



**Mudanças Ambientais Registradas nos Últimos 5000 Anos na Baía de Guanabara (RJ - Brasil) com Base em Foraminíferos e Isótopos Estáveis**

Environmental Changes Recorded in Last 5,000 Years in Guanabara Bay (RJ – Brazil) Based on Foraminifera and Stable Isotopes

Iara Martins Matos Moreira Clemente<sup>1</sup>; Maria Antonieta da Conceição Rodrigues<sup>1</sup>; Egberto Pereira<sup>1</sup>; Alberto Garcia de Figueiredo Jr<sup>2</sup>; Débora Silva Raposo<sup>3</sup>, Pierre Belart<sup>3</sup> & Lazaro Luiz Mattos Laut<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Programa de Pós-Graduação da Faculdade de Geologia, Rua São Francisco Xavier, 524, 20550-013, Maracanã, Rio de Janeiro, RJ, Brasil

<sup>2</sup>Universidade Federal Fluminense, Departamento de Geologia, Av. Gen. Milton Tavares de Souza, s/nº, Campus da Praia Vermelha, 24210-346, Gragoatá, Niterói, RJ, Brasil

<sup>3</sup>Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro, Laboratório de Micropaleontologia, Av. Pasteur, 458 Instituto de Biociências, sala 500, 22290-240, Urca, Rio de Janeiro, RJ, Brasil

E-mails: iarammmc@hotmail.com; tutucauerj@gmail.com; egberto@uerj.br; alberto@igeo.uff.br; deboraposo@gmail.com; pbelart@gmail.com; lazaro.laut@gmail.com

Recebido em: 17/09/2018 Aprovado em: 26/10/2018

DOI: [http://dx.doi.org/10.11137/2018\\_3\\_413\\_426](http://dx.doi.org/10.11137/2018_3_413_426)

## Resumo

Este estudo teve como objetivo identificar variações paleoambientais holocênicas da Baía de Guanabara através das assembleias de foraminíferos associadas aos isótopos  $\delta^{13}\text{C}$  e  $\delta^{18}\text{O}$  de *A. tepida*. No testemunho BG28 (5,8 m) foram realizadas sete datações absolutas (C14) indicando a idade de  $\pm 5.200$  anos A.P. Ao longo da sequência sedimentar foram identificados 18 gêneros e 30 espécies de foraminíferos, das quais as mais constantes foram *Ammonia tepida* e *Buliminella elegantissima* demonstrando características de ambiente confinado. A ocorrência de espécies oceânicas em alguns intervalos associados aos valores de  $\delta^{18}\text{O}$  de *A. tepida* indicaram a existência de cinco eventos de mudanças ambientais na baía. Dois eventos de maior influência de águas oceânicas ( $5.130 \pm 40$  anos/ $4.763 \pm 40$  anos e  $4.522 \pm 40$  anos/ $3.586 \pm 40$  anos A.P.) são caracterizados pela ocorrência de *Buccella frigida*, *Bulimina patagonica*, *Fursenkoina pontoni*, *Nonionella opima*, *Oolina vilardeboana* e *Uvigerina striatula* e valores de isótopos mais negativos de  $\delta^{18}\text{O}$  de *A. tepida*. Outros dois eventos de diminuição no aporte de água marinha ( $4.728 \pm 40$  anos/ $4.608 \pm 40$  anos A.P. e  $3001 \pm 40$  anos/ $2136 \pm 40$  anos A.P.) que foram relacionados à ocorrência de espécies indicadoras de estresse ambiental como *Ammonia tepida*, *Buliminella elegantissima* e *Cribroelphidium excavatum*, associadas aos valores mais positivos de  $\delta^{18}\text{O}$  de *A. tepida*. O último evento que ocorreu em  $1.335 \pm 40$  A.P. até o recente demonstrou uma estabilização da baía.

**Palavras-chave:** Foraminíferos; Baía de Guanabara; paleoecologia; isótopos; datações de radiocarbono

## Abstract

This study aimed to identify Holocene paleoenvironmental changes in Guanabara Bay through the foraminifera assemblages associated with isotopes  $\delta^{13}\text{C}$  and  $\delta^{18}\text{O}$  of *A. tepida*. Seven absolute datings (C14) at the core BG28 (5.8 m) indicate the age of  $\pm 5200$  years B.P. Along the stratigraphic column were identified 18 genera and 30 species of foraminifera. The most constant species were *Ammonia tepida* and *Buliminella elegantissima* demonstrating environmental characteristics confined in the region. However, the occurrence of oceanic species in some intervals associated with the values of  $\delta^{18}\text{O}$  of *A. tepida* indicated the existence of five events of environmental changes in the bay. Two most influential events of the ocean water ( $5130 \pm 40$  years /  $4763 \pm 40$  and  $4522 \pm 40$  years /  $3586 \pm 40$  years BP) are characterized by the occurrence of *Buccella frigida*, *Bulimina patagonica*, *Fursenkoina pontoni*, *Nonionella opima*, *Oolina vilardeboana* and *Uvigerina striatula* and more negative values of  $\delta^{18}\text{O}$  of *A. tepida*. Two other reduction events in the marine water supply ( $4728 \pm 40$  years /  $4608 \pm 40$  years BP and  $3001 \pm 40$  years /  $2136 \pm 40$  years BP) that have been related to the occurrence of indicator species of environmental stress as *Ammonia tepida*, *Buliminella elegantissima* and *Cribroelphidium excavatum*, associated with the most positive values of  $\delta^{18}\text{O}$  of *A. tepida*. And the last event occurred from  $1335 \pm 40$  B.P. until the recent demonstrated the stabilization of the bay.

**Keywords:** Foraminifera; Guanabara Bay; paleoecology; isotopes; radiocarbon data

## 1 Introdução

As oscilações quaternárias do nível relativo do mar foram fundamentais para a evolução da planície costeira do sudeste brasileiro, sendo a Baía de Guanabara uma das principais feições aqui moldadas. Há aproximadamente 18.000 anos teve início à transgressão Flandriana, pontualmente chamada de Guanabarina que produziu o afogamento da plataforma continental e dos vales fluviais pleistocênicos por águas marinhas. O evento, embora gradual, não se processou de maneira contínua nem uniforme. Foi interrompida por regimes de progradação e agradação que imprimiram paleolinhas de costas sobre a plataforma continental (Amador, 1997).

Diversos modelos de variação do nível do mar do Holoceno foram propostos para a costa brasileira, dentre estes, alguns estudos foram desenvolvidos tentando compreender a dinâmica ambiental da Baía de Guanabara nos últimos 6000 anos A.P. No estudo desenvolvido por Amador (1997), a Baía de Guanabara passou por quatro eventos de oscilação do nível do mar desde o máximo transgressivo Holocênico entre 6000 – 5000 anos A.P até o presente. Entretanto, análises desenvolvidas com base nas taxas de sedimentação por Figueiredo Jr. *et al.* (2014) indicaram para este mesmo período a existência de somente três grandes eventos. A divergência entre os modelos pode ter ocorrido devido às diferentes metodologias utilizadas para o desenvolvimento dos estudos.

As análises bioestratigráficas com base nas assembleias de foraminíferos têm sido utilizadas com sucesso em interpretações paleoambientais devido a sua grande sensibilidade à variação de parâmetros físico-químicos, ciclo de vida curto, amplo registro geológico e bom potencial de preservação em sedimentos marinhos (Hannan & Rogerson, 1997).

Embora alguns estudos paleoambientais com foraminíferos tenham sido realizados na Baía de Guanabara (Figueira *et al.*, 2005; Vilela *et al.*, 2006; Fonseca *et al.*, 2007), estes restringiram-se aos últimos 2.000 anos A.P., não contemplando toda a sequência do pacote sedimentar estudado para o Holoceno

Estudos isotópicos também podem auxiliar na elaboração de modelos paleoclimáticos e paleoam-

bientais, pois permitem rastrear as fontes dos componentes detríticos dissolvidos, mudanças temporais na química e de temperatura das águas oceânicas, possibilitando estudos de correlação estratigráfica, transporte sedimentar e os ciclos biogeoquímicos (Banner, 2004).

Os valores das razões de  $\delta^{13}\text{C}$  e de  $\delta^{18}\text{O}$  medidos em organismos com conchas calcárias, como os foraminíferos, permitem inferências de parâmetros como temperatura da água, salinidade, produtividade e disponibilidade de nutrientes, resultando em reconstruções paleoambientais, identificação de períodos de anoxia e glaciações (Rodrigues & Fauth, 2013).

Embora a aplicação de estudos micropaleontológicos e isotópicos tenha se iniciado com estudo de Emiliani (1955), poucos esforços têm sido empregados na aplicação destas metodologias em zonas costeiras. Desta forma, este estudo teve como objetivo identificar as mudanças paleoambientais na Baía de Guanabara com base na caracterização das tafofenoses de foraminíferos e nas análises de isótopos de  $\delta^{13}\text{C}$  e  $\delta^{18}\text{O}$  contidas nas conchas dos microrganismos para identificar eventos de mudanças climáticas e contribuir para os modelos de variações do nível relativo do mar no Holoceno.

## 2 Área de Estudo

A Baía da Guanabara faz parte do gráben da Guanabara, denominado por Almeida (1976) como rifte da Guanabara, que abrange a área deprimida do relevo entre a Serra do Mar, na parte setentrional e maciços costeiros na porção meridional. Esta baía está localizada entre os paralelos 22°24'S e 22°57'S e os meridianos 42°33'O e 43°19'O, apresentando um espelho d'água de 412 km<sup>2</sup> com profundidades que variam de 0,5 m a 60 m. Sua circulação e salinidade estão condicionadas aos movimentos das correntes marítimas, marés, ventos e as descargas fluviais (Kjerfve *et al.*, 1997).

A morfologia do fundo é influenciada por correntes de maré que drenam através do canal central, uma forte carga de sedimentos. A região da entrada da Baía de Guanabara é uma área de dinâmica acen-

tuada, apresentando fortes correntes em resposta à sua geomorfologia assimétrica na qual ocorre um estreitamento de sua porção jusante e alargamento da porção montante (Jica, 1994; Kjerfve *et al.*, 1997; Guimarães *et al.*, 2007).

Os sedimentos de fundo da Baía de Guanabara variam de argila a areia grossa. A região é composta predominantemente por sedimento arenoso que varia desde areia média, na entrada da baía, a areia muito fina em direção ao interior da mesma, em sentido norte até aproximadamente 4 km após a ponte Presidente Costa e Silva (Rio-Niterói). Tais areias tendem a ser pobremente selecionadas a moderadamente bem selecionadas. Estas areias acompanham o canal central, onde são mais fortes as correntes (Guimarães *et al.*, 2007).

Nos últimos 100 anos, as bacias hidrográficas em torno da Baía de Guanabara foram muito modificadas devido à atividade antrópica, que aumentaram as velocidades de fluxo dos rios e o transporte de carga de sedimentos, resultando em uma taxa de sedimentação de 1 a 2 cm/ano (Rebello *et al.*, 1986; Leal & Wagener, 1993; Baptista-Neto *et al.*, 2000).

### 3 Material e Métodos

Para análise paleoambiental foi coletado o testemunho BG28 com recuperação de 580 cm de comprimento na região mais interna da Baía de Guanabara, próxima à Ilha do Governador, utilizando um testemunhador tipo *vibracore* com tubos de alumínio de 600 cm de comprimento, 3” de diâmetro externo e paredes de 3 mm de espessura (Figura 1).

#### 3.1 Descrição Granulométrica e Datação (C14)

A descrição granulométrica do testemunho BG28 foi realizada por Figueiredo Jr. *et al.* (2014). O testemunho consistiu em uma sequência de lama cinzenta com conchas esparsas na base, camadas com bioturbação, e no topo foram encontrados muitos tubos verticais de poliquetas e lama fluída esverdeada.

As datações em radiocarbono ( $C^{14}$ ) foram realizadas pelo método AMS em conchas de bivalves



Figura 1 Mapa de localização do testemunho BG28.

articulados em posição de vida encontradas ao longo do testemunho BG28, no *Center for Applied Isotope Studies* nos intervalos: 66-86 cm, 124-126 cm, 140-142 cm, 176-182 cm, 244-250 cm, 320-324 cm, 392-394 cm, 494-498 cm e 578-580 cm (Figueiredo Jr. *et al.*, 2014).

#### 3.2 Análises Biológicas

O testemunho foi fatiado a cada 2 cm, totalizando 173 intervalos, separando-se as amostras para as análises da fauna de foraminíferos que foram processadas em laboratório seguindo a metodologia descrita em Boltovskoy (1965). Esta metodologia consiste em passar o sedimento a úmido pelas peneiras de 0,500 mm e 0,062 mm, descartando-se as frações acima e abaixo deste intervalo. As amostras foram secas em estufa sob temperatura de 50°C e os foraminíferos foram separados do sedimento por flotação em tricloroetileno ( $C_2HCl_3$ ). O material so-

brenadante foi examinado sob estéreomicroscópico com aumento de 80X.

A identificação taxonômica foi realizada com base em Todd & Bronnimann (1957), Boltovskoy *et al.* (1980) e o nome das espécies validado de acordo com WoRMS Editorial Board (2016). Após a fase de identificação, os melhores espécimes foram selecionados e fotografados em microscópio eletrônico de varredura (MEV) Zeiss modelo DMS 960.

### 3.3 Isótopos de Carbono e Oxigênio ( $\delta^{13}\text{C}$ e $\delta^{18}\text{O}$ )

Para as análises isotópicas de carbono e oxigênio foram separados 10 espécimes de *Ammonia tepida* de cada intervalo. Esta espécie foi escolhida por estar representada em quase toda sequências sedimentar coletada. Os espécimes foram lavados em banho ultrassônico com água destilada para remover impurezas, e processados seguindo o método proposto por Craig (1957). O material foi analisado no Laboratório de Estratigrafia Química e Geoquímica Orgânica (LGQM) da Faculdade de Geologia da Universidade do Estado do Rio de Janeiro utilizando-se o analisador Kiel IV acoplado um espectrômetro Delta V Plus, da marca ThermoScientific, com precisão de análise de 0.04 ‰ para  $\delta^{13}\text{C}$  e 0.08 ‰ para  $\delta^{18}\text{O}$ .

Os dados de isótopos estáveis são apresentados mediante o parâmetro  $\delta$  definido por:  $\delta$  (‰) =  $[(R_{\text{amostra}} - R_{\text{padrão}}) / (R_{\text{padrão}})] \times 1000$ , e comparados com padrão de carbonato *Vienna Pee Dee Belemnite* (PDB) no qual, para o carbono e oxigênio, os valores de R correspondem respectivamente a  $\text{C}_{13}/\text{C}_{12}$  e  $\text{O}_{18}/\text{O}_{16}$ .

### 3.4 Análises Estatísticas

Para as análises de estatística foram excluídas todas as amostras com menos de 100 organismos e as espécies identificados em uma única amostra cuja a abundância relativa fosse menor que 4% (Clemente *et al.*, 2015; Laut *et al.*, 2016).

Como técnicas univariadas foram calculados os índices ecológicos tais como: abundância relativa, constância ( $C = p.100/P$ ), diversidade ( $H' = \sum p_i \ln p_i$ ); e como técnica multivariada foi realizada uma análise de agrupamento em modo - Q no Software Pcord5 usando-se distância Euclidiana e o método Ward de ligação.

Os resultados da datação por radiocarbono ao longo do testemunho BG28 forneceram idades que variaram de  $750 \pm 40$  anos A.P. no intervalo de 66-86 cm ao valor máximo de  $5.130 \pm 40$  anos no intervalo 578-580 cm (Figura 2).

## 4 Resultados

Os resultados da datação por radiocarbono ao longo do testemunho BG28 forneceram idades que variaram de  $750 \pm 40$  anos A.P. no intervalo de 66-86 cm ao valor máximo de  $5.130 \pm 40$  anos no intervalo 578-580 cm (Figura 2).

As análises isotópicas de *A. tepida*  $\delta^{13}\text{C}$  realizadas no testemunho revelaram que o intervalo 350-352 cm apresentou o valor mais positivo - 0,9 (‰), e o intervalo 132-134 cm apresentou o valor mais negativo - 13,1 (‰). Em relação aos valores isotópicos de *A. tepida*  $\delta^{18}\text{O}$  o intervalo 352-354 cm demonstrou o valor mais positivo -1,2 (‰), e o intervalo 220-222 cm com -13,1(‰) o valor mais negativo (Figura 3).

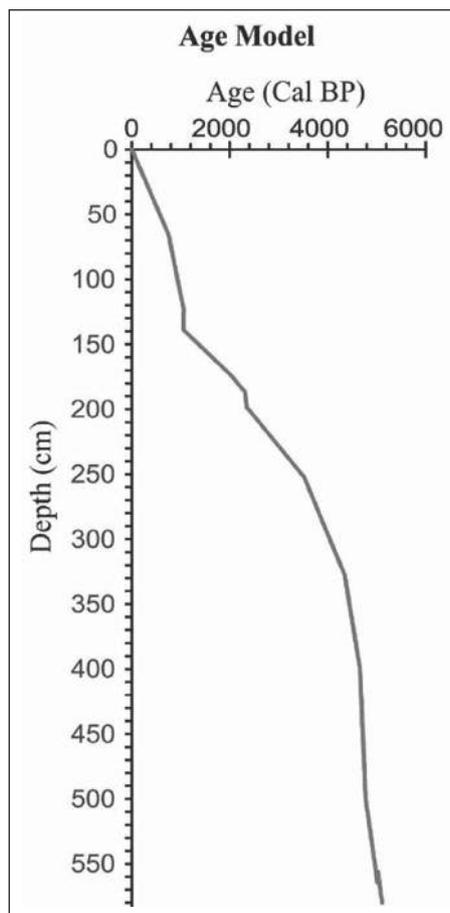


Figura 2 Taxa de sedimentação do testemunho BG28. Profundidade (cm) e escala de anos (ka cal AP).

Das 173 amostras do testemunho BG28 selecionadas para a análise de foraminíferos, apenas 70 continham os microrganismos (Figura 3) e destas somente 29 apresentaram densidade de conchas superior a 100 foraminíferos/50 mL de sedimento. Todos os intervalos que apresentaram densidade de conchas inferior a 100 foram eliminadas das análises (Apêndices 1A-C).

No testemunho foram identificados 18 gêneros e 30 espécies de foraminíferos das quais as mais constantes foram a *Ammonia tepida* que apresentou constância de 94,7% e a *Buliminella elegantissima* com 92,1% (Figura 4). As espécies menos constantes foram *Bolivina spathulata* (350-352 cm), *Buccella frigida* (584-586 cm), *Lagena gracilis* (354-356 cm), *Lagena perlucida* (350-352 cm), *Lagena striata* (310-312 cm), *Miliolinella subrotunda* (00-02 cm), *Nonionella opima* (350-352 cm), *Oolina vilardeboana* (348-350), *Textularia earlandi* (00-02 cm) e *Uvigerina striatula* (500-502 cm), todas presentes somente em 2,6% das amostras. A espécie *Bulimina patagonica* apresentou baixos valores de frequência relativa ao longo do testemunho, com exceção do intervalo 284-286 cm, onde a frequência foi de 71,2. Contudo, neste intervalo só foram identificados 52 espécimes, o que impossibilitou sua utilização na estatística.

O intervalo de 300-302 cm apresentou o menor número de espécies, 4 espécies, em contrapartida, o intervalo 350-352 cm foi o que apresentou maior número de espécies, totalizando 20. O menor valor de diversidade foi 0,2, enquanto que o intervalo de maior diversidade foi o de 0-2 cm com 2,1 (Figura 3).

## 5 Discussão

O testemunho coletado está localizado em uma área protegida da ação direta das ondas e próximo à foz dos rios da porção norte da baía. Esse fato permite grande aporte de sedimento fino com deposição contínua na região do BG28 (Figueiredo Jr. et al., 2014). As datações realizadas no testemunho indicaram um aumento na variação da taxa de sedimentação, onde o pacote sedimentar se tornou maior em uma escala de tempo menor entre as idades de 5.130 – 3.600 anos A.P. (580 – 250 cm) e entre 1.000 anos A.P. ao atual (150 - 0 cm).

Os valores negativos de isótopos de carbono também evidenciaram o aumento de aporte sedimentar de origem continental nestes primeiros 150 cm. Segundo Figueiredo Jr. et al. (2014), as maiores taxas de sedimentação durante um período de subida do nível do mar pode ser explicado pelo aumento da influência antrópica principalmente pelo desma-

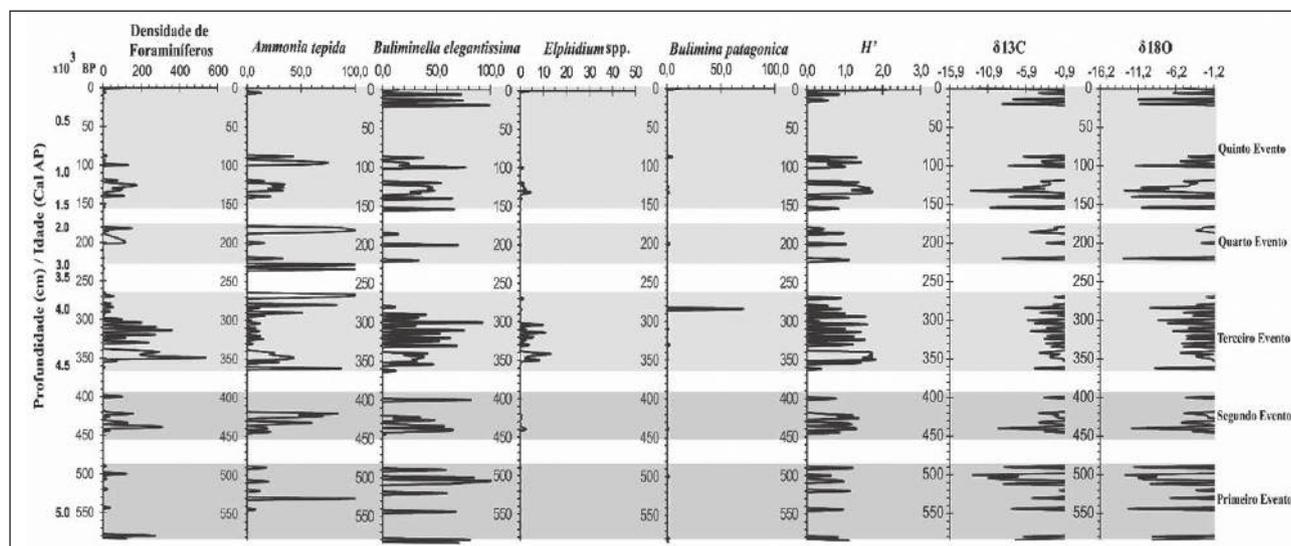


Figura 3 Dados bióticos e abióticos do testemunho BG28. Densidade de foraminíferos, abundância relativa das espécies (*Ammonia tepida*, *Buliminella elegantissima*, *Elphidium* spp. e *Bulimina patagonica*),  $H'$ ,  $\delta^{13}C$  (‰) e  $\delta^{18}O$  (‰).

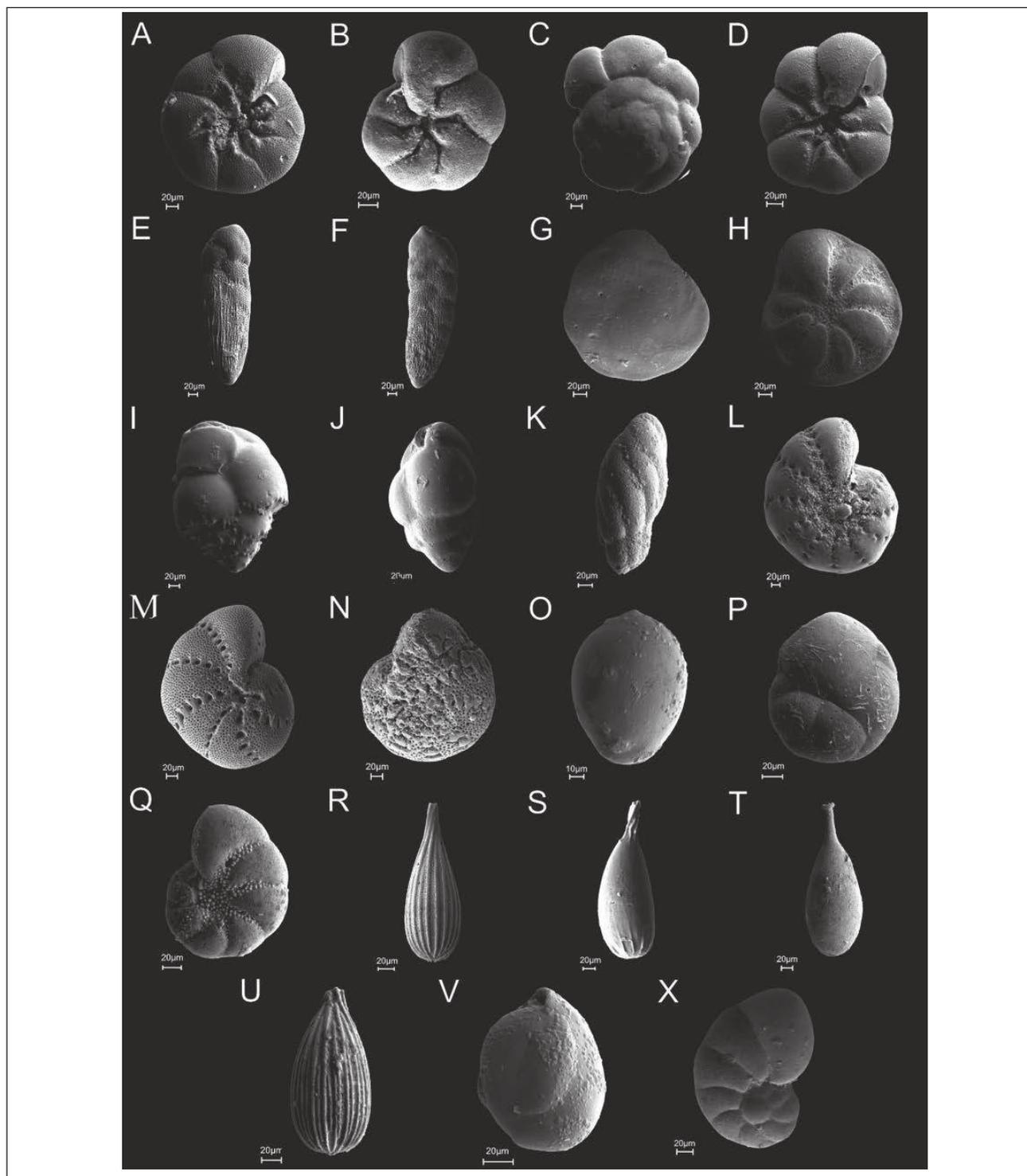


Figura 4 Microscopia eletrônica das espécies encontradas no testemunho BG28: A - *Ammonia parkinsoniana* (220–222 cm); B - *Ammonia rolshauseni* (304-306 cm); C - *Ammonia tepida* vista dorsal (96-98 cm); D - *Ammonia tepida* vista ventral (96-98 cm); E - *Bolivina striatula* (304-306 cm); F - *Bolivinellina translucens* (00-02 cm); G - *Buccella frigida* vista dorsal (584-586 cm); H - *Buccella frigida* vista ventral (584-586 cm); I - *Bulimina marginata* (134-136 cm); J - *Bulimina patagonica* (284-286 cm); K - *Buliminella elegantissima* (20–22 cm); L - *Cribroelphidium excavatum* (310-312 cm); M - *Cribroelphidium poeyanum* (350-352 cm); N - *Elphidium gunteri* (310-312 cm); O - *Fissurina lucida* (352-354 cm); P - *Globocassidulina subglobosa* (94-96 cm); Q - *Haynesina germanica* (330-332 cm); R - *Lagena gracilis* (304-306 cm); S - *Lagena laevis* (186-188 cm); T - *Lagena perlucida* (350-352 cm); U - *Lagena striata* (310-312 cm); V - *Miliolinella subrotunda* (00-02 cm); X - *Pseudononion japonicum* (352-354 cm).

tamento, expansões de áreas de cultivo, dragagem de canais e pavimentação de estradas. Este fato também foi observado por Figueira *et al.* (2005) e Vilela *et al.* (2007) que perceberam um aumento da taxa de sedimentação e a relacionaram com o período de colonização europeia no Brasil.

As curvas isotópicas de  $\delta^{13}\text{C}$  e  $\delta^{18}\text{O}$  de *A. tepida* originadas neste estudo não seguiram um padrão de sinais isotópicos inversos entre carbono e oxigênio, comuns em estudos oceânicos (Nicolaidis, 2008; Barbosa, 2010). Em muitos intervalos as curvas se tornaram semelhantes, provavelmente estas alterações podem ter ocorrido devido ao local da testemunhagem ser próximo ao manguezal com grande aporte dos rios. O mesmo padrão nas assinaturas foi observado por Pinto *et al.* (2016), que comparou os valores isotópicos gerados no manguezal da Baía de Sepetipa com a distribuição das assembleias de foraminíferos sugerindo algumas alterações ambientais demonstrando a estabilização do manguezal nos últimos 2.400 anos.

Os valores negativos de  $\delta^{13}\text{C}$  de *A. tepida* sugerem um aporte maior da produtividade continental em todo testemunho. Os isótopos de carbono são indicadores de produtividade muito utilizados devido a peculiaridade metabólica dos organismos fotossintetizantes que incorporam preferencialmente o isótopo mais leve ( $^{12}\text{C}$ ). Esta assinatura é registrada, por exemplo, nas carapaças calcárias (Bergue & Coimbra, 2008). A proximidade das amostras com o aporte de nutriente oriundos do continente também pode ter alterado concentração dos isótopos de carbono amplificando sua fixação nas carapaças (Diz *et al.*, 2009). Fontanier *et al.* (2005) ressaltam ainda que a profundidade do local da coleta também pode alterar os dados, uma vez que a oxigenação do fundo influência na intensidade da degradação de matéria orgânica nos sedimentos superficiais.

As assinaturas de  $\delta^{18}\text{O}$  de *A. tepida* indicaram valores negativos, sugerindo um maior aporte de água oceânica na coluna estratigráfica. Por volta dos 4.500 anos à 5.000 anos A.P. (450-550 cm) e entre 1.000 e 3.000 anos A.P. (140-220 cm) os valores de  $\delta^{18}\text{O}$  de *A. tepida* apresentaram os valores mais negativos (Figura 3). Segundo Amador (1997), nesse período

a Baía de Guanabara apresentava um nível mais alto da lâmina d'água. Diversos fatores ambientais como ventos, correntes e aportes de água doce em ambientes costeiros podem alterar as assinaturas isotópicas do oxigênio nas conchas de foraminíferos (Fontanier *et al.*, 2005; Diz *et al.*, 2009).

As variações isotópicas observadas no testemunho coincidem com as variações na ocorrência e abundância de algumas espécies de foraminíferos. As espécies dominantes, *A. tepida* e *B. elegantissima* apresentaram valores de abundância relativa inversamente proporcionais ao longo do testemunho, como observado também na Baía de Guanabara por Vilela *et al.* (2007). Os autores relacionam esse padrão ao enriquecimento de matéria orgânica antrópica no topo da sequência com a dominância de *A. tepida*, e a matéria orgânica natural relacionada a dominância de *B. elegantissima* na base.

No entanto, no testemunho estudado, ocorreu a dominância da *A. tepida* em diferentes intervalos que não coincidem com o período colonial como observado na Figura 3. Esta dominância de *A. tepida* ocorreu em alguns intervalos ao longo dos últimos 5.000 anos A.P. sugerindo uma relação com outros fatores e não somente com a ação antrópica. O aparecimento desta espécie em ambientes considerados confinados ou com grandes oscilações dos parâmetros físico-químicos já foi relatado por diversos autores (Eichler *et al.*, 2003; Clemente *et al.*, 2015; Martins *et al.*, 2015; Laut *et al.*, 2016).

O aumento dos valores de abundância de *B. elegantissima* em certas camadas do BG28 coincidiram com valores mais negativos de  $\delta^{18}\text{O}$  (4.500 – 5.000 anos A.P. nos intervalos 450-550 cm, e entre 1.000 – 3.000 anos A.P. nos intervalos 140-220 cm). Esta relação sugere que a dominância desta espécie está relacionada ao maior aporte maior de água oceânica e não somente as variações de matéria orgânica natural como sugerido por Vilela *et al.* (2007). Essa espécie encontra-se em toda a Baía de Guanabara nos dias atuais, onde ocorre renovação de água (Clemente *et al.*, 2015).

A grande quantidade de intervalos sem foraminíferos ao longo da coluna estratigráfica pode estar relacionada a alterações ambientais que não per-

mitiram a fixação das comunidades nestes períodos, ou à ação de processos tafonômicos que impossibilitaram a preservação das conchas através do processo de dissolução das conchas calcárias pela alteração do pH no sedimento (Eichler *et al.*, 2006).

A diversidade  $H'$  apresentou grandes oscilações, principalmente nos intervalos 100-150, 270-360, 400-450 e 500-520 essas variações no índice de Shannon podem ser decorrentes, possivelmente de um aumento do nível de estresse sucedido por uma estabilização das populações no ambiente. As oscilações deste índice ecológico ao longo do testemunho sugerem que o aumento dos valores de diversidade estão associados à variação do nível de estresse produzido na área. As alterações ambientais produzem variações nesses níveis que influenciam diretamente a distribuição das assembleias, uma vez que ocorre exclusão competitiva entre as espécies (Ricklefs, 2003).

O testemunho apresentou espécies típicas de estuário e presentes na Baía de Guanabara nos dias atuais, como a *Ammonia tepida*, *Buliminella elegantissima*, *Bolivina spathulata*, *Buccella frigida*, *Bulimina patagonica*, *Fursenkoina pontoni*, *Lagena gracilis*, *Lagena perlucida*, *Lagena striata*, *Miliolinella subrotunda*, *Nonionella opima*, *Oolina vilardeboana*, *Textularia earlandi* e *Uvigerina striatula*. Dentre estas espécies, *Buccella frigida*, *Bulimina patagonica*, *Fursenkoina pontoni*, *Nonionella opima*, *Oolina vilardeboana*, *Uvigerina striatula* são características de ambientes de águas oceânicas e frias e tendem a ocorrer na parte mais externa da baía. (Eichler *et al.*, 2003; Clemente *et al.*, 2015).

Através da relação entre os dados de  $\delta^{13}\text{C}$  e  $\delta^{18}\text{O}$  da *A. tepida*, fatores ecológicos e as datações sugeriram a existência de cinco eventos de mudanças ambientais na Baía de Guanabara.

O primeiro evento, entre o intervalo de 588 a 490 cm, possui aproximadamente  $5.130 \pm 40$  anos a  $4.763 \pm 40$  anos A.P. As curvas isotópicas de oxigênio e os dados biológicos sugerem um aumento na influência de águas oceânicas, possivelmente relacionada ao período de transgressão mencionado por Amador (1997) há 5.100 anos A.P. Neste período ocorreu a dominância da *B. elegantissima*

associada aos valores mais negativos de  $\delta^{18}\text{O}$  da *A. tepida* que indicam períodos climático mais quentes com maior aporte de água oceânica e redução de *A. tepida*. A exceção é o intervalo 530 cm, onde ocorreu o aumento desta espécie associada a sinais isotópicos mais positivos sugerindo uma pequena oscilação nos parâmetros ambientais (Figura 3).

O segundo evento (460 a 390 cm) possui aproximadamente  $4.728 \pm 40$  anos a  $4.608 \pm 40$  A.P. As assinaturas isotópicas de oxigênio e os parâmetros bióticos sugerem uma redução na influência marinha, possivelmente relacionado ao período de transição entre o máximo transgressivo de 3.100 e o processo de regressão em 4.200 anos A.P. definidos por Amador (1997). Neste intervalo ocorrem mudanças pontuais que se refletem na biota, alternando as abundâncias da *B. elegantissima* e *A. tepida*. Estas alterações sugerem pequenas e instáveis variações no ambiente.

Estes dois eventos se enquadram no primeiro período do modelo criado por Figueiredo Jr *et al.* (2014) com base na taxa de sedimentação. Os autores definiram três grandes fases de evolução da baía, e este consistiria num período rápido que durou entre 6.000 e 4.300 anos A.P.

O terceiro evento encontrado neste estudo (370 a 260 cm), possui aproximadamente  $4.522 \pm 40$  anos a  $3.586 \pm 40$  A.P. As oscilações nas curvas  $\delta^{18}\text{O}$  da *A. tepida* associadas a relação inversamente proporcional das abundâncias *A. tepida*/*B. elegantissima* sugerem uma alteração ambiental com um gradativo aumento da influência marinha. Este fato pode estar possivelmente relacionado ao período definido por Amador (1997) como um pequeno processo transgressivo que ocorreu na baía entre 3.800 até 3.600 anos A.P. (Figura 3).

O quarto evento, entre os intervalos 230 a 180 cm, possui aproximadamente  $3.001 \pm 40$  anos a  $2.136 \pm 40$  A.P. Neste intervalo os dados isotópicos e a relação inversa *A. tepida*/*B. elegantissima* sugerem uma redução no aporte de água marinha indicando um ambiente confinado, possivelmente relacionado ao processo de regressão ocorrido à 3.000 anos A.P. (Amador, 1997).

Estes eventos mencionados anteriormente fariam parte do segundo momento de evolução definido por Figueiredo Jr *et al.* (2014) da Baía de Guanabara, segundo os autores este processo foi lento e ocorreu entre 4.300 e 2.000 anos A.P.

O quinto e último evento deste estudo, compreendido entre o intervalo 100 a 0 cm ( $1.335 \pm 40$  A.P. até o recente) demonstrou a estabilização da baía atual. Os isótopos  $^{18}\text{O}$  sugeriram uma pequena oscilação climática no intervalo de 96-86 cm que poderia ser a resposta ambiental à pequena idade do gelo que ocorreu por volta de 1400 A.P. Segundo estes autores, esse período corresponderia a uma provável redução do nível do mar na Baía de Guanabara. Figueiredo Jr. *et al.* (2014) classifica este último evento como um período rápido, compreendido entre 2.000 e 500 anos A.P. Nesse último evento, o aumento das taxas de acumulação indicariam uma nova fase antropogênica teria sido iniciada. A presença de espécies de hábito marinho como *Buccella frigida*, *Bulimina patagonica*, *Fursenkoina pontoni*, *Nonionella opima*, *Oolina vilardeboana*, *Uvigerina striatula* (Eichler *et al.*, 2003; Laut *et al.*, 2014; Clemente *et al.*, 2015) nestes intervalos sugerem maior ação das correntes e conseqüentemente maior transporte marinho para dentro da baía.

A ocorrência de algumas destas espécies na base do testemunho (584 cm), conferem com os sinais  $^{18}\text{O}$  negativos indicando períodos mais quentes e com o processo de transgressão proposto por Amador (1997). Os valores intermediários do BG28 (348/350 cm), também apresentaram essas espécies marinhas, esses intervalos correspondem a alterações nos padrões isotópicos e ao período de transição entre o processo de transgressão e regressão proposto por Amador (1997).

A abundância da *B. patagonica* no intervalo 284-286 com valores mais negativos (-9,587) de isótopos de oxigênio indicam maior influência da corrente de fundo capaz de transportar essa espécie típica da Corrente das Malvinas (Boltovskoy *et al.*, 1980) para dentro da baía.

O afloramento das águas desta corrente de fundo (ACAS) ocorre com frequência em toda a costa do Rio de Janeiro num fenômeno conhecido

como ressurgência, possivelmente essas assinaturas isotópicas mais negativas sugerem uma alteração no padrão de circulação oceânica indicando uma eficiência maior no transporte dessas águas para dentro da baía, como observado por Fontanier *et al.* (2005) na Baía de Biscay.

Algumas dessas espécies de hábito oceânico aparecem novamente no intervalo superior correspondentes ao recente (0 - 02 cm), contudo nos estudos de ecologia de foraminíferos realizados na Baía de Guanabara (Vilela *et al.*, 2003; Eichler *et al.*, 2006; Clemente *et al.*, 2015), essas espécies não são identificadas vivas nesta área. A presença destas espécies neste ambiente indicam uma ação eficiente das correntes, corroborando com os sinais  $^{18}\text{O}$  mais negativos indicando maior aquecimento a partir de 1.500 anos A.P. como conseqüente aumento no nível do mar. Entretanto, segundo Amador (1997) a Baía de Guanabara estaria num processo regressivo e não de maior aporte oceânico como observado por este estudo. Talvez a divergência dessas interpretações seja o aumento da taxa de sedimentação de origem antropogênica proposta Figueiredo Jr. *et al.* (2014). O aumento dessas taxas não foram analisadas no modelo proposto por Amador (1997) e pode ter gerado interpretações de um nível de mar mais baixo diferente do que realmente estaria acontecendo. Segundo Figueiredo Jr. *et al.* (2014), nesta fase ocorreu uma progradação da costa devido a ação antropogênica não correspondendo a tendência global de elevação do nível do mar e transgressão da linha de costa.

As interpretações dos eventos propostos por esse estudo sugeriram pequenas oscilações no padrão de circulação dentro da baía, porém não devem ser correlacionadas somente com possíveis alterações no nível relativo do mar, mas também deve-se considerar alguns fatores climáticos como períodos meteorológicos pontuais que podem alterar as proporções das assembleias tais como, chuvas, tempestades, *El Niño* ou até mesmo ação de processos tafonômicos de dissolução das conchas dos organismos, o que interfere nas quantidades e qualidade da tafocenose recuperada (Laut *et al.*, 2009).

Os dados isotópicos associados com a tafocenose do testemunho BG28 sugerem eventos semelhantes aos descritos por Amador (1997) e por Fi-

gueiredo Jr. *et al.* (2014), no entanto, com períodos de tempo diferentes. Segundo Figueiredo Jr. *et al.* (2014), as taxas de acumulação de sedimentos na Baía de Guanabara não são homogêneas, variando de lugar para lugar, com valores elevado nas porções leste e nordeste onde há maior aporte fluvial.

## 6 Conclusões

A predominância de espécies calcárias ao longo do testemunho, indicou que a baía no período analisado, foi ambiente tipicamente estuarino. Contudo, a dominância das espécies resistentes *A. tepida* e *B. elegantissima* sugere um ambiente altamente estressante, como grande amplitude nos parâmetros ambientais.

As curvas isotópicas de  $^{13}\text{C}$  e  $^{18}\text{O}$  de *A. tepida* não seguiram o padrão observado na literatura para ambientes oceânicos, provavelmente por ser uma área muito próxima do continente onde diversos fatores podem influenciar a fixação nas carapaças dos foraminíferos. Contudo, as curvas isotópicas negativas de  $^{18}\text{O}$  mostraram alterações nos padrões de circulação oceânica dentro da baía e as assinaturas de  $^{13}\text{C}$  demonstraram a eficiência dos rios e manguezais no aporte de nutriente na área de estudo ao longo dos anos.

As análises indicaram a existência de cinco eventos de mudanças ambientais dentro da baía, ao longo dos últimos 5.100 anos. Dois eventos de maior influência no transporte marinho (5.130 ± 40 anos/4.763 ± 40 anos e 4.522 ± 40 anos/3.586 ± 40 anos A.P.). Outros dois eventos de redução no aporte de água marinha (4.728 ± 40 anos/4.608 ± 40 anos A.P. e 3.001 ± 40 anos/2.136 ± 40 anos A.P.). E o último evento ocorreu em 1.335 ± 40 A.P. até o recente demonstrou a estabilização da baía.

## 7 Agradecimentos

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) código de financiamento 001. Os autores gostariam de agradecer à Dr<sup>a</sup>. Maria Virginia Martins pelas sugestões na elaboração inicial do artigo.

## 8 Referências

- Almeida, F.F.M. 1976. The system of continental rifts bordering the Santos Basin. *Anais da Academia Brasileira de Ciência*, 48(1): 15-26.
- Amador, E.S. 1997. *Baía de Guanabara e ecossistemas periféricos: Homem e Natureza*. 1ª ed. Rio de Janeiro, Retroarte Gráfica e Editora, 539p.
- Banner, J.L. 2004. Radiogenic isotopes: systematics and applications to earth surface processes and chemical stratigraphy. *Earth-Science Reviews*, 65: 141-194.
- Baptista-Neto, J.A.; Smith, B.J. & McAlister, J.J. 2000. Heavy metal concentrations in surface sediments in a nearshore environment, Jurujuba Sound, SE Brazil. *Environmental Pollution*, 109: 1-9.
- Barbosa, V.P. 2010. Foraminíferos Bentônicos como Indicadores Bioestratigráficos no Quaternário Superior da Bacia de Campos. *Revista Brasileira de Paleontologia*, 13(2): 129-142.
- Barth, O.M.; São-Thiago, L.E.U. & Barros, M.A. 2006. Paleoenvironment interpretation of a 1760 years BP old sediment in a mangrove area of the Bay of Guanabara, using pollen analysis. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 78(2): 227-229.
- Bergue, C.T. & Coimbra, J.C. 2008. Abordagens faunísticas e geoquímicas em microfósseis calcários e suas aplicações à paleoceanografia e paleoclimatologia. *Ciências Naturais*, 3: 115-126.
- Boltovskoy, E. 1965. *Los Foraminiferos Recientes*. Buenos Aires, Editorial Universitaria de Buenos Aires, 510p.
- Boltovskoy, E.; Giussani, G.; Watanabe, S. & Wright, R. 1980. *Atlas of Benthic Shelf Foraminifera of the Southwest Atlantic*. Boston, Dr. W. Junk bv Publishers, 131p.
- Clemente, I.M.M.M.; Silva, F.S.; Laut, L.L.M.; Frontalini, F.; Costa, V.L.; Rodrigues, M.A.C.; Pereira, E.; Bergamaschi, S.; Mendonça Filho, J.C. & Martins, M.V.A. 2014. Biochemical Composition and Foraminiferal Content of Sediments for Determining Bottom Sector Environments in Guanabara Bay (Rio de Janeiro, Brazil). *Journal of Coastal Research*, 31(5): 1190-1204.
- Craig, H. 1957. Isotopic standards for carbon and oxygen and correction factors for mass spectrometric analysis of carbon dioxide. *Geochemica Cosmochimica Acta*, 12: 181-186.
- Diz, P.; Jorissen, F. J.; Reichart, G. J.; Poulain, C.; Dehairs, F.; Leorri, E. & Paulet, M. 2009. Interpretation of benthic foraminiferal stable isotopes in subtidal estuarine environments. *Biogeosciences*, 6: 2549-2560.
- Eichler, P.P.B.; Castelão, G.P.; Pimenta, F.M. & Eichler, B.B. 2006. Avaliação da Saúde Ecológica do Sistema Estuarino de Laguna (SC) Baseado nas Espécies de Foraminíferos e Tecamebas. *Pesquisas em Geociências*, 33: 101-115.
- Eichler, P.P.B.; Eichler, B.B., Miranda, L.B.; Pereira, E.R.M.; Kfour, P.B.P.; Pimenta, F.M.; Bérnago, A.L. & Vilela, C.G. 2003. Benthic foraminiferal response to variations in temperature, salinity, dissolved oxygen and organic carbon, in the Guanabara Bay, Rio de Janeiro, Brasil. *Anuários do Instituto de Geociências - UFRJ*, 26: 36-51.

- Emiliani, C. 1955. Pleistocene temperatures. *Journal of Geology*, 63: 538-578.
- Figueira, B.O.; Cardoso, M.N.; Quadros, F.; Vilela, C.G. & Baptista Neto, J.A. 2005. Estudos Ecológicos Comparativos de Foraminíferos Bentônicos Provenientes de cinco Testemunhos da Baía de Guanabara, RJ. In: CONGRESSO DA ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ESTUDOS DO QUATERNÁRIO – ABEQUA, 10, 2005. *Anais*, Guarapari, p. 172-173.
- Figueiredo Jr., A.G.; Toledo M.B.; Cordeiro, R.C.; Godoy, J.M.O.; Silva, F.T.; Vasconcelos, S.C. & Santos, R.A. 2014. Linked variations in sediment accumulation rates and sea-level in Guanabara Bay, Brazil, over the last 6000 years. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 415: 83-90.
- Fontanier, C. ; Mackensen, A. ; Jorissen, F. J. ; Anschutz, P. ; Licari, L. & Griveaud C. 2005. Stable oxygen and carbon isotopes of live benthic foraminifera from the Bay of Biscay: Microhabitat impact and seasonal variability. *Marine Micropaleontology*, 58: 159-183.
- Fonseca, R.B.M.; Abreu, K.C.C.; Vilela, C.G. & Baptista Neto, J.A. 2007. Análise dos Foraminíferos Bentônicos de Dois Testemunhos na Região Nordeste da Baía de Guanabara. *Anuário do Instituto de Geociências – UFRJ*, 30(1): 27-29.
- Guimarães, M.S.D.; Cantazaro, L.F.; Baptista Neto, J.A.; Vilela, C.G. & Brehme, I. 2007. Caracterização Textural dos Sedimentos Superficiais de Fundo e Dinâmica Sedimentar na Baía de Guanabara, Rio de Janeiro. *Revista Tamoios*, 2: 1-32.
- Hannah, F. & Rogerson, A. 1997. The Temporal and Spatial Distribution of Foraminiferans in Marine Benthic Sediments of the Clyde Sea Area, Scotland. *Estuarine Coastal and Shelf Science*, 44: 377-393.
- JICA (Japan International Cooperation Agency). 1994. The Study on Recuperation on Guanabara Bay. Tokyo, Kokusai Kogyo Co, Ltd. 1-4.
- Kjerfve, B.; Ribeiro, C.H.A.; Dias, G.T.M.; Filippo, A.M. & Quaresma, V.S. 1997. Oceanographic characteristics of an impacted coastal bay: Baía de Guanabara, Rio de Janeiro, Brazil. *Continental Shelf Research*, 17: 1609-1643.
- Laut L.L.M.; Santos-Leal F.O.; Silva F.S. & Laut V.M. 2009. Foraminíferos recentes da Baía de Guanabara. In: CONGRESSO ARGENTINO DE CUARTENARIO Y GEOMORFOLOGIA, 4, 2009. *Anais*, La Plata, p. 10.
- Laut, L.L.M.; Clemente, I.M.M.M.; Belart, P.; Martins, M. V.A.; Frontalini, F.; Laut, V.M.; Gomes, A.; Boski, T.; Lorini, M.L.; Fortes, R.R. & Rodrigues, M.A.C. 2016. Multiproxies (Benthic Foraminifera, Ostracods and Biopolymers) Approach Applied to Identify the Environmental Partitioning of the Guadiana River Estuary (Iberian Peninsula). *Journal of Sedimentary Environments*, 1: 184-201.
- Leal, M. & Wagener, A. 1993. Remobilization of anthropogenic copper deposited in sediments of a tropical estuary. *Chemical speciation and bioavailability*, 24: 31-39.
- Martin, L. & Suguio, K. 1978. Excursion Route Along the Coastline Between the Town of Cananéia (State of São Paulo) and Guaratiba Outlet (State of Rio de Janeiro). In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON COASTAL EVOLUTION IN THE QUATERNARY, 2, 1978. *Resumos expandidos*, São Paulo. Special Publication.
- Martins, M.V.A.; Mane, M.A.; Frontalini, F.; Santos, J.F.; Silva, F.S.; Terroso, D.; Miranda, P.; Figueira, R.; Laut, L.L.M.; Bernardes, C.; Filho, J.G.M.; Coccioni, R. & Rocha, F. 2015. Early diagenesis and adsorption by clay minerals important factors driving metal pollution in sediments. *Environmental Science and Pollution Research*, 22(13): 10019-10033.
- Nicolaidis, D.D. 2008. *Ostracodes de Águas Profundas do Pleistoceno / Holoceno da Bacia de Campos: Isótopos Estáveis de Oxigênio vs. Mudanças Faunísticas*. Programa de Pós-graduação em Geologia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Dissertação de Mestrado, 66p.
- Pereira, E.R.M.; Eichler, P.P.B. & Eichler, B.B. 2006. Foraminifera as proxies in environmental diagnostic in Guanabara Bay, RJ. *Journal of Coastal Research*, 39: 1395-1398.
- Pinto, A.F.S.; Martins, M.V.A.; Rodrigues, M.A.C.; Nogueira, L.; Laut, L.L.M. & Pereira, E. 2016. Late Holocene Evolution of the Northeast Intertidal Region of Sepetiba Bay, Rio de Janeiro (Brazil). *Journal of Sedimentary Environments*, 1(1): 113-144.
- Rebello, A.L.; Haekel, W.; Moreira, I.; Santelli, R. & Schroder, F. 1986. The Fate of Heavy Metals in an Estuarine Tropical System. *Marine Chemistry*, 18: 215-225.
- Ricklefs, R.E. 2003. *A Economia da Natureza*. Rio de Janeiro, Editora Guanabara Koogan, 501p.
- Rodrigues, G.B. & Fauth, G. 2013. Isótopos estáveis de carbono e oxigênio em ostracodes do Cretáceo. *Terra e Didática*, 9: 34-49.
- Suguio, K.; Martin, L. & Flexor, J. M. 1988. Quaternary sea-levels of the Brazilian coast: recent progress. *Episodes*, 11: 203-208.
- Todd, R. & Brönnimann, P. 1957. Recent Foraminifera and Thecamoebian from the Eastern Gulf of Praia, Trinidad. *Cushman Foundation for Foraminifera Research*, Special Publication, 3: 1-43.
- Vilela, C.G.; Figueira, B.O. & Baptista Neto, J.A. 2007. Ecologia e Paleocologia na Baía de Guanabara, Rio de Janeiro, Durante os Últimos 6000 anos, com Base em Variações na Assembléia de Foraminíferos Bentônicos. In: I.S. CARVALHO; R.C.T CASSAB; C. SCHWANKE; M.A. CARVALHO; A.C.S. FERNANDES; M.A.C. RODRIGUES; M.S.S CARVALHO; M. ARAI & M.E.Q. OLIVEIRA, *Paleontologia: Cenários da Vida*. Editora Interciência, 2: 345-361.
- Vilela, C.G.; Figueira, B.O.; Baptista Neto, J.A. & Barth, O.M. 2006. An assessment of stress levels by the use of A/E index in cores in the Guanabara bay, Rio de Janeiro. *Anuário do Instituto de Geociências – UFRJ*, 29: 08-309.
- Vilela, C.G.; Sanjinés, A.E.S.; Ghiselli Jr., R.O.; Mendonça Filho, J.G.; Baptista-Neto, J.A. & Barbosa, C.F. 2003. Search for bioindicators of pollution in the Guanabara Bay: integrations of ecologic patterns. *Anuário do Instituto de Geociências - UFRJ*, 26: 25-35.
- WoRMS Editorial Board (2016). World Register of Marine Species. Available at <http://www.marinespecies.org> at VLIZ. Consulta em 23/05/2016.

## Apêndice 1A Parâmetros bióticos ao longo do testemunho.

Profundidade (cm)	0	6	14	20	88	94	96	98	100	120	124	126	128	130	132	134	140	154	180	182	184	186	200
Densidade de Foraminíferos	106,0	15,0	4,0	2,0	21,0	9,0	4,0	6,0	131,0	75,0	80,0	176,0	141,0	50,0	102,0	57,0	109,0	9,0	6,0	152,0	3,0	27,0	118,0
Riqueza	13,0	4,0	2,0	1,0	6,0	5,0	2,0	3,0	11,0	9,0	4,0	11,0	9,0	5,0	8,0	10,0	9,0	3,0	2,0	5,0	1,0	5,0	9,0
Diversidade (H')	2,1	0,9	0,6	0,0	1,3	1,4	0,6	0,9	1,0	1,4	1,3	1,4	1,7	1,2	1,7	1,7	1,1	0,8	0,5	0,2	0,0	1,0	1,0
Equitabilidade (J')	0,8	0,6	0,8	0,0	0,7	0,9	0,8	0,8	0,4	0,6	0,9	0,6	0,8	0,7	0,8	0,7	0,5	0,8	0,7	0,2	0,0	0,6	0,5
Dominância	0,8	0,4	0,4	0,0	0,7	0,7	0,4	0,5	0,4	0,6	0,7	0,7	0,7	0,6	0,8	0,7	0,5	0,5	0,3	0,1	0,0	0,5	0,5
<i>Ammonia parkinsoniana</i>	2,8	6,7	0,0	0,0	4,8	0,0	0,0	0,0	0,0	4,0	10,0	2,8	7,8	0,0	9,8	0,0	2,8	0,0	0,0	2,6	0,0	7,4	5,1
<i>Ammonia rohsauseni</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Ammonia tepida</i>	0,9	13,3	0,0	0,0	42,9	44,4	75,0	66,7	0,8	16,0	31,3	34,1	23,4	34,0	19,6	33,3	22,0	0,0	83,3	95,4	100,0	70,4	16,1
<i>Bolivina spathulata</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Bolivina striatula</i>	4,7	6,7	25,0	0,0	0,0	11,1	0,0	0,0	2,3	1,3	0,0	2,3	0,0	0,0	0,0	3,5	1,8	0,0	0,0	0,7	0,0	0,0	0,0
<i>Bolivinelina translucens</i>	7,5	0,0	0,0	0,0	4,8	0,0	0,0	0,0	3,8	0,0	0,0	0,0	2,1	4,0	1,0	3,5	1,8	0,0	16,7	0,0	0,0	0,0	0,8
<i>Buccella frigida</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Bulimina marginata</i>	0,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,8	1,3	0,0	1,1	0,0	0,0	0,0	1,8	0,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,8
<i>Bulimina patagonica</i>	12,3	0,0	0,0	0,0	4,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,1	0,7	0,0	0,0	1,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,5
<i>Buliminella elegantissima</i>	15,1	73,3	75,0	100,0	38,1	22,2	25,0	16,7	77,1	54,7	40,0	46,6	41,8	48,0	26,5	35,1	65,1	66,7	0,0	0,0	0,0	14,8	70,3
<i>Cassidulina subglobosa</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	11,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,8
<i>Criboelphidium excavatum</i>	32,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	7,6	1,3	0,0	3,4	7,1	0,0	13,7	5,3	0,9	0,0	0,0	0,0	0,0	3,7	1,7
<i>Criboelphidium poeyanum</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,8	7,1	0,0	2,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Elphidium discoidale</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,7	0,0	1,7	1,4	2,0	0,0	1,8	0,9	0,0	0,0	0,7	0,0	0,0	0,0
<i>Elphidium gunteri</i>	2,8	0,0	0,0	0,0	4,8	11,1	0,0	16,7	0,8	17,3	18,8	3,4	8,5	12,0	24,5	12,3	3,7	22,2	0,0	0,7	0,0	0,0	0,0
<i>Elphidium sp</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Fissurina lucida</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Fursenkoina pontoni</i>	6,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	11,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Haynesina germanica</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Lagena gracilis</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Lagena laevis</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,7	0,0
<i>Lagena perlucida</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Lagena striata</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Miliolinella subrotunda</i>	9,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Nonionella atlantica</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,1	1,3	0,0	0,6	0,0	0,0	0,0	1,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,7
<i>Nonionella opima</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Oolina viladerboana</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Quinqueloculina sp</i>	3,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Textularia earlandi</i>	0,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Uvigerina striata</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

## Apêndice 1B Parâmetros bióticos ao longo do testemunho.

Profundidade (cm)	220	222	228	234	266	268	270	280	284	290	294	300	304	310	314	320	324	330	334	340	342	344	346
Densidade de Foraminíferos	3,0	2,0	1,0	6,0	13,0	1,0	56,0	42,0	52,0	37,0	6,0	100,0	203,0	280,0	362,0	274,0	118,0	240,0	1,0	166,0	292,0	227,0	195,0
Riqueza	3,0	2,0	1,0	1,0	1,0	1,0	5,0	3,0	4,0	5,0	5,0	4,0	11,0	12,0	12,0	9,0	10,0	9,0	1,0	8,0	11,0	13,0	13,0

Mudanças Ambientais Registradas nos Últimos 5000 Anos na Baía de Guanabara (RJ - Brasil) com Base em Foraminíferos e Isótopos Estáveis

lara Martins Matos Moreira Clemente<sup>1</sup>; Maria Antonieta da Conceição Rodrigues<sup>1</sup>;  
Egberto Pereira; Alberto Garcia de Figueiredo Jr; Débora Silva Raposo, Pierre Belart & Lazaro Luiz Mattos Laut

Diversidade (H')	1,1	0,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,9	0,6	0,9	1,0	1,6	0,3	1,6	1,0	1,4	1,2	1,5	1,2	0,0	1,7	1,7	1,6	1,7
Equitabilidade (J')	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,6	0,5	0,7	0,6	1,0	0,2	0,7	0,4	0,6	0,6	0,7	0,6	0,0	0,8	0,7	0,6	0,7
Dominância	0,7	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	0,3	0,5	0,6	0,8	0,1	0,7	0,4	0,7	0,6	0,7	0,5	0,0	0,8	0,8	0,7	0,8
<i>Ammonia parkinsoniana</i>	33,3	50,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,6	0,0	5,8	2,7	0,0	0,0	8,9	1,1	5,2	2,6	1,7	1,7	0,0	3,0	8,2	6,2	7,2
<i>Ammonia rolshauseni</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	0,0
<i>Ammonia tepida</i>	33,3	0,0	100,0	100,0	100,0	100,0	73,2	83,3	11,5	51,4	16,7	4,0	12,3	8,3	11,3	12,4	15,3	5,4	0,0	12,0	25,3	21,1	32,3
<i>Bolivina spathulata</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Bolivina striatula</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,7	0,0	0,0	1,0	0,7	0,3	0,4	0,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	0,5
<i>Bolivinelina translucens</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	1,4	0,3	0,0	0,0	1,3	0,0	1,2	1,7	1,3	1,5
<i>Buccella frigida</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Bulimina marginata</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	0,4	0,6	0,7	0,8	3,8	0,0	10,2	1,7	1,8	5,1
<i>Bulimina patagonica</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	71,2	0,0	0,0	0,0	0,0	1,1	0,0	0,0	2,5	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	0,5
<i>Buliminella elegantissima</i>	33,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	11,9	0,0	40,5	33,3	93,0	31,0	75,8	53,9	63,1	52,5	69,2	0,0	41,6	19,9	38,3	34,9
<i>Cassidulina subglobosa</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,4	0,5
<i>Criboelphidium excavatum</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	14,3	0,0	0,0	0,0	16,7	1,0	6,4	1,1	8,0	7,7	8,5	7,9	100,0	20,5	7,2	24,2	10,8
<i>Criboelphidium poeyanum</i>	0,0	50,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0
<i>Elphidium discoidale</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,6	4,8	0,0	0,0	16,7	0,0	0,0	1,4	1,1	2,6	5,1	2,5	0,0	5,4	1,4	1,3	1,0
<i>Elphidium gunteri</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5,4	0,0	11,5	2,7	16,7	0,0	36,9	6,9	18,2	10,2	10,2	5,8	0,0	6,0	32,5	2,6	3,1
<i>Elphidium sp</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Fissurina lucida</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Fursenkoina pontoni</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Haynesina germanica</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	0,0	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,4	1,3	1,5
<i>Lagena gracilis</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Lagena laevis</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Lagena perlucida</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Lagena striata</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Miliolinella subrotunda</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Nonionella atlantica</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,4	0,0	0,0	0,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	0,0
<i>Nonionella opima</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Oolina viladerboana</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Quinqueloculina sp</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Textularia earlandi</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Uvigerina striata</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Apêndice 1C Parâmetros bióticos ao longo do testemunho.

Profundidade (cm)	348	350	354	362	400	420	422	424	426	432	434	438	440	444	490	500	504	506	508	520	530	544	580	584
Densidade de Foraminíferos	283,0	533,0	70,0	8,0	103,0	30,0	160,0	10,0	33,0	54,0	127,0	246,0	305,0	34,0	17,0	125,0	2,0	21,0	5,0	25,0	1,0	38,0	273,0	123,0
Riqueza	10,0	20,0	8,0	2,0	8,0	2,0	7,0	3,0	5,0	6,0	10,0	11,0	10,0	3,0	5,0	7,0	1,0	4,0	3,0	5,0	1,0	5,0	10,0	10,0
Diversidade (H')	1,5	1,8	1,4	0,4	0,8	0,5	1,2	0,8	1,4	1,0	1,2	1,3	1,3	0,9	1,2	0,6	0,0	0,7	1,0	1,1	0,0	1,0	0,8	1,1

Mudanças Ambientais Registradas nos Últimos 5000 Anos na Baía de Guanabara (RJ - Brasil) com Base em Foraminíferos e Isótopos Estáveis

Iara Martins Matos Moreira Clemente<sup>1</sup>; Maria Antonieta da Conceição Rodrigues<sup>1</sup>;  
Egberto Pereira; Alberto Garcia de Figueiredo Jr; Débora Silva Raposo, Pierre Belart & Lazaro Luiz Mattos Laut

<i>Equitabilidade (J')</i>	0,6	0,6	0,7	0,5	0,4	0,7	0,6	0,7	0,8	0,6	0,5	0,5	0,6	0,8	0,7	0,3	0,0	0,5	0,9	0,7	0,0	0,6	0,4	0,5
<i>Dominância</i>	0,7	0,7	0,7	0,2	0,3	0,3	0,6	0,5	0,7	0,5	0,6	0,5	0,6	0,5	0,6	0,3	0,0	0,3	0,6	0,6	0,0	0,5	0,3	0,5
<i>Ammonia parkinsoniana</i>	18,0	4,7	7,1	0,0	1,0	16,7	10,6	20,0	15,2	3,7	3,1	0,8	6,2	26,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	0,8
<i>Ammonia rolshauseni</i>	0,0	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Ammonia tepida</i>	43,5	37,0	30,0	87,5	0,0	83,3	48,1	70,0	21,2	59,3	31,5	16,3	19,0	22,0	17,6	0,0	0,0	0,0	20,0	12,0	100,0	7,9	4,8	5,7
<i>Bolivina spathulata</i>	0,0	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Bolivina striatula</i>	1,1	0,4	4,3	0,0	5,8	0,0	1,9	0,0	0,0	0,0	1,6	3,7	2,3	0,0	5,9	2,4	0,0	0,0	0,0	20,0	0,0	18,4	6,2	3,3
<i>Bolivinelina translucens</i>	0,0	2,1	0,0	0,0	1,9	0,0	0,6	0,0	0,0	1,9	0,8	3,3	0,7	0,0	5,9	4,8	0,0	0,0	20,0	0,0	0,0	2,6	0,0	8,1
<i>Buccella frigida</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,8
<i>Bulimina marginata</i>	1,4	2,4	1,4	0,0	1,9	0,0	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	2,4	2,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,8	0,0	4,0	0,0	0,0	2,2	0,0
<i>Bulimina patagonica</i>	0,4	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,8	0,7	0,0	0,0	1,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,8	0,8
<i>Buliminella elegantissima</i>	27,6	31,9	47,1	12,5	82,5	0,0	35,0	10,0	48,5	31,5	56,7	65,0	60,7	3,0	58,8	85,6	100,0	81,0	60,0	60,0	0,0	68,4	81,3	71,5
<i>Cassidulina subglobosa</i>	0,0	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	0,8
<i>Criboelphidium excavatum</i>	3,2	11,3	1,4	0,0	1,9	0,0	0,0	0,0	9,1	1,9	1,6	1,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Criboelphidium poeyanum</i>	1,1	1,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Elphidium discoideale</i>	0,0	1,3	5,7	0,0	2,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,8	0,4	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,6	0,0	0,0
<i>Elphidium gunteri</i>	3,2	2,4	2,9	0,0	0,0	0,0	3,1	0,0	6,1	0,0	0,8	3,7	6,9	0,0	11,8	0,0	0,0	4,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	0,0
<i>Elphidium sp</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Fissurina lucida</i>	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Fursenkoina pontoni</i>	0,0	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,8	0,0	9,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,8
<i>Haynesina germanica</i>	0,0	1,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Lagena gracilis</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Lagena laevis</i>	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	0,0
<i>Lagena perlucida</i>	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Lagena striata</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Miliolinella subrotunda</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Nonionella atlantica</i>	0,0	0,4	0,0	0,0	1,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,8	2,4	0,7	0,0	0,0	4,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,2	7,3
<i>Nonionella opima</i>	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Oolina viladerboana</i>	0,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Quinqueloculina sp</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Textularia earlandi</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Uvigerina striata</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0