indicando assim a evolução do ambiente marinho na área de plataforma externa em frente à Baía de Guanabara e Cabo Frio.

O estudo das biofácies de foraminíferos bentônicos demonstrou uma alternância de fases, possibilitando a partir das análises das assembleias uma interpretação das mudanças paleoambientais através dos testemunhos analisados.

8 Agradecimentos

Ao projeto CAPES CAPES-Ciências do Mar “*Estudos oceanográficos e geológico-geofísicos integrados nos ambientes de baías e de plataforma continental ao largo do estado do Rio de Janeiro*” (processo 23038.051609/2009-1) e o Grupo de Geologia Marinha-CPRM (Companhia de Recursos Minerais), ao CNPq e FAPERJ pelo apoio e a CAPES pela Bolsa de Doutorado concedida.

9 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. *Quat. Sci. Rev.*, 25: 486-506
- Araos, F.J.; Mello, A.Y.I.; Manfredo, M.T.; Feital, M.S.; Thiago, J.P.; Queiroz, J.F. 2012. *Conflitos entre expansão urbana e a cobertura vegetal e suas consequências para as Mudanças Ambientais Globais: um estudo no Litoral de São Paulo*. Relatório Científico FAPESP 2008/58159-7. 84p.
- Araújo, H.A.B. & Machado, A.J. 2008. Benthic foraminifera associated with the south Bahia coral reefs, Brazil. *Journal of Foraminiferal Research*, 38(1): 23-38.
- Arz, H.W.; Pätzold, J. & Wefer, G. 1999. The deglacial history on the western tropical Atlantic as inferred from high resolution stable isotope records off northeastern Brazil. *Earth and Planetary Science Letters*, 167:105-117.
- Barbosa, C.F.; Prazeres, M.F.; Ferreira, B.P. & Seoane, J.C.S. 2009. Foraminiferal assemblage and reef check census in coral reef health monitoring of East Brazilian margin. *Marine Micropaleontology*, 73: 62-69.
- Bergue, C.T.; Costa, K.B.; Dwyer G. & Moura, C.A.V. 2006. Bathyal ostracode diversity in the Santos Basin, Brazilian southeast margin: response to Late Quaternary climate changes. *Revista Brasileira de Paleontologia*, 9(2): 15-26.
- Boltovskoy, E. & Totah, V. 1985. Diversity, similarity and dominance in benthic foraminiferal fauna along one transect of the Argentine shelf. *Revue Micropaleontologie*, 28(1): 23-31.
- Boltovskoy, E. 1959a. *Foraminíferos recientes del sur de Brasil y sus relaciones con los de Argentina e India Del Oeste*. Buenos Aires, Secretaria de Marina, Servicio de Hidrografía Naval. H. 1005, 124 p., XX pls.
- Boltovskoy, E. 1959b. *La corriente de Malvinas; un estudio en base a la investigación de foraminíferos*. Buenos Aires, Secretaria de Marina, Servicio de Hidrografía Naval. H. 1015, 97 p., III pls.
- Buzas-Stephens, P.; Pessagno, E.A. & Bowen, C. J. 2003. Foraminiferal response to habitat disruption: Arroyo Colorado, Texas. *Journal of Foraminiferal Research*, 33(4): 294-308.
- Campos, E.; Velhote, D. & Silveira, I. C. 2000. Shelf-break upwelling driven by Brazil Current cyclonic meanders. *Geophysical Research Letters*, 27(6): 751-754.
- Catanzaro, L.F.; Baptista Neto, J.A.; Guimarães, M.S.D. & Sil-

- va, C.G. 2004. Distinctive processes in Guanabara Bay-SE/ Brazil based on the analysis of echo-character (7.0 kHz). *Revista Brasileira de Geofísica*, 22(1): 69-83.
- Cushman, J.A. 1939. A monograph of the foraminiferal family Nonionidae. Geol. Survey Profes. Paper, U.S. 191, 100 p., 20 est.
- Debenay, J.P. 2000. Foraminifers of paralic tropical environments, *Micropaleontology*, 46(1): 153-160.
- Debenay, J.P. 2012. *A Guide to 1000 Foraminifera from Southwestern Pacific: New Caledonia*. Paris, 382 p.
- Disaró, S.T.; Aluizio, R.; Ribas, E.R.; Pupo, D.V.; Tellez, I.R.; Watanabe, S.; Totah, V.; Figueiredo Jr., A.G. & Falcão, A.P.C. 2009. Foraminíferos bentônicos recentes da Plataforma Continental da Bacia de Campos e relações com as características sedimentares regionais. Armação dos Búzios. In: CONGRESSO DA ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ESTUDOS DO QUATERNÁRIO, 13 E ENCONTRO DO QUATERNÁRIO SUL AMERICANO, 3, 2009; Armação dos Búzios, São Paulo, Brasil.
- Duarte, C.S.L. & Viana, A.R. 2007. Santos drift system: stratigraphic organization and implications for late Cenozoic palaeocirculation in the Santos Basin, SW Atlantic Ocean. In: VIANA, A.R. & REBESCO, M. (eds.). *Economic and palaeoceanographic significance of contourite 965 deposits*. Geological Society of London Special Publications. 276: 171-198.
- Duleba, W. & Debenay, J.P. 2003. Hydrodynamic circulation in the estuaries of Estação Ecológica Juréia-Itatins, Brazil, inferred from foraminifera and thecamoebian assemblages. *Journal of Foraminiferal Research*, 33(1):62-93.
- Duleba, W.; Coimbra, J.C.S.; Petri, S. & Barbosa, C.F. 2005. Foraminíferos, tecamebas e ostracodes recentes utilizados como bioindicadores em estudos ambientais brasileiros. In: SOUZA, C.R.G.; SUGUIO, K.; OLIVEIRA, A.M.S. & OLIVEIRA, P.E. (eds.). *Quaternário do Brasil*, Editora Holos, p. 176-201.
- Duleba, W.; Debenay, J.P. & Sousa, S.H.M. 2004. Caracterização ambiental dos estuários e dos rios Guaraú e Una, a partir de análises sedimentológicas e das associações de foraminíferos e tecamebas. In: MARQUES, O.A.V. & DULEBA, W. (eds.). *Estação Ecológica Juréia-Itatins: Ambiente Físico, Flora E Fauna*. Ribeirão Preto: HOLOS, p. 68-85.
- Eichler, P.P.B.; Sen Gupta, B.K.; Eichler, B.B.; Braga, E.S. & Campos, E.J.D. 2008. Benthic foraminiferal assemblages of the South Brazil: Relationship to water masses and nutrient distributions. *Continental Shelf Research*, 28: 1674-1686.
- Ellis, B.F. & Messina, A.R. 1940-et seq. *Catalogue on Foraminifera*. The Micropaleontology Project, Micropaleontology Press Inc., New York. Disponível em: http://www.micropress.org/e_m.html. Sob permissão.
- Gooday, A.J. 2002. *Encyclopedia of Ocean Sciences: Benthic Foraminifera*. Southampton, UK : Academic Press, p. 274-286.
- Grimm E.C. 1999. *Tilia and Tiliagraph: PC spreadsheet and graphics software for pollen data*. INQUA, Commission for the Study of the Holocene, Working Group on Data Handling Methods: 5-7 (Newsletter 4).
- Jablonski, S.A.; Mccray, E.L.J.; Munson, M. & Blackwood, D.S. 2002. CHN preparation and analysis. In: GEOCHEMICAL ANALYSIS PROCEDURES: U.S. GEOLOGICAL SURVEY Open-File Report 02-371.
- Kowsmann, R. O. & Costa, M. O. A 1979. Sedimentação quaternária da margem continental brasileira e áreas oceânicas adjacentes. Rio de Janeiro: *Petrobrás*, Relatório final. (Série Projeto REMAC), p. 1-55.
- Kowsmann, R.O. & Costa, M.P.A. 1978. Evidence of late quaternary sea level still stands on the upper Brazilian continental margin: a synthesis. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON COASTAL EVOLUTION IN THE QUATERNARY. Proceedings, São Paulo, p. 170-192.
- Loeblich, A.R. & Tappan, H. 1988. *Foraminiferal genera and their classification*. Van Nostrand Reinhold Ed., 970 p., 847est.
- Machado, A. J.; Andrade, E. D. & Araújo, H. A. B. 2006. Fauna de foraminíferos do Litoral Norte do Estado da Bahia. *Revista de Geologia*, 19(2): 147:154.
- Mahiques, M. M. & Souza, L. A. P. 1999. Shallow seismic reflectors and upper Quaternary sea level changes in the Ubatuba region, São Paulo State, Southeastern Brazil. *Revista Brasileira de Oceanografia*, 47(1): 1-10.
- Mahiques, M. M. 1998. *Característica da matéria orgânica sedimentar da plataforma continental interna e média entre a Baía de Guanabara (RJ) e São Francisco do Sul (SC)*. Instituto de Oceanografia, Universidade de São Paulo. Tese de Livre Docência. 320 p.
- Mahiques, M. M. 2004. Hydrodynamically-driven patterns of recent sedimentation in the shelf and upper slope off southeast Brazil. *Continental Shelf Research*, 24: 1685-1697.
- 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: 535-548.
- Mahiques, M.M.; Fukumoto, M.M.; Silveira, I.C.A.; Figueira, R.C.L.; Bicego, M.C.; Lourenço, R.A. & Sousa, S.H.M. 2007. Sedimentary changes on the southeastern Brazilian Upper Slope during the last 35,000 years. *Anais da Acad. Brás. De Ci.*, 79: 171-181.
- 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. *Journal of Coastal Research*, 19: 101-124.
- Miao, Q. & Thunell, R.C. 1993. Recent deep-sea benthic foraminiferal distribution in the South China Sea. *Mar. Micropaleontol.* 22: 1-32.
- Murray, J.W. 1991. *Ecology and palaeoecology of benthic foraminifera*. Bath, Longman Scientific & Technical, 397 p.
- 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 foraminifera and sedimentological proxies. *Quaternary International*, 206 (1/2): 62-71.
- Nees, S. 1998. Ground truth in palaeoceanography - good news from the sea floor. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON PALAEOCEANOGRAPHY, 6, Lisboa. Proceedings, 5p.
- Pereira M.J. & Feijó F.J. 1994. Bacia de Santos. Estratigrafia das Bacias Sedimentares do Brasil. *Boletim de Geociências da Petrobrás*, 8: 219-234.

- Pereira, M.J.; Barbosa, C.M.; Agra, J.; Gomes, J.B.; Aranha, L. G.F.; Saito, M.; Ramos, M.A.; Carvalho, M.D.; Stamato, M. & Bagni, O. 1986. Estratigrafia da Bacia de Santos: análise das seqüências, sistemas deposicionais e revisão litoestratigráfica. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 34, GOIÂNIA, *Anais*, 1: 65-79.
- Qvale, G. & Van Weering, T.C.E., 1985. Relationship of surface sediments and benthic foraminiferal distribution patterns in the Norwegian Channel (Northern North Sea). *Mar. Micropaleontol.*, 9: 469-488.
- Reimer, P.J.; Bard, E.; Bayliss, A.; Beck, J.W.; Blackwell, P.G.; Bronk, R. C.; Buck, C.E.; Edwards, R.L.; Friedrich, M.; Grootes, P.M.; Guilderson, T.P.; Hafliðason, H.; Hajdas, I.; Hatté, C.; Heaton, T.J.; Hogg, A.G.; Hughen, K.A.; Kaiser, K.F.; Kromer, B.; Manning, S.W.; Reimer, R.W.; Richards, D.A.; Scott, E.M.; Southon, J.R.; Turney, C.S.M.; Van der Plicht, J. 2013. Selection and treatment of data for radiocarbon calibration: an update to the International Calibration (IntCal) criteria. *Radiocarbon*, 55(4): 1869-1887. DOI: 10.2458/azu_js_rc.55.16947.
- Samir, A.M. & El Din, A.B. 2001. Benthic foraminiferal assemblages and morphological abnormalities as pollution proxies in two Egyptian Bays. *Marine Micropaleontology*, 41:193-227
- Sen Gupta B.K. & Kilbourne R.T. 1974. Diversity of benthic foraminifera on the Georgia continental shelf. *Geol Soc Amer Bull.*, 85: 969-972.
- Sen Gupta, R. & Qasin, S.Z. 1985. The Indian Ocean - an environmental overview. In: SHARMA, R.C. (ed.). *The Oceans - Realities And Prospects*, Rajesh Publications, New Delhi, p. 7-40.
- Shannon, C.E. 1948. A mathematical theory of communication. *Bolletim Systematical Technological Journal*, 27: 379-423.
- Silveira, I.C.A.; Schmidt, A.C.K.; Campos, E.J.D.; Godoi, S.S. & Ikeda, Y. 2000. A Corrente do Brasil ao largo da costa leste brasileira. *Revista Brasileira de Oceanografia*, 48: 171-183.
- Silveira, R.C.A.; Miranda, L.B. & Brown, W.S. 1994. On the origins of the North Brazil Current. *J. Geophys.*, 99(C11): 22501- 22512.
- Souza, T.C.S. 2017. *A utilização das análises de polinofácies e cistos de dinoflagelados para o estudo de sedimentos quaternário da Plataforma Continental do Rio de Janeiro, região Nordeste da Bacia de Santos, Brasil*. Universidade Federal Fluminense. Tese de doutorado. 310 p.
- Stevenson, M.R.; Dias-Brito, D.; Stech, L. & Kampbel, M. 1998. How do cold water biota arrive in a tropical bay near Rio de Janeiro, Brazil? *Continental Shelf Research*, 18: 1595-1691.
- Stramma, L. 1991. Geostrophic transport of the South Equatorial Current in the Atlantic, *J. Mar. Res.*, 49(2): 281-294.
- Stuiver, M.; Reimer, P.J. & Reimer, R.W. 2017. *CALIB 7.1* [WWW program] at <http://calib.org>, accessed 2017-3-11.
- Tardin, R.G.C.P. 2015. *Estratigrafia sísmica e paleodrenagem de sistemas deposicionais Quaternários da plataforma sul fluminense, Bacia de Santos*. Dissertação de Mestrado – Universidade Federal Fluminense: Dinâmica dos Oceanos e da Terra; Área de Concentração: Geologia e Geofísica Marinha. Rio de Janeiro. Niterói. 278 p.
- Van der Zwann, G.J.; Duijnste, I.A.P.; denDulk M.; Ernst, S.R.; Jannink, N.T. & Kouwenhoven, T.J. 1999. Benthic foraminifera: proxies or problems? A review of paleoecological concepts. *Earth-Science Reviews*, 46: 213–236.
- Vieira, C.V.; Felix, A.; Baptista, E.M.C. & Horn Filho, N.O. 2014. Paleogeografia da planície costeira das folhas Jaguaruna e Lagoa de Garopaba do Sul, setor Meridional do litoral de Santa Catarina, Brasil. *Geosul*, 24: 91-112.
- Vieira, F.S.; Koutsoukos, E.A.M.; Machado, A.J. & Dantas, M.A.T. 2014. Biofaciological zonation of benthic foraminifera of the continental shelf of Campos Basin, SE Brazil. *Quaternary International*, 377: 18-27. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.quaint.2014.12.020>
- WoRMS Editorial Board. World Register Marine Species. 2018. Disponível em: <http://www.marinespecies.org>. VLIZ. <http://dx.doi.org/10.14284/170>