



**Kelly Cristine Costa de Abreu**

**Estudo comparativo de testemunhos na região nordeste da baía de Guanabara, com base em foraminíferos bentônicos.**

Trabalho de Conclusão de Curso  
(Bacharelado em Geologia)

UFRJ  
Rio de Janeiro  
2009



UFRJ

**Kelly Cristine Costa de Abreu**

**Estudo comparativo de testemunhos na região nordeste da baía de Guanabara, com base em foraminíferos bentônicos.**

Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação em Geologia do Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ, apresentado como requisito necessário para obtenção do grau de Bacharel em Geologia.

Orientador:

Profa. Dra. Claudia Gutterres Vilela.

Rio de Janeiro  
Fevereiro de 2009

KELLY, Cristine Costa de Abreu

**Estudo comparativo de testemunhos na região nordeste da baía de Guanabara, com base em foraminíferos bentônicos** / Kelly Cristine Costa de Abreu  
- - Rio de Janeiro: UFRJ / IGeo, 2009.

xii, 026 p. : il.; 30cm.

Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Geologia) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Instituto de Geociências, Departamento de Geologia, 2009.

Orientador: Profa. Dra. Claudia Gutterres Vilela.

1. Geologia. 2. Departamento de Geologia – Trabalho de Conclusão de Curso. I. Profa. Dra. Claudia Gutterres Vilela. II. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Instituto de Geociências, Programa de Pós-graduação em Geologia. III. Título.

Kelly Cristine Costa de Abreu

Estudo comparativo de testemunhos na região nordeste da baía de Guanabara, com base em foraminíferos bentônicos.

Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação em Geologia do Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ, apresentado como requisito necessário para obtenção do grau de Bacharel em Geologia.

Orientador:

Profa. Dra. Claudia Gutterres Vilela.

Aprovada em: 29.fevereiro.2009

Por:

---

Orientador: Profa. Dra. Claudia Gutterres Vilela (UFRJ)

---

Prof. Aristóteles de Moraes Rios-Netto (UFRJ)

---

Prof. Dr. João Graciano Mendonça Filho (UFRJ)

UFRJ  
Rio de Janeiro  
2009

UFRJ  
Rio de Janeiro  
2009

Aos meus pais Tarcísio e  
Celi, ao meu marido  
Alexandre e minha filha  
Carolina.

## **Agradecimentos**

Muito obrigada aos meus pais, Tarcísio e Celi, por todo amor, confiança, carinho e apoio.

À minha orientadora, Profa. Dra. Claudia Vilela, por ter confiado em mim e me auxiliado na etapa final do meu curso de graduação, concedendo-me um auxílio financeiro através de Bolsa de Iniciação Científica do CNPq durante o desenvolvimento do deste trabalho.

Ao professor José Antonio Baptista Neto, do Lagemar/ UFF, por ceder todas as amostras e dados do testemunho analisado no trabalho.

Ao meu marido, Alexandre e a minha filha Carolina por estarem sempre ao meu lado e por me amarem.

Aos meus queridos irmãos Alex e Marcelo e suas respectivas famílias pelo carinho, incentivo e força necessários para a realização deste objetivo.

A todos os meus parentes que ficam ansiosos com a conclusão deste curso.

Aos meus colegas de laboratório Brígida, Clarissa, Emanuelle, Fabiana, Mariana, Marize, Natasha e Priscila.

Aos grandes amigos que eu fiz na Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ).

## Resumo

ABREU, Kelly Cristine Costa. **Estudo comparativo de testemunhos na região nordeste da baía de Guanabara, com base em foraminíferos bentônicos**. 2009. xii,026p. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Geologia) – Departamento de Geologia, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

Este trabalho analisa um testemunho e realiza um estudo comparativo desses resultados com aqueles oriundos da análise de outros dois testemunhos já estudados, todos provenientes da região nordeste da baía de Guanabara. Essa baía recebe atualmente um grande aporte de dejetos industriais e domésticos, que contribuem para a sua degradação ambiental. A análise e comparação dos testemunhos foram feitas com base em foraminíferos, microorganismos muito sensíveis tanto a mudanças ambientais quanto antropogênicas, sendo por isso utilizado como indicadores de poluição. Os testemunhos estudados possuem diferentes comprimentos e foram subamostrados em intervalos centimétricos. O tratamento laboratorial seguiu a metodologia específica para foraminíferos. Os resultados obtidos demonstraram baixos valores de diversidade nos testemunhos e valores de abundância maiores nas amostras mais profundas dos testemunhos e menores nas amostras da superfície. As espécies encontradas nos testemunhos foram *Ammonia tepida*, *Elphidium* sp. e *Buliminella elegantissima* e o padrão de distribuição das espécies demonstra a influência da poluição humana em direção ao topo dos testemunhos. Os resultados das análises de  $^{14}\text{C}$  realizadas em dois dos testemunhos estudados (T8 e T14) refletem o impacto antrópico que a baía vem sofrendo nos últimos 500 anos.

Palavras-chave: Foraminíferos; baía de Guanabara; Caracterização Ambiental.



## Abstract

ABREU, Kelly Cristine Costa. **Comparative studies of cores from the Northeast of Guanabara Bay, based in benthonic foraminifera.** 2009. x, 026p. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Geologia) – Departamento de Geologia, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

This work analyzed a core and makes a comparative study of these results with those from the analysis of two other witnesses have already studied, all from the northeastern Bay of Guanabara. Currently the bay receives a large input of industrial and domestic waste, which contributes to its environmental degradation. The analysis and comparison of the testimonies were based on foraminifera, microorganisms very sensitive to environmental changes in both anthropogenic and is therefore used as indicators of pollution. The cores studied have different lengths and were sub sampled at intervals centimeter. The processing laboratory followed the specific methodology for Foraminifera. The results showed low diversity values in the cores, greater values of abundance in the deepest samples and lower values in samples from the surface. The dominant species founded in cores were *Ammonia tepida*, *Elphidium* sp. and *Buliminella elegantissima* and the species distribution pattern infers the influence of human pollution toward the top of cores. The results of the analysis of  $^{14}\text{C}$  made in two of the cores studied (T8 and T14), confirmed that the bay is suffering from the human impact in the last 500 years.

Key-Words: Foraminifera; Guanabara Bay; Environmental Characterization.

### Lista de figuras

<b>Figura 1-</b> Mapa topográfico de parte do Gráben da Guanabara.....	5
<b>Figura 2-</b> Principais estruturas da teca dos foraminíferos: a) corte transversal de um foraminífero bentônico calcário-hialino; b) vista apertural.....	8
<b>Figura 3-</b> Mapa de localização da área de estudo e ponto de coleta.....	12
<b>Figura 4-</b> Fluxograma de preparação das amostras triagem e classificação dos foraminíferos. ....	14
<b>Figura 5-</b> Perfil sedimentológico do testemunho T14.....	16
<b>Figura 6-</b> Diversidade de Shannon-Wiener e total de indivíduos ao longo do testemunho T14. ....	17
<b>Figura 7-</b> Gráfico das espécies dominantes ao longo do testemunho T14.....	18
<b>Figura 8-</b> Diversidade de Shannon-Wiener e total de indivíduos ao longo do testemunho T8. ....	20
<b>Figura 9-</b> Diversidade de Shannon-Wiener e total de indivíduos ao longo do testemunho T15. ....	21
<b>Figura 10-</b> Gráfico das espécies dominantes ao longo do testemunho T8.....	22
<b>Figura 11-</b> Gráfico das espécies dominantes ao longo do testemunho T15.....	22
<b>Tabela 1-</b> Coordenadas, comprimento e localização do testemunho T14.....	11

## Sumário

Agradecimentos .....	viii
Resumo .....	ix
<i>Abstract</i> .....	x
Lista de figuras .....	xi
1 Introdução .....	1
2 Objetivo .....	3
3 Baía de Guanabara.....	4
3.1 Origem e evolução.....	4
3.2 História.....	5
4 Foraminíferos.....	7
4.1 Sistemática eTaxonomia.....	8
4.2 Regras de nomenclatura.....	9
4.3 Aplicação.....	10
5 Materiais e métodos.....	11
5.1 Coleta.....	11
5.2 Amostragem.....	13
5.3 Tratamento das amostras.....	13
5.4 Análises Quantitativas.....	14
5.5 Datação.....	15
6 Resultados.....	16
6.1 Sedimentologia.....	16
5.4 Análises Quantitativas.....	17
5.5 Datação por <sup>14</sup> C.....	18
7 Discussão.....	19
8 Conclusões.....	24
Referências bibliográficas .....	25

## 1- INTRODUÇÃO

As regiões litorâneas são áreas de concentração populacional e econômica, sujeitas a interferências que podem trazer grandes transtornos à população local, as quais deveriam ser evitados através de um planejamento da exploração de seus recursos apoiado no estudo e compreensão dos processos atuantes na região.

A baía de Guanabara, foco do presente estudo, é um ambiente costeiro misto, interface marinho-continental em acelerado processo de degradação motivado pela combinação de fatores naturais e antrópicos. Está localizada entre as coordenadas: 22° 40 e 23°00 S e 43° 00 e 43° 20 W, no litoral do estado do Rio de Janeiro. Possui uma área de aproximadamente 377 km<sup>2</sup>, com profundidade média de 7,6 m e volume  $3 \times 10^9$  m<sup>3</sup>. Nela deságuam aproximadamente 55 rios e encontram-se 82 km<sup>2</sup> de importantes áreas de manguezal, 80% das quais dentro da Área de Proteção Ambiental, (APA) de Guapimirim, sob a tutela do IBAMA (Amador, 1997).

Segundo Amador (1980) a geologia da baía tende à condição de equilíbrio instável do sistema, acarretando em longo prazo um completo entulhamento sedimentar.

A atuação antrópica vem acelerando o processo de assoreamento, introduzindo um componente de desequilíbrio ao sistema.

Em poucos séculos, processos de degradação ambiental tais como a destruição de ecossistemas periféricos à baía, os aterros de seu espelho d'água, o uso descontrolado do solo e seus efeitos adversos como o assoreamento, inundações e deslizamentos de terra, foram sensivelmente aumentados, contribuindo para os atuais níveis de poluição encontrados na baía de Guanabara.

O monitoramento da poluição é um instrumento importante para a gestão ambiental, pois através dele pode-se ter uma visão da realidade ambiental, servindo de controle das atividades poluidoras.

A utilização dos foraminíferos bentônicos na caracterização ambiental relacionada à influência antrópica tem sido aplicada por diversos autores em todo mundo, em análises de baías e outros ambientes costeiros (Alve, 1995). Esses protoctistas (Sen Gupta, 1999) são portadores de uma carapaça mineral rígida que fica preservada no sedimento após a sua morte. Tais microorganismos são abundantes e encontrados em larga distribuição geográfica nos ambientes marinhos. Seu curto ciclo de vida permite que se acompanhe com facilidade mudanças das assembléias em resposta a mudanças ambientais. São muito sensíveis a mudanças ambientais, tanto naturais como antropogênicas, sendo utilizados como indicadores de poluição humana em regiões costeiras. O conhecimento das assembléias ou associações microfaunísticas contribui para a avaliação dos sedimentos, próximos a regiões altamente poluídas.

## 2- OBJETIVO

Este trabalho tem por objetivo geral comparar o estudo dos foraminíferos em sedimentos provenientes de testemunho coletado na região nordeste da baía de Guanabara, Rio de Janeiro, próximo a Niterói e a sul de São Gonçalo com outros dois testemunhos da mesma região, a resposta da microfauna às modificações que ocorreram com a ocupação humana ao longo do tempo.

E como objetivos específicos:

- ✓ Utilizar métodos quantitativos, avaliando-se tendências de abundância e dominância;
- ✓ Aplicar índices de diversidade, que objetiva a análise detalhada das mudanças na microfauna.

### **3- BAÍA DE GUANABARA**

#### **3.1 Origem e Evolução Geológica**

O sistema da Baía de Guanabara e bacia de drenagem associada estão inseridos no rifte da Guanabara (Ferrari, 1990) que foi gerado em uma fase tardia do processo de reativação plataformal, com um diacronismo de pelo menos 25 Ma em relação ao rifte precursor das bacias marginais (Riccomini, 1989).

Segundo Almeida (1976) o Rifte Continental do Sudeste do Brasil engloba feições geológico-estruturais agrupadas no Sistema de Riftes da Serra do Mar, como as bacias tafrogênicas terciárias e o Gráben da Guanabara. O Gráben da Guanabara, originalmente descrito por Almeida (1976) como Rifte da Guanabara, é uma feição geológica deprimida em relação à Serra do Mar, localmente denominada de Serra dos Órgãos, que o limita ao norte, enquanto que os maciços litorâneos o limitam ao sul (Figura 1). Esta grande área deprimida tem sua configuração atual ligada a diversos episódios de transgressões e regressões marinhas, que condicionaram o afogamento de um antigo vale fluvial Pleistocênico (Amador, 1992). Desta forma, segundo classificação proposta por Perillo (1995), a baía pode ser classificada como um estuário de planície costeira (Quaresma, 1997).

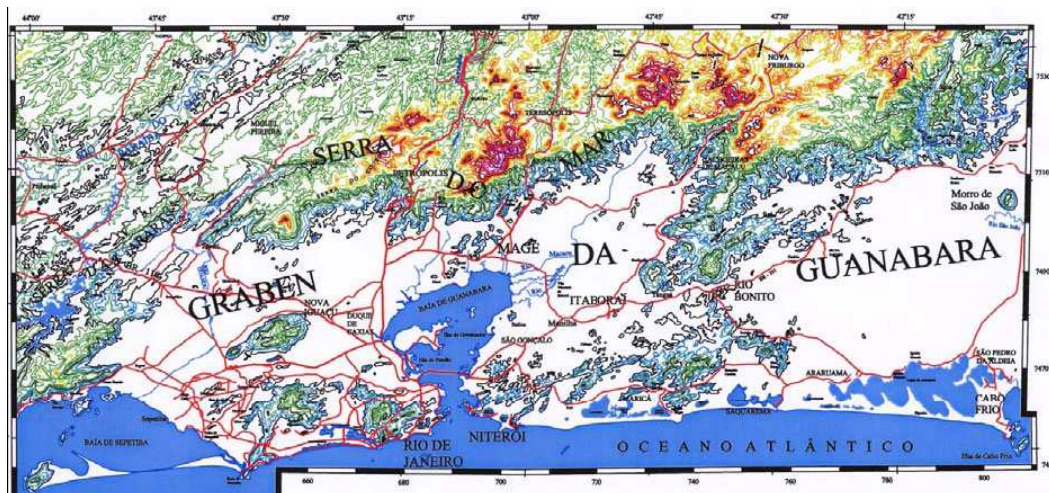


Figura 1- Mapa topográfico de parte do Gráben da Guanabara. Fonte: Ferrari (2001).

### 3.2 História

A bacia hidrográfica da baía da Guanabara é um ecossistema extremamente rico e diversificado, sendo que inúmeros problemas ambientais e desequilíbrio tem sido gerados, decorrentes da ocupação humana.

No século XVI a baía de Guanabara, que tem importância notória na colonização do Brasil, serviu de abrigo para as primeiras caravelas dos europeus nos primórdios dos anos de 1500. Ainda hoje a atividade portuária e a de construção e reparo de navios é uma das mais importantes no contexto brasileiro. Além da existência do maior porto militar do país, os seus dois portos comerciais embarcam e desembarcam mercadorias e turistas. Nos estaleiros, junto com as embarcações, é comum a presença das enormes estruturas de plataformas de exploração de petróleo que vêm de mares profundos para serem consertadas no seu abrigo. A paisagem é outra, mas as funções que a Baía exerce ainda são as mesmas.

Nesta história, o fator ocupação humana tomou tal amplitude que passou a condicionar toda a dinâmica natural. Em poucos séculos, houve uma transformação de sua cobertura vegetal, o desaparecimento de um sem número de nascentes de água, um grande aumento da taxa de erosão das partes elevadas e assoreamento das partes baixas,



aumento da carga orgânica da baía proveniente dos esgotos, e uma carga química abundante e variada.

Alguns poucos remanescentes dos manguezais que antes cobriam quase todas as margens da Baía encontram-se protegidos por uma Área de Proteção Ambiental (APA) de Guapimirim. Os brejos, pântanos e áreas alagadas praticamente desapareceram. (sítio [www.portalbaiadeguanabara.org.br](http://www.portalbaiadeguanabara.org.br), acessado em novembro de 2008)

#### 4- FORAMINÍFEROS

No estudo de ambientes costeiros os foraminíferos têm sido de grande utilidade, auxiliando na compreensão tanto dos fenômenos que no passado modelaram os oceanos e as zonas costeiras como daqueles que operam a atualidade.

Os foraminíferos surgiram no Cambriano, há cerca de 570 milhões de anos, e distribuem-se até o Recente.

São microorganismos principalmente marinhos, unicelulares, cujo citoplasma emite pseudópodes finos, ramificados e anastomosados. São dotados de uma carapaça ou teca (Figura 2) cuja constituição pode ser calcária, quitinosa ou de partículas aglutinadas do meio, que contém uma ou mais câmaras, com uma ou várias aberturas (forâmens) que se intercomunicam entre si e com o meio (Sen Gupta, 1999).

A maioria dos foraminíferos tem um modo de vida bentônico, vivendo em associação íntima com o substrato, podendo ser fixos (sésseis) e/ou móveis (vágeis) (Vilela, 2004), em contraste com aqueles que possuem um modo de vida planctônico que vivem na coluna de água, ao sabor das correntes.

Todos os foraminíferos possuem pseudópodes retrácteis, granulados, filamentosos e anostomados em retículo (Loeblich & Tappan, 1964). São chamados reticulópodes, e exteriorizam-se através de uma ou mais aberturas existentes na carapaça, realizando a captura, a digestão das presas, a expulsão de resíduos, a edificação da carapaça, o deslocamento, a fixação a um substrato e a formação de quistos de proteção (Loeblich & Tappan, 1964).

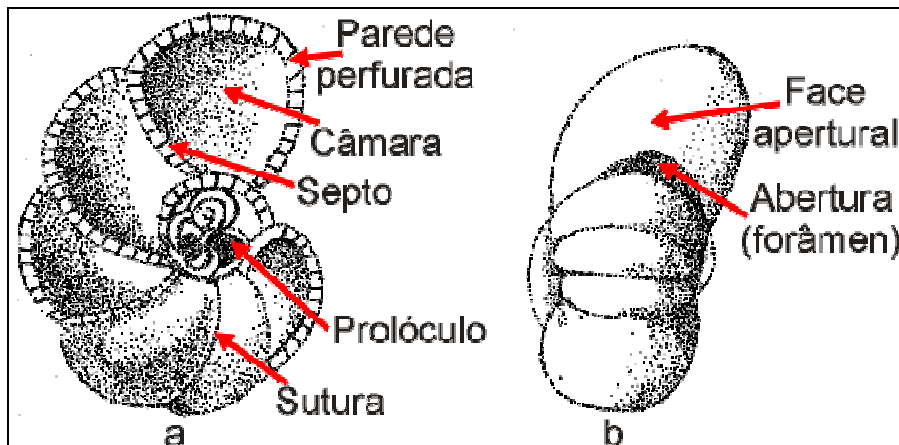


Figura 2 - Principais estruturas da teca dos foraminíferos: a) corte transversal de um foraminífero bentônico calcário-hialino; b) vista apertural. (Jones, 1956.)

#### 4.1 Sistemática e Taxonomia

Sistemática é o estudo dos agrupamentos e da diversidade dos organismos e de todas e quaisquer relações entre eles, incluindo sua classificação e aspectos evolutivos. Taxonomia é a ciência da identificação, que visa a identificar espécies. A espécie é um grupo de indivíduos (espécimes) que mostram, em maior ou menor grau, a variabilidade intrapopulacional sempre presente. Esta é a missão do taxonomista: conhecer a variabilidade e separá-la. Atualmente os seres vivos são classificados em níveis taxonômicos ordenados hierarquicamente. Em ordem decrescente de sua abrangência as categorias são as seguintes: reino, filo ou divisão, classe, ordem, família, gênero e espécie. A unidade taxonômica fundamental é a espécie (Rios-Netto, 2004).

Segundo Sen Gupta (1999), os foraminíferos pertencem ao:

**Reino:** Protoctista

**Filo:** Granuloreticulosa

**Classe:** Foraminifera

**Ordem:** Allogromiida, Astrorhizida, Lituolida, Trochamminida, Textulariida, Fusulinida, Miliolida, Carterinida, Spirillinida, Lagenida, Buliminida, Rotaliida, Globigerinida, Involutinida, Robertinida, Silicoloculinida

## 4.2 Regras de nomenclatura

Há certas regras que devem ser obedecidas ao se tratar com categorias taxonômicas. Estas respeitam códigos internacionais, cujas bases foram lançadas na 10ª edição do *Systema Naturae*, de Lineu (1758) e atualizada com o decorrer do tempo.

As regras mais importantes são:

- ✓ O nome dos animais deve ser escrito em latim ou idioma latinizado.
- ✓ Todo animal deve ter, pelo menos, dois nomes, o primeiro referente ao gênero e o segundo a espécie. Ex: *Ammonia tepida*.
- ✓ O nome do gênero deve ser escrito com inicial maiúscula e o nome da espécie deve ser escrito com inicial minúscula. Ex: *Elphidium excavatum*.
- ✓ O nome da espécie deve ser em destaque (itálico ou sublinhado). Ex: *Lagena laevis* ou Lagena laevis.
- ✓ Deve-se usar sempre o primeiro nome com o qual o animal foi descrito.
- ✓ Em trabalhos científicos, depois do nome da espécie, coloca-se o nome do autor que o descreveu seguido de vírgula e data. Ex: *Bolivina lowmani*, **autor**, **ano**.
- ✓ As abreviaturas *sp.* (espécie) ou *spp.* (espécies) são utilizadas quando o material só foi determinado até o nível genérico. *Elphidium sp.*
- ✓ Quando a identificação da espécie é impossível, usa-se a abreviatura **aff** (affinis = afim com) entre o nome do gênero e da espécie. A abreviatura de **cf** (confers = comparar com) é utilizada em casos de dúvida maior do que o do caso anterior. *Quinqueloculina cf. Q. implexa*.
- ✓ Quando a posição taxonômica de um organismo não pode ser determinada, ele é chamado de **Incertae sedis**, ou seja, que tem posição incerta na classificação.

### 4.3 Aplicação

O estudo dos foraminíferos teve um grande desenvolvimento na década de 1920, com o interesse da indústria do petróleo, ao serem desenvolvidas técnicas de correlação com os foraminíferos entre os estratos perfurados por poços de exploração. Atualmente, foraminíferos são utilizados no setor de petróleo e gás como a mais importante ferramenta bioestratigráfica, servindo para a datação de rochas, correlação de sedimentos e reconstruções paleoecológicas. Além disso, tem sido desenvolvida sua aplicação voltada à área de ciências ambientais, principalmente para a construção de modelos ambientais, compreensão da circulação e hidrodinâmica, e monitoramento da poluição.

Uma associação de foraminíferos fornece informações sobre os constituintes físico-químicos do biótopo no qual ela vive e, em particular, sobre a salinidade, a temperatura, o substrato, a luz, o fornecimento de matéria orgânica (alimento), teor de oxigênio, pH, a hidrologia, os microelementos, as relações interespecíficas, entre outros fatores.

Ao deixarem um registro fóssil nas seqüências sedimentares, tornam possível a reconstituição histórica ambiental de um determinado local na ausência dos dados físico-químicos originais. Representam excelentes ferramentas neste tipo de análise por serem facilmente identificáveis e amostráveis e por possuírem características biológicas e ecológicas bem conhecidas.

Nos estuários, os foraminíferos constituem bioindicadores de grande interesse por permitirem caracterizar o estado de um ecossistema e evidenciar tão precocemente quanto possível as modificações naturais ou provocadas. Pequenos e abundantes podem ser encontrados em grandes quantidades em volumes reduzidos de sedimento, permitindo executar estudos estatisticamente confiáveis e economicamente atraentes. Aliada a estas vantagens, está a sua sensibilidade à qualidade das águas em que vivem regredindo ou desenvolvendo-se (dependendo da espécie) em resposta à poluição (Vilela,2004).

## 5- MATERIAIS E MÉTODOS

### 5.1 Coleta

Foi analisado um testemunho denominado T14, coletado em julho de 2005 através do método de percussão, com tubos de PVC e auxílio de mergulhadores, pelo Laboratório de Geologia Marinha (LAGEMAR) da Universidade Federal Fluminense-UFF.

No ponto de coleta foi realizado um levantamento com ecobatímetro (200 kHz) e sísmica de alta frequência (7.0 kHz). Este levantamento é constituído por 19 linhas de sondagem, totalizando 212 km, e tem como principal finalidade delimitar áreas onde a seqüência sedimentar encontra-se não perturbada (Baptista-Neto, 2006).

O testemunho T14 foi localizado por meio de GPS (Trimble Ensing) (Tabela 1 e Figura 3)

<i>Testemunho</i>	<i>Latitude(S)</i>	<i>Longitude(W)</i>	<i>Lâmina de água (m)</i>	<i>Tamanho do testemunho (cm)</i>	<i>Região</i>
T14	22° 50'40"	43°07'00"	3-5	212	São Gonçalo

Tabela 1 - Coordenadas, lâmina d'água, comprimento e localização do testemunho.

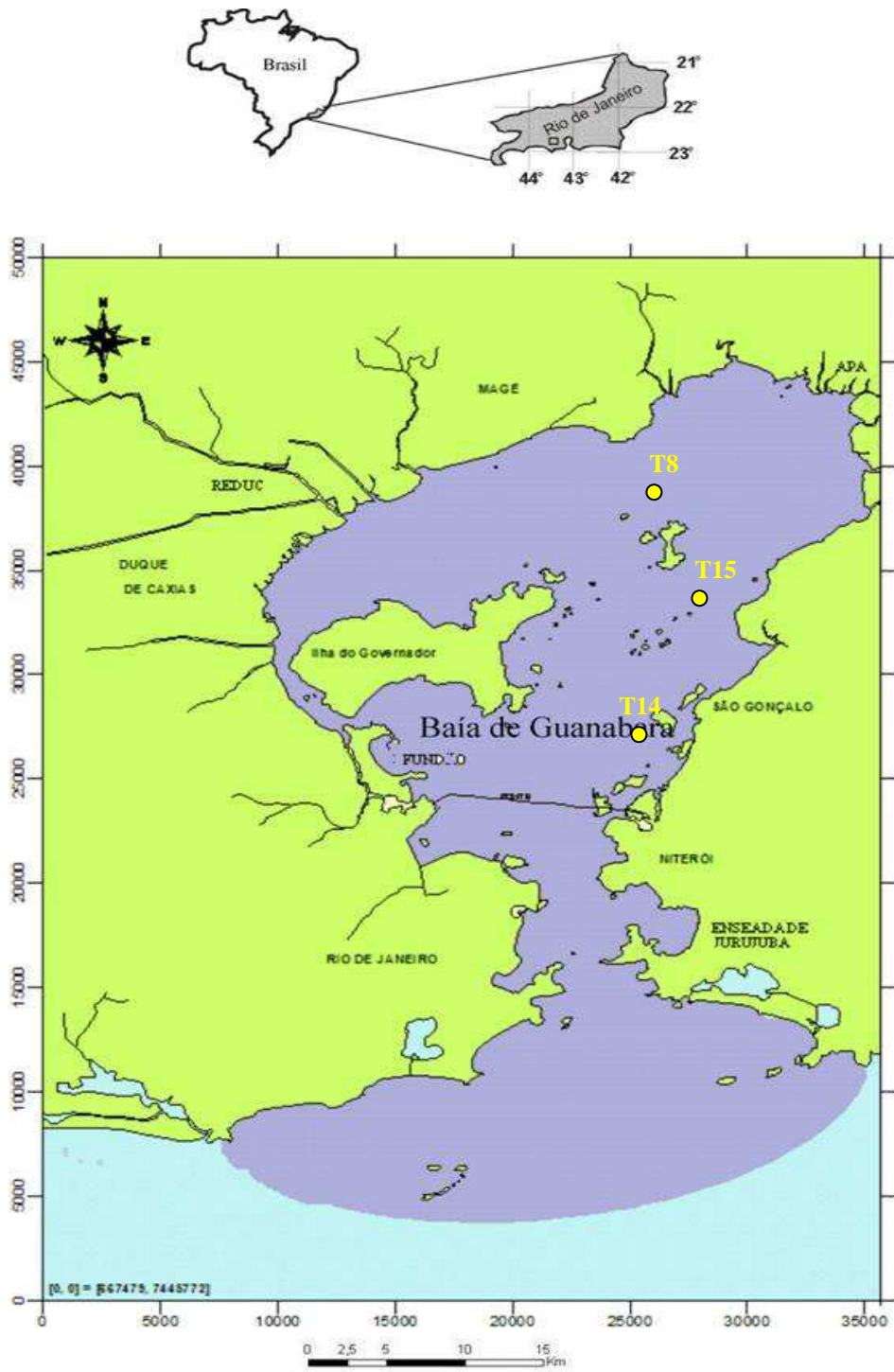


Figura 3- Mapa de localização da área de estudo e ponto de coleta.

## 5.2 Amostragem

O testemunho T14 foi subamostrado de forma regular, em intervalos de 5 centímetros nos primeiros 50 cm superiores do testemunho, e em intervalos de 10 centímetros nas amostras inferiores a 50 cm, até a base do testemunho, totalizando 26 amostras.

## 5.3 Tratamento das Amostras

As amostras, padronizadas em 30 cm<sup>3</sup>, foram lavadas em duas peneiras com aberturas de malha diferentes, uma de 500µm e outra de 62µm, e posteriormente colocadas para secar em estufa à temperatura de 50° C. Em algumas amostras foi utilizado tungstato de sódio (Na<sub>2</sub>WO<sub>4</sub>- líquido denso) para a flotagem das carapaças, facilitando assim as futuras triagens. Após a secagem, as amostras foram guardadas em frascos plásticos (com tampa) individuais e rotuladas. Todo esse processo foi realizado no Laboratório de Preparação de Microfósseis do Departamento de Geologia da UFRJ.

Os resíduos secos das amostras foram triados, sob lupas binoculares observando, quando possível, a contagem mínima de 100 espécimes de foraminíferos devido ao ambiente restrito e confinado da baía. Quando necessário, as amostras foram previamente submetidas à quarteamento, conforme metodologia descrita por Boltovskoy & Wright (1976). Todos os espécimes triados foram contados, identificados e classificados taxonomicamente, utilizando-se catálogos de classificação sistemática (Loeblich & Tappan, 1988; Loeblich & Tappan, 1964; Cushman, 1937) e bibliografia específica. Todo esse procedimento foi realizado no Microcentro-Laboratório de Análise Micropaleontológica do Departamento de Geologia da UFRJ.

O fluxograma abaixo esquematiza o tratamento das amostras (Figura 4)



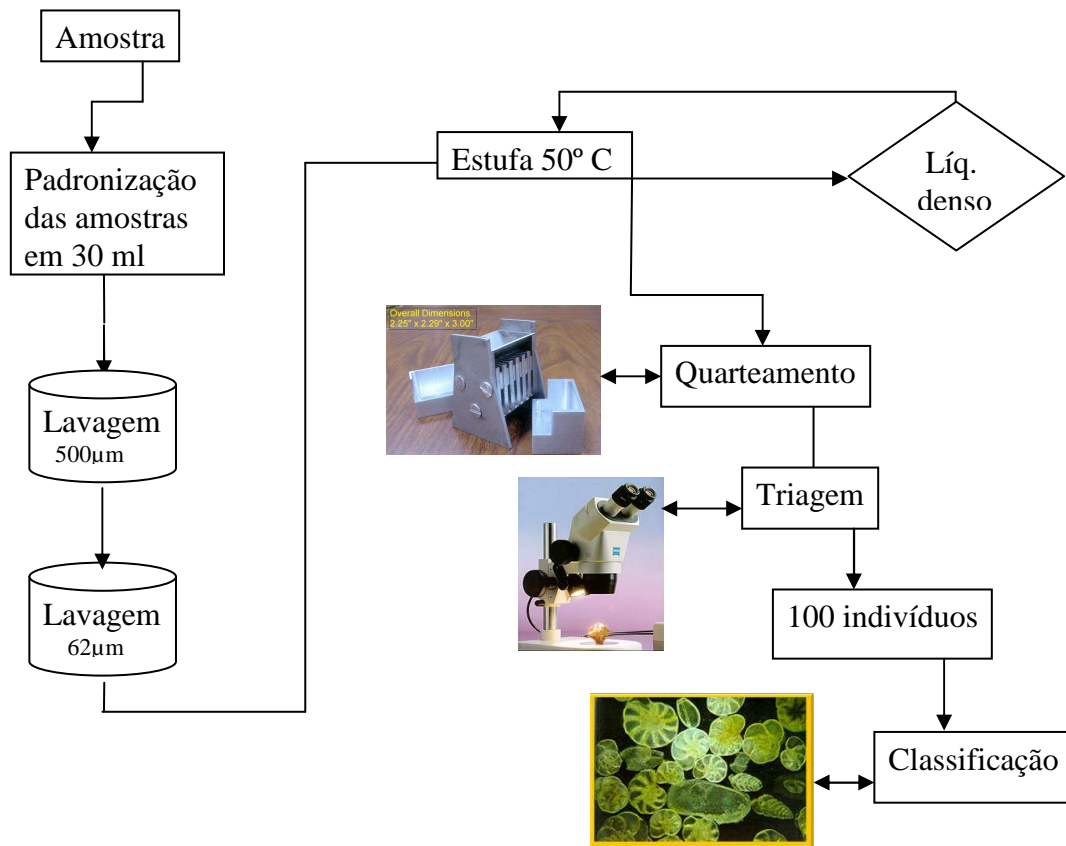


Figura 4- Fluxograma de preparação das amostras, triagem e classificação dos foraminíferos.

#### 5.4 Análises Quantitativas

As interpretações ecológicas obtidas nesse trabalho partiram dos resultados dos seguintes índices ecológicos:

**Índice de Diversidade Shannon-Wiener  $H(S)$ :** avalia o número de espécies e a distribuição individual entre elas, dando a estimativa da diversidade específica para cada amostra  $H(S): -\sum \pi \ln \pi$ , onde:  $S$ : número de espécies e  $\pi$ : proporção das espécies nas amostras;

**Abundância absoluta:** número total de indivíduos por amostras;

**Abundância relativa:** porcentagem de cada espécie na amostra;

**Dominância:** tendência de qualquer espécie de formar grande parte de uma assembléia, contrapondo-se à diversidade; Consideraram-se dominantes espécies com abundância relativa acima de 10%.

### **5.5 Datação**

As amostras 70 e 200 cm de profundidade do testemunho T14 foram datadas no laboratório Beta Analytic (Flórida, EUA) utilizando-se o radiocarbono  $^{14}\text{C}$ .

## 5 RESULTADOS

### 5.1 Sedimentologia

Segundo uma descrição sedimentológica preliminar realizada logo após a sua coleta em julho de 2005, lama fluida com laminações plano-paralelas até 46 cm e abaixo deste, lama compacta com presenças de biodetritos até a base (Figura 5).

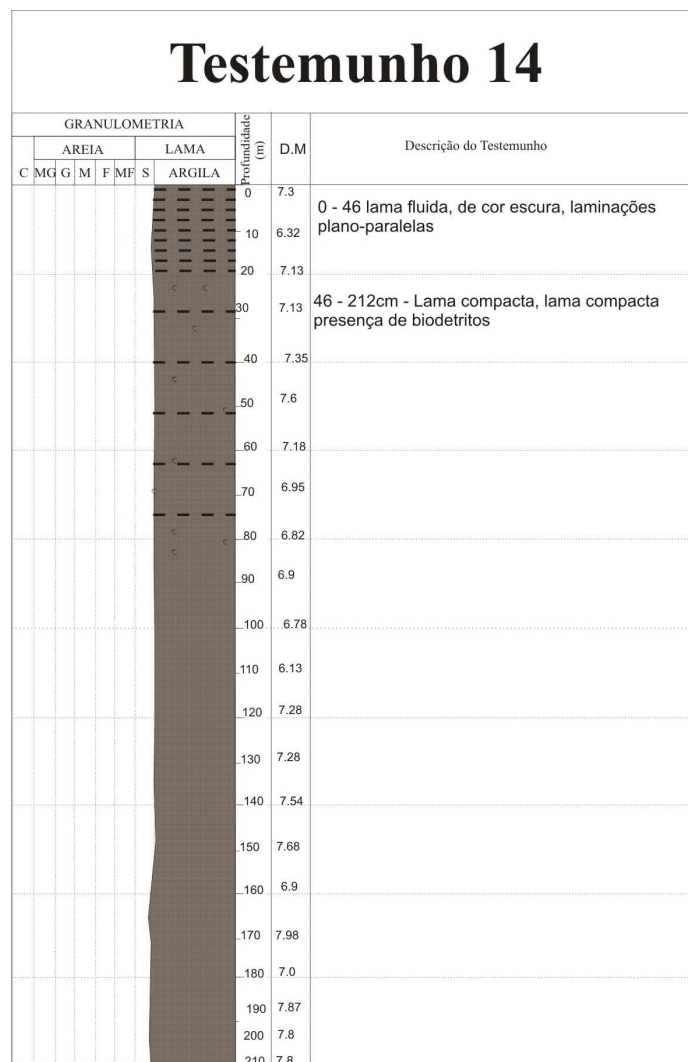


Figura 5- Perfil sedimentológico do testemunho T14 (Fonte: Santos, 2008).

## 5.2 Análises Quantitativas

No testemunho T14 (Figura 6) os valores da diversidade de Shannon-Wiener variaram de 0,6 a 1,9 aproximadamente. Quanto à abundância absoluta (total de indivíduos) o T14 apresentou amostras estéreis nos intervalos 10, 15, 40, 50 e 70 cm, amostras pouco abundantes nos intervalos 20, 30, 80, 130, 140, 170 e 190 cm e amostras abundantes nos intervalos 80, **100**, **150**, 160, 180 e **200** cm, estando em negrito os intervalos mais abundantes.

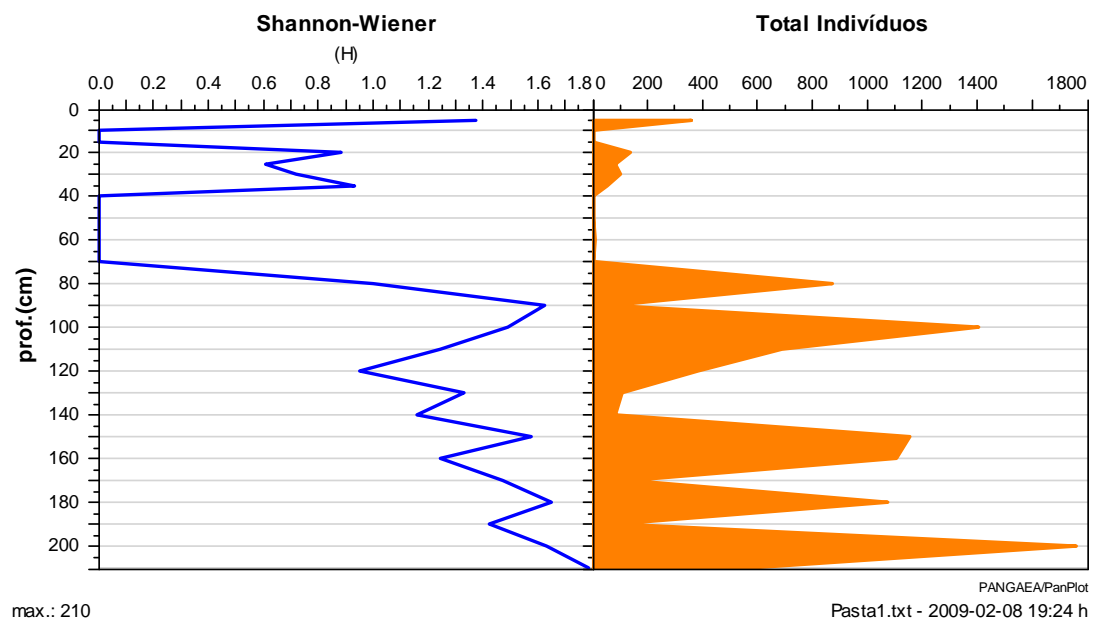


Figura 6- Diversidade de Shannon-Wiener e total de indivíduos ao longo do testemunho T14.

As espécies dominantes no T14 (Figura 7) foram *Ammonia tepida*, *Buliminella elegantissima*

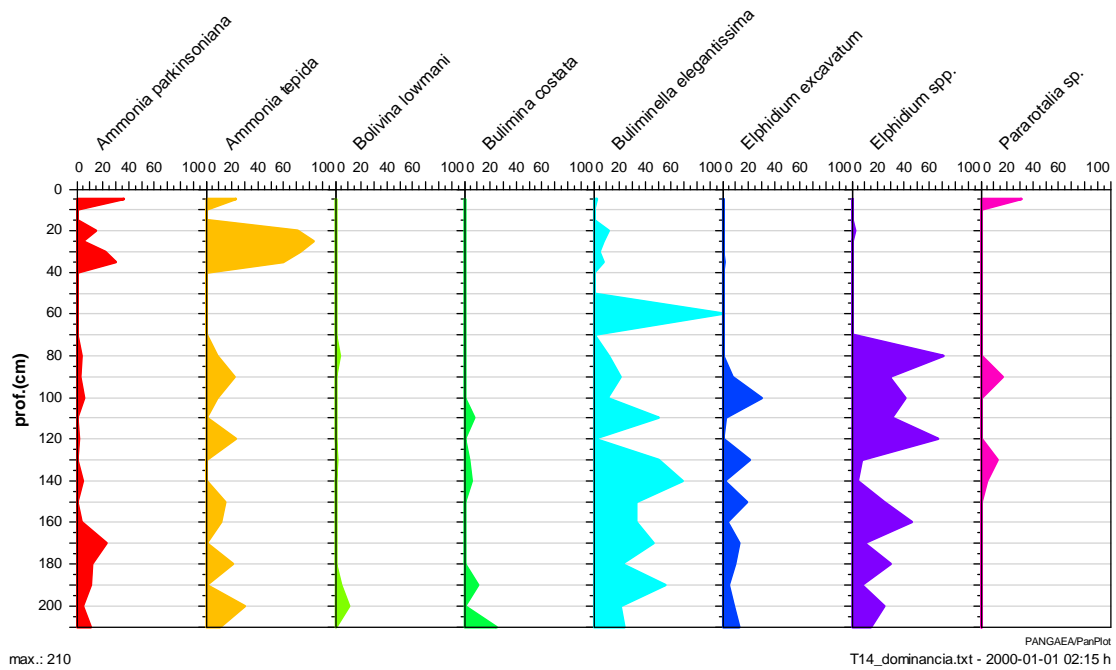


Figura 7- Gráfico das espécies dominantes ao longo do testemunho T14.

### 5.3 Datação por $C_{14}$

O testemunho T14 foi datado pelo método de  $^{14}C$  nos intervalos 200 e 70 cm, tendo idades de  $5700 \pm 40$  anos AP e  $550 \text{ anos} \pm 40$  AP, respectivamente (Vilela *et al.*, 2007). A idade de  $550 \pm 40$  anos AP marca a época da vinda dos portugueses ao Brasil.

## 6- DISCUSSÃO

Neste capítulo os resultados obtidos pelas análises ecológicas, dominância das espécies e datação por  $^{14}\text{C}$  serão integrados com a finalidade de compreender o histórico ambiental da baía de Guanabara no Holoceno. O testemunho T14, estudado no presente trabalho, será comparado aos testemunhos T8 e T15 (Figueira, 2006; Figueira *et al.*, 2007; Fonseca & Abreu, 2007).

Segundo Figueira (2006), o testemunho T8 com 242 cm de comprimento em 7 m de lâmina d'água, localizado na região da Ilha de Paquetá, apresentou em sua maior parte uma sedimentação homogênea constituída por sedimentos de tamanho que varia de silte a argila, sem a presença de biodetritos, coloração variando de cinza marrom esverdeado a cinza azulado esverdeado na amostras superiores e coloração cinza claro mosqueado com marrom ferrugem nas amostras mais profundas. Na base do testemunho ocorre uma discordância representada por um contato brusco de argila com uma camada endurecida, oxidada e de sedimentos mais grossos.

O testemunho T15, medindo 200 cm de comprimento em 5 m de lâmina d'água, localizado próximo a São Gonçalo e à Ilha de Paquetá, apresentou lama fluida até 50 cm e abaixo deste, lama compacta mais clara até 200 cm de cor cinza escuro apresentando nível de conchas nos intervalos de 115 cm e 135 cm (Fonseca & Abreu, 2007).

A sedimentação ao longo dos três testemunhos (T8, T14 e T15) foi predominantemente fina (silte/argila) acarretando em uma pequena variação granulométrica nas amostras. Deste modo o sedimento não influencia as espécies de foraminíferos encontradas (Samir, 2000).

Os valores da diversidade de Shannon-Wiener variaram de 0,5 a 1,6 aproximadamente no testemunho T8. Quanto aos valores de abundância absoluta (total de indivíduos) no testemunho T8, as amostras mostraram-se estéreis nos intervalos 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50, 130, 135, 140 e 230 cm, amostras pouco abundante nos intervalos 10, 70, 120, 150, 160, 190 e 220 cm e amostras abundantes nos intervalos **90**, 100, 180, **200** e 210 cm, estando em negrito os intervalos mais abundantes (Figura 8).

No testemunho T15 os valores de diversidade de Shannon-Wiener variaram de 1,4 a 2,7 aproximadamente. Quanto aos valores de abundância absoluta (total de indivíduos) no testemunho, as amostras apresentaram-se pouco abundantes nos intervalos 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90, 160 e 170 cm e amostras abundantes nos intervalos 100, 110, 120, **130**, **140**, **200** cm, estando em negrito os intervalos mais abundantes (Figura 9).

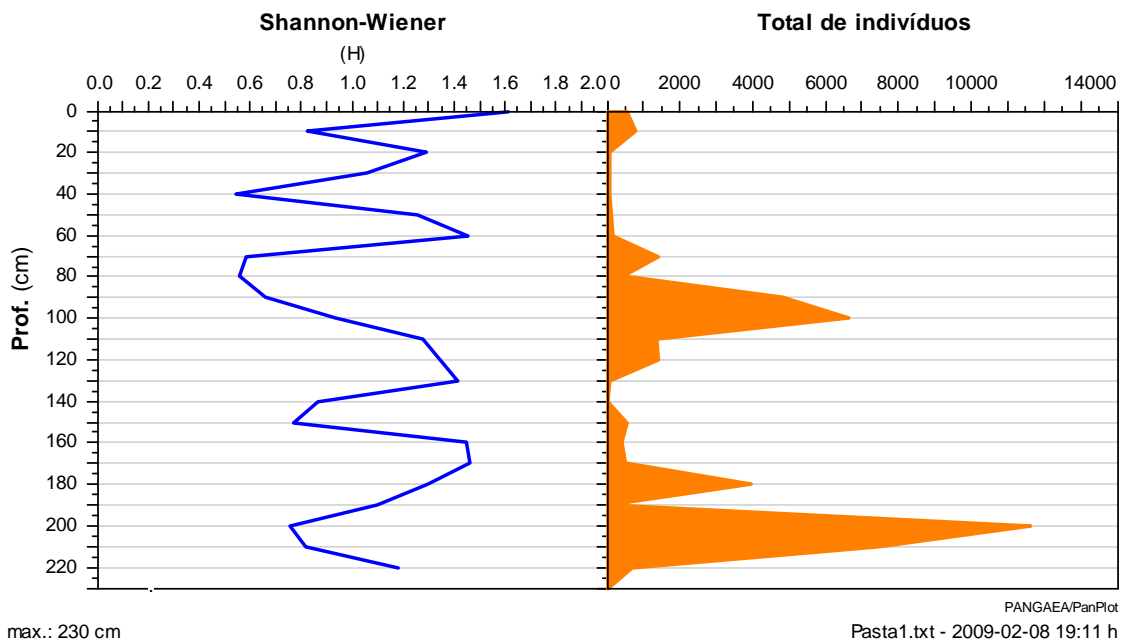


Figura 8 - Diversidade de Shannon-Wiener e total de indivíduos ao longo do testemunho T8.

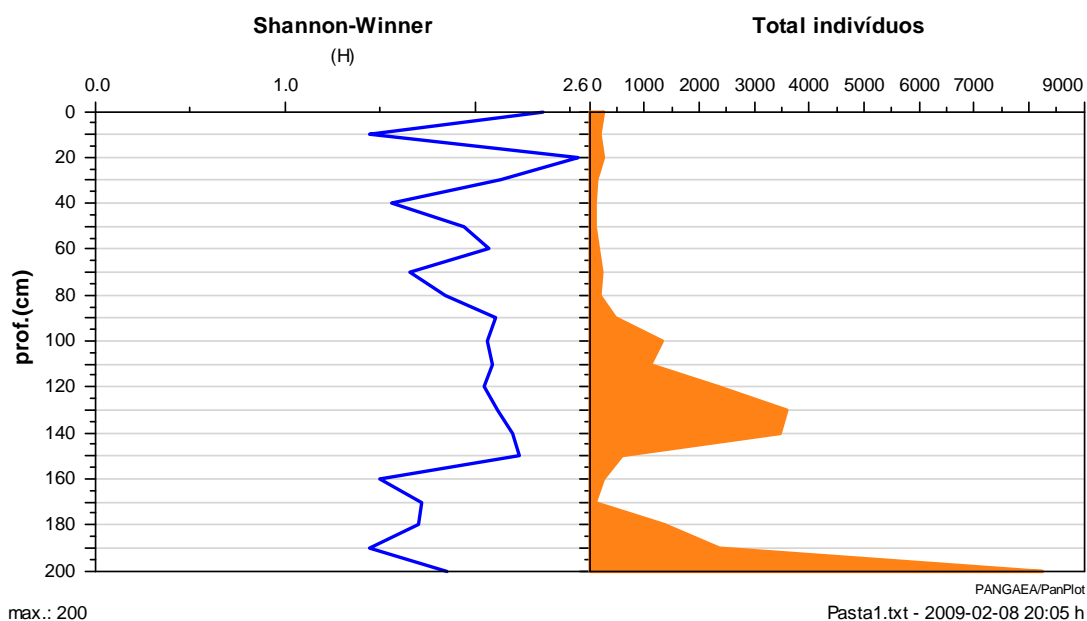


Figura 9- Diversidade de Shannon-Wiener e total de indivíduos ao longo do testemunho T15.

Analisando os três testemunhos verificou-se que o índice de Shannon-Wiener apresentou uma diversidade baixa, e isto pode ser devido à baía de Guanabara ser um ambiente restrito e sob grande estresse ambiental, apesar do T15 (Figura 9), entre a ilha de Paquetá e São Gonçalo, apresentar um leve aumento da diversidade em relação ao T8 (Figura 8) e T14 (Figura 6). Comparando-se a abundância absoluta dos três testemunhos foi possível observar que as amostras superiores são menos abundantes do que as inferiores, havendo até uma esterilidade em algumas amostras ao longo dos testemunhos.

As espécies dominantes no testemunho T8 (Figura 10) foram *Ammonia parkinsoniana*, *A. tepida*, *Buliminella elegantissima*, *Elphidium* sp. e *Textularia erlandi*; no T15 (Figura 11) dominaram *A. tepida* e *B. elegantissima*.



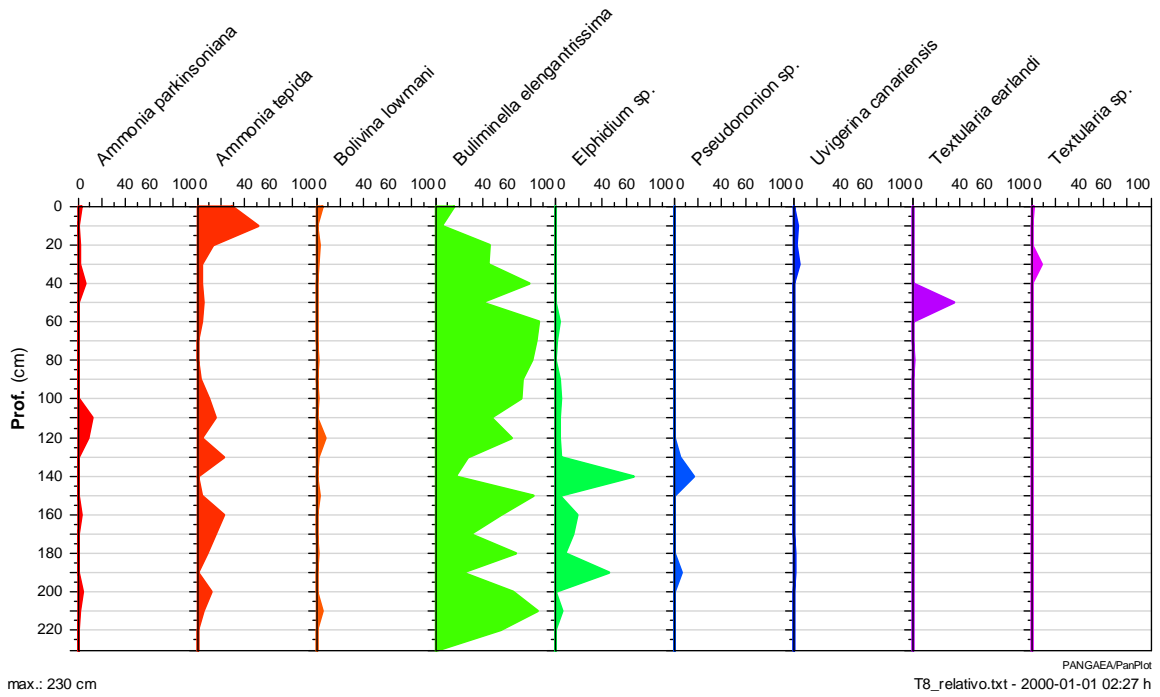


Figura 10- Gráfico das espécies dominantes ao longo do testemunho T8.

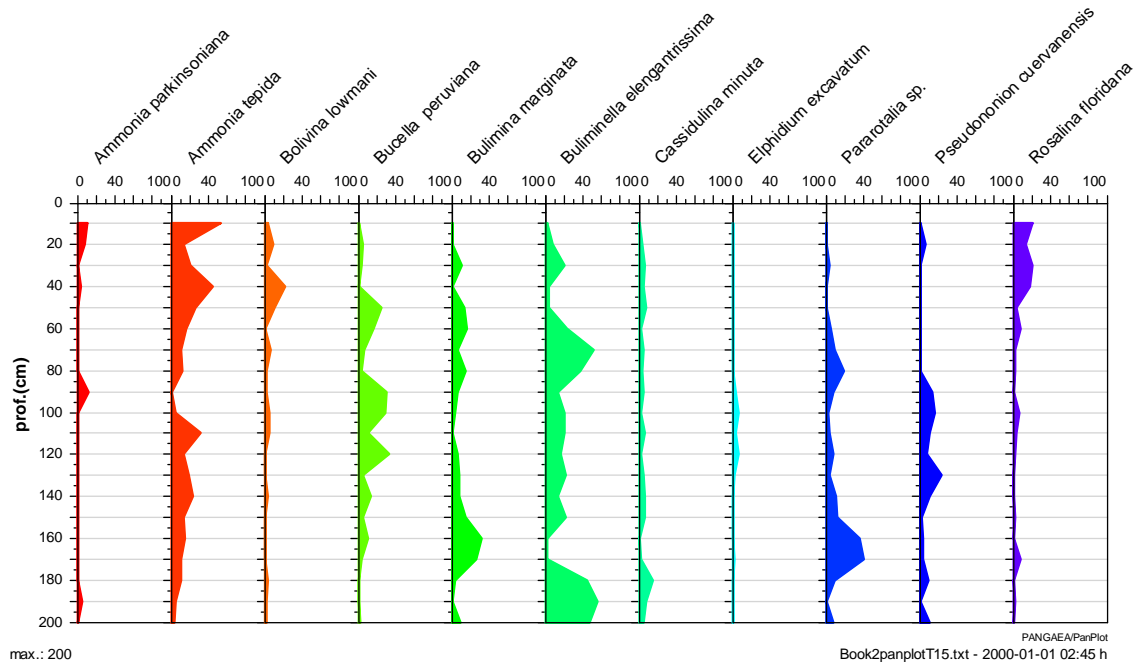


Figura 11- Gráfico das espécies dominantes ao longo do testemunho T15.

No testemunho T8 é expressiva a presença da espécie *Buliminella elegantissima* ao longo de todo o testemunho (Figueira et al., 2007). No T14 (Figura 7) observou-se a presença de *Ammonia tepida* e espécies de *Elphidium* em distribuições inversamente proporcionais. Nos testemunhos T14 e T15 (Figura 11) observou-se que na base a espécie dominante foi a *Buliminella elegantissima* e no topo *A. tepida* (Fonseca & Abreu, 2007).

Foram assinalados pontos de piritização em alguns indivíduos, na base dos testemunhos, que podem estar relacionados a um estresse biológico sofrido pelos organismos às condições de pouco oxigênio no ambiente (Figueira 2006). Ocorreram associações semelhantes nos três testemunhos, comprovando assim que as áreas analisadas aparentam ter passado por processos semelhantes.

O resultado da análise do  $^{14}\text{C}$  no testemunho T8 a 222 cm, segundo Barth et al. (2005) caracterizou oscilações ambientais a 4.210 anos AP, marcando uma progressiva regressão do nível relativo do mar após o ótimo climático em 5.100 anos AP (Martin, 2003). Nesta época ocorreu uma diminuição do espelho de água da baía acarretando a erosão das margens dos afluentes propiciando uma alta deposição de grão de pólen e esporos apresentando exinas degradadas e corroídas (Barreto, 2004). As espécies de foraminíferos analisadas no testemunho T8, nos intervalos de 232 e 239 cm apresentaram carapaças preenchidas, desgastadas e oxidadas (Figueira et al., 2007), podendo ser explicadas através das oscilações do nível médio do mar que ocorreram neste período (Martin, 2003). O resultado da análise do  $^{14}\text{C}$  previamente avaliado no testemunho T14 (Vilela et al., 2007) indica o início da fase da colonização europeia (aproximadamente há 500 anos) marcada em torno de 70 cm no testemunho. Deste modo pode-se inferir, através da distribuição da microfauna nos testemunhos, a influência antrópica atuante a partir do nível de 70 cm aproximadamente até o topo.

## 7- CONCLUSÃO

As amostras dos testemunhos analisados da baía de Guanabara apresentaram indivíduos muito pequenos, com diferentes graus de desgaste, dificultando a sua classificação.

A baixa diversidade, variando de 0 a 2,5, encontrada ao longo dos testemunhos analisada juntamente com a abundância absoluta mostra que este ambiente vem sofrendo muito com o impacto antrópico durante os últimos séculos.

Segundo Figueira et al. (2007) as espécies dominantes que aparecem nos testemunhos são características de ambientes poluídos. A *Ammonia tepida* é considerada uma espécie oportunista, por aparecer em amostras onde há uma grande diminuição da abundância das outras espécies, aparecendo nestes testemunhos nas amostras mais superficiais, correspondente ao período em que o homem já influenciava no ambiente. *Buliminella elegantissima*, outra espécie dominante encontrada nos testemunhos analisados, apesar de ser característica de ambientes com alta taxa de matéria orgânica, não pode ser considerada indicadora da ação do homem tal como a *A. tepida*.

A integração dos resultados da análise do C<sub>14</sub>, realizado no testemunho T8 e T14, confirma que a baía de Guanabara vem sofrendo com a influência antrópica e o aumento da poluição nos últimos 500 anos, agravando-se nos últimos 100 anos.

## Referências bibliográficas

- ALMEIDA, F. F. M. 1976. The system of continental rifts bordering the Santos Basin. *An. Acad. Bras. Ci.*, Rio de Janeiro, 48 (suplemento): 15-26.
- ALVE, E. 1995. Benthic foraminiferal responses to estuarine pollution: a review. *Journal of Foraminiferal Research*, 25 (3): 190-204.
- AMADOR, E.S. (1980b). Assoreamento da baía de Guanabara – Taxas de sedimentação. *Anais da Academia Brasileira de Ciência*. 52(4): 723-742.
- AMADOR, E.S. 1992 - Unidades Sedimentares Cenozóicas do Recôncavo da Baía da Guanabara (Folhas Petrópolis e Itaboraí) - *Anais da Academia Brasileira de Ciências* - 52(4) - 1980 - 743-761p.
- AMADOR, E.S. 1997. Baía de Guanabara e ecossistemas periféricos - Homem e Natureza. Rio de Janeiro, Reproarte Gráfica e Editora, 529 p.
- BAPTISTA NETO, J.A. 2006. Relatório de atividades – CNPq – Referente ao processo nº 474098/20036, projeto “PROCESSOS SEDIMENTARES E IMPACTOS AMBIENTAIS RECENTES DA BAÍA DE GUANABARA”. Relatório não publicado.
- BARRETO, C.F. 2004. *Análise palinológica de amostras de sedimentos superficiais e de um testemunho de sondagem da baía de Guanabara, estado do Rio de Janeiro*. Programa de Pós-Graduação em Geologia, Instituto de Geociências/UFRJ, Dissertação de Mestrado, 108 p.
- BARTH et al. 2005. Reconstrução Paleoambiental do Holoceno da Baía de Guanabara, Rio de Janeiro, Brasil, através de análise palinológica: resultados preliminares. In: Congresso da ABEQUA, 2005, Guarapari. Cd- Rom: pdf 030, p 1-6.
- BOLTOVSKOY, E. & WRIGHT, R., (1976). Recent Foraminiferal. Dr. W. Junk b.v., Publishers, The Hague, p. 515.
- CUSHMAN, J.A. 1937. Lab. For. Research Special Publication 9: 158.
- FERRARI, A. L. 2001. Evolução Tectônica do *Graben* da Guanabara. São Paulo, Tese de Doutorado, Instituto de Geociências, Universidade São Paulo. 412 p.
- FIGUEIRA, B.O. 2006. *Foraminíferos em sedimentos da baía de Guanabara e lagoa de Itaipu, Rio de Janeiro: Variações ecológicas e dos níveis de poluição durante o Holoceno final e período histórico*. Programa de Pós-Graduação em Geologia, Instituto de Geociências/UFRJ, Dissertação de Mestrado, 161 p.
- FIGUEIRA, B.O.; VILELA, C.G. & BATISTA-NETO, J.A. 2007. Avaliação da Poluição Antrópica Usando Padrão de distribuição de espécies de foraminíferos Provenientes de testemunhos da Baía de Guanabara, RJ. *Anuário do Instituto de Geociências/UFRJ*, Rio de Janeiro, v. 30, p. 145-157.

JONES, D. J. 1956. Introduction to Microfossils. Harper's Geoscience Series, New York, 406 pp.

LOEBLICH, A.R. & TAPPAN, H. (1964). Sarcodina, chiefly The camoebians and foraminiferida. In: MOORE, R.C. (ed.), Treatise on invertebrate Paleontology, Geological Society of America, University of Kansas Press, vol. 1, p. 1-510; vol. 2, p. 511-900.

LOEBLICH, A.R. & TAPPAN, H. (1988). Foraminiferal genera and their classification. Van Nostrand Reinhold Ed., 970p., 847 est.

MARTIN, L. 2003. Holocene Sea-level history along eastern-southeastern Brazil. In: WORKSHOP BAÍA DE GUANABARA, Rio de Janeiro, 2002. Anuário do Instituto de Geociências/UFRJ, Rio de Janeiro, v. 26, p. 13-24.

PERILLO, G.M.E. 1995. Geomorphology and Sedimentology of Estuaries. Developments in Sedimentology. 53, Elsevier, 471p.

QUARESMA, V.S., 1997. Caracterização da dinâmica sedimentar da baía de Guanabara, RJ. Dissertação de Mestrado. Departamento de Geologia/UERJ. 97p.

RICCOMINI, C. 1989. *O Rift continental do sudeste do Brasil*. São Paulo, 256 p. Tese de Doutorado, Instituto de Geociências, Universidade São Paulo.

RIOS-NETTO, 2004. Taxonomia e Sistemática- Conceito. In: CARVALHO, I.S. (ed.) Paleontologia. Editora Interciência, p. 83-95.

SAMIR, A.M., 2000. The response of benthic foraminifera and ostracods to various pollution sources: a study from two lagoons in Egypt. *Journal of Foraminiferal Research* 30: 83-98.

SANTOS, P.T., 2008. *Histórico ambiental da baía de Guanabara no Holoceno, com base em foraminíferos bentônicos, análises geoquímicas e ecologia numérica*. Programa de Pós-Graduação em Geologia, Instituto de Geociências/UFRJ, Dissertação de Mestrado, p.

SEN GUPTA, B.K., 1999. Modern Foraminifera. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, 371p.

VILELA, C.G. 2004. Micropaleontologia- Foraminíferos. In: CARVALHO, I.S. (ed.) Paleontologia. Editora Interciência, p. 269-283.

VILELA, C.G., Figueira, B.O., Batista Neto, J.A., (2007). Ecology and paleoecology in Guanabara Bay, Rio de Janeiro, during the last 6000 years based in benthic foraminifera assemblage variations. In: CARVALHO, I.S.; CASSAB, R.C.T.; SCHWANKE, C. (ed.), Paleontologia: cenários de vida. Interciência, Rio de Janeiro, 2, p. 345-361.

FONSECA, R. B. M.; ABREU, K. C. C.; VILELA, C. G. & BATISTA-NETO, J. A. 2007. Análise dos Foraminíferos Bentônicos de Dois Testemunhos na Região Nordeste da Baía de Guanabara. Anuário do Instituto de Geociências/UFRJ, Rio de Janeiro, vol. 30, p.27-29.