



**Universidade do Estado do Rio de Janeiro**

Centro de Tecnologia e Ciências

Faculdade de Geologia

Anita Fernandes Souza Pinto

**Foraminíferos como indicadores paleoecológicos do Holoceno no  
Manguezal de Guaratiba, Baía de Sepetiba, Rio de Janeiro**

Rio de Janeiro

2013

Anita Fernandes Souza Pinto

**Foraminíferos como indicadores paleoecológicos do Holoceno no Manguezal de  
Guaratiba, Baía de Sepetiba, Rio de Janeiro**

Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do título de Mestre, ao Programa de Pós-graduação em Análise de Bacias e Faixas Móveis, da Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Área de concentração: Análise de Bacias.

Orientadora: Prof.<sup>a</sup> Dra. Maria Antonieta da Conceição Rodrigues  
Coorientador: Prof. Dr. Lazaro Luiz Mattos Laut

Rio de Janeiro  
2013

CATALOGAÇÃO NA FONTE  
UERJ / REDE SIRIUS / BIBLIOTECA CTC/C

P659 Pinto, Anita Fernandes Souza.  
Forminíferos como indicadores paleoecológicos do  
holoceno no manguezal de Guaratiba, Baía de Sepetiba, Rio de  
Janeiro / Anita Fernandes Souza Pinto. – 2013.  
126 f.:57 il.

Orientadora: Maria Antonieta da Conceição Rodrigues  
Co-orientador: Lazaro Luiz Mattos Laut.  
Dissertação (Mestrado) - Universidade do Estado do Rio de  
Janeiro, Faculdade de Geologia.  
Bibliografia.

1. Foraminífero - Teses. 2. Paleoecologia - Teses. 3.  
Manguezais – Sepetiba, Baía de (RJ) - Teses. 4. Geologia  
estratigráfica – Holoceno – Teses. I. Rodrigues, Maria  
Antonieta da Conceição. II. Laut, Lazaro Luiz Mattos. III.  
Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Faculdade de  
Geologia. IV. Título.

CDU 593.12(815.3)

Autorizo, apenas para fins acadêmicos e científicos, a reprodução total ou parcial desta tese.

---

Assinatura

---

Data

Anita Fernandes Souza Pinto

**Foraminíferos como indicadores paleoecológicos do Holoceno no Manguezal de  
Guaratiba, Baía de Sepetiba, Rio de Janeiro**

Dissertação apresentada como requisito parcial para  
obtenção do título de Mestre, ao Programa de  
Pós-graduação em Análise de Bacias e Faixas  
Móveis, da Universidade do Estado do Rio de  
Janeiro. Área de concentração: Análise de Bacias.

Aprovada em 27 de março de 2013.

Orientadora: Prof.<sup>a</sup> Dra. Maria Antonieta da Conceição Rodrigues  
Faculdade de Geologia - UERJ

Coorientador: Prof. Dr. Lazaro Luiz Mattos Laut  
Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro

Banca Examinadora:

---

Prof.<sup>a</sup> Dra. Silvia Dias Pereira  
Faculdade de Oceanografia - UERJ

---

Prof. Dr. Sérgio Bergamaschi  
Faculdade de Geologia - UERJ

---

Prof. Dr. Lazaro Luiz Mattos Laut  
Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro

Rio de Janeiro

2013

## **DEDICATÓRIA**

À minha maior incentivadora, que sempre acreditou, acredita e nutre grande fé em mim:  
minha Gloria, minha mãe.

## AGRADECIMENTOS

À minha orientadora Profa. Dra. Maria Antonieta da Conceição Rodrigues pelo apoio na realização desta dissertação e pelas inúmeras palavras e atitudes de incentivo.

Ao meu orientador Prof. Dr. Lazaro Luiz Mattos Laut pelo apoio e disposição em ensinar, além de promover proveitosas discussões que em muito contribuíram e ainda vão contribuir para o meu amadurecimento científico.

Ao Prof. Dr. Helio Heringer Villena pela inestimável contribuição em todas as etapas do campo para a coleta do testemunho no Manguezal de Guaratiba: planejamento, logística e amostragem.

Aos alunos do Programa de Pós-Graduação em Geologia Marinha da UFF, Sérgio Cadena de Vasconcelos e Rodrigo Coutinho Abuchacra pela ajuda na coleta do testemunho.

Ao amigo Leandro Nogueira Ferreira pela valiosíssima ajuda nas análises granulométricas e cuja amizade fez como que várias horas e até noites de trabalho no laboratório passassem de maneira mais leve.

Aos professores do Programa de Pós-Graduação em Análise de Bacias e Faixas Móveis pelas disciplinas ministradas que enriqueceram o trabalho e pela atenção nas horas em que surgiram várias dúvidas.

Às equipes técnicas do Laboratório Geológico de Preparação de Amostras (LGPA) e do Laboratório de Geoquímica Orgânica e Estratigrafia Química, ambos da Faculdade de Geologia da UERJ e do Laboratório de Oceanografia Geológica, da Faculdade de Oceanografia, pela ajuda nas análises geoquímicas e granulométricas.

Aos alunos de graduação em Geologia, Gustavo e Suzana pela contribuição na triagem do material analisado.

Aos amigos queridos da Geologia feitos durante o curso do mestrado, pelas contribuições geológicas e pelo carinho.

Ao CNPq pela concessão da bolsa.

A todas as pessoas que estiveram envolvidas nesta jornada, em especial minha querida irmã Juliana, pela torcida irrestrita, paciência e amor.

Caramba, y zamba la cosa,  
!Qué viva toda la ciencia!

*Violeta Parra*

## RESUMO

PINTO, Anita Fernandes Souza. *Foraminíferos como indicadores paleoecológicos do Holoceno no Manguezal de Guaratiba, Baía de Sepetiba, Rio de Janeiro*. 2013. 126 f. Dissertação (Mestrado em Análise de Bacias e Faixas Móveis) - Faculdade de Geologia, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2013.

Os manguezais são ecossistemas estuarinos, representando a transição entre os ambientes continentais e marinhos, e tendo sua formação relacionada com as flutuações do nível do mar no Quaternário. No Manguezal de Guaratiba, diversos estudos sobre as variações do nível do mar, mais precisamente no Holoceno, têm sido realizados, sob os enfoques sedimentológicos, geoquímicos, palinológicos e micropaleontológicos. Entre os estudos micropaleontológicos, destacam-se os que utilizam os foraminíferos bentônicos, microorganismos amplamente utilizados como indicadores paleoecológicos e paleoambientais do Holoceno. No presente trabalho, foi coletado, através de um amostrador do tipo trado russo, um testemunho (T1) no Manguezal de Guaratiba, no qual foram realizadas análises de parâmetros como granulometria, teores de matéria orgânica (MO), carbonato, carbono orgânico total (COT) e enxofre (S) (abióticos) e da fauna de foraminíferos bentônicos (bióticos). Foram utilizadas também índices ecológicos e análises de agrupamento, através das quais foi possível estabelecer quatro associações faunísticas (I,II,III e IV), assim como os fatores ambientais que mais influenciaram a distribuição da fauna. A correlação com assembleias de foraminíferos de outros testemunhos que possuem datação por Carbono 14 ( $C_{14}$ ), assim como outros trabalhos que versam sobre a evolução da baía de Sepetiba, permitiu o estabelecimento de três ciclos de emersão-submersão para a área da planície de maré estudada: 1) Fase transgressiva: nível de concentração de conchas em depósitos lagunares formados por sedimentos finos, sem foraminíferos; provavelmente posterior a uma regressão; 2) Fase transgressiva: formação de uma baía, com presença exclusiva de espécies de foraminíferos calcários (Associação III) com maiores valores de riqueza e queda nos valores de COT; ocorrida há cerca de 3.800 anos A.P. 3) Fase transgressiva: período de submersão, presença de espécies de foraminíferos tipicamente estuarinos (Associação IV), com duração entre 3.500 anos A.P. e 2.700 anos A.P.; 4) Fase transgressiva: caracterizada pela alternância entre a formação de baías rasas e lagunas marinhas (maiores índices de riqueza nas associações faunísticas), menores valores de MO e COT e aumento na proporção de sedimentos finos; evento iniciado há cerca de 2.700 anos A.P.; e 5) Fase regressiva: fauna de foraminíferos aglutinantes, resistente às condições de salinidade e acidez características de ambientes confinados como os manguezais, além do incremento nos teores de areia, evidenciando a fase final de confinamento da baía de Sepetiba pela Restinga da Marambaia; evento iniciado por volta de 2.400 anos A.P., estendendo-se até o presente. Os resultados obtidos mostram a importância da correlação lateral entre testemunhos na interpretação paleoambiental da baía de Sepetiba, além da identificação de estágios de transgressão e regressão que se aproximam da curva de variação do nível do mar proposta por SUGUIO et al.(1985) para o litoral do Estado do Rio de Janeiro.

Palavras-chave: Foraminíferos. Paleoecologia. Holoceno. Manguezal de Guaratiba.



## ABSTRACT

PINTO, Anita Fernandes Souza. *Foraminifera as paleoecological indicators of Holocene in Guaratiba Mangrove, Sepetiba Bay, Rio de Janeiro*. 2013. 126 f.  
Dissertação (Mestrado em Análise de Bacias e Faixas Móveis) - Faculdade de Geologia, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2013.

Mangroves are estuarine ecosystems, representing the transition between continental and marine environments, and having their training related to fluctuations in sea level during the Quaternary. In Guaratiba Mangrove, several studies about changes in sea level, more precisely in the Holocene, have been conducted under sedimentological, geochemical, palynological and micropaleontological approaches. Among the micropaleontological studies, need to be highlight those using benthic foraminifera, micro-organisms widely used as paleoenvironmental and paleoecological indicators of Holocene. In the present study was collected through a Russian Peat Borer, a core (T1) in Guaratiba Mangrove, which was analyzed for abiotic parameters such as particle size distribution, organic matter (OM), carbonate, total organic carbon (TOC) and sulfur (S), and biotic ones, such as fauna of benthic foraminifera. Ecological indices and cluster analysis were also used, allowed to establish four faunal associations (I, II, III and IV), as well as the environmental factors that most influenced the distribution of fauna. The correlation with foraminiferal assemblages of other cores dated by Carbon 14 ( $C_{14}$ ), as well as other works that deal with the of Sepetiba bay evolution, allowed the establishment of three cycles of emersion-submersion, divided on five phases: 1) Transgressive Phase: level of mollusks shells concentration in lagoon deposits, formed by fine sediments without foraminifera, probably occurred latter than a regression; 2) Transgressive Phase: formation of a bay, with the exclusive presence of species of calcareous foraminifera (Association III) with higher richness and decrease in TOC values; occurred about 3,800 years BP; 3) Transgressive Phase: period of submersion, presence of typically estuarine foraminifera species (Association IV), between 3,500 years BP and 2,700 years BP; 4) Transgressive Phase: characterized by alternating between the formation of shallow bays and marine lagoons (higher levels of richness in the faunal associations), lower values of OM and TOC and increase in the proportion of fine sediments; event started about 2,700 years BP; and 5) Regressive Phase: agglutinate foraminifera fauna, resistant to conditions of salinity and acidity characteristics of confined environments such as mangroves, besides the increase in sand content, showing the final stages of Sepetiba bay by the Marambaia Restinga; event started around 2,400 years BP, extending to the present. The results show the importance of the correlation between lateral cores for the paleoenvironmental interpretation in Sepetiba bay, beyond the identification of transgression and regression stages that became closer to the curve of sea level variation proposed by Suguio et al. (1985) for the State of Rio de Janeiro coast.

Keywords: Foraminifera. Paleoecology. Holocene. Guaratiba Mangrove.

## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1 - Principais fatores que influenciam as variações do nível do mar no Quaternário, incluindo os mundiais, regionais e locais.  
Fonte: MARTIN et al., 1986 in SUGUIO, 2003.....16
- Figura 2 - Mapas de distribuição de manguezais no globo e no Brasil  
Fontes: INFO ESCOLA e GOOGLE MAPS.....20
- Figura 3 - Localização da baía de Sepetiba.....27
- Figura 4 - Área de estudo, com indicação do manguezal de Guaratiba e principais vias de acesso.  
Fonte: GOOGLE EARTH.....28
- Figura 5 - Mapa tectônico da região Sudeste do Brasil – 1) Cráton do São Francisco; 2) Cinturão Brasília; 3) Terreno Cabo Frio; 4) Terreno Oriental – Domínio Costeiro; 5) Terreno Oriental - Arco Magmático Rio Negro; 6) Klippe Paraíba do Sul; 7) Terreno Ocidental; 8) Bacia do Paraná; 9) corpos alcalinos do Cretáceo Superior a Eoceno; 10) bacias do Rifte Continental do Sudeste do Brasil (RCSB) (RICCOMINI, 1989): A – São Paulo; B - Taubaté; C - Resende; D – Volta Redonda; E - Macacu; F - Itaboraí; G – Barra de São João; 11) sedimentos cenozóicos indiferenciados; 12) falhas reversas, nappes; 13) Alinhamento Magmático de Cabo Frio; 14) limites de grábens do RCSB.  
Fonte: Modificado de FERRARI (1990), FERRARI (2001), HEILBRON et al.(2000), MOHRIAK E BARROS (1990) e RICCOMINI (1989).....29
- Figura 6 - Mapa de distribuição dos quatro riftes do SRCBS: (A) Paraíba do Sul, (B) Litorâneo, (C) Ribeira, e (D) Marítimo; de suas falhas limitantes, preenchimentos sedimentares, intrusões/lavas alcalinas, charneira cretácea das bacias de Santos/Campos e o Rio Paraíba do Sul.  
Fonte: ZALÁN e OLIVEIRA, 2005.....31
- Figura 7 - Mapa geológico simplificado da baía de Sepetiba.  
Fonte: VILLENA, 2007.....33
- Figura 8 - Imagem de satélite da NASA sobre o Gráben da Guanabara. Interpretação estrutural mostra os principais falhamentos de borda do gráben (traços grossos brancos) e outros menores associados (traços amarelos) (evento 40). Intrusões alcalinas do evento 33 encontram-se delineadas em vermelho: 1- Tinguá, 2-

|             |   |    |
|-------------|---|----|
|             | Mendanha, 3- Marapicu, 4- Itaúna, 5- Tanguá, 6- Soarinho, 7- Rio Bonito. O Gráben do Rio Santana representa um episódio tardio (Neo-Mioceno - Presente) do evento 40.   |    |
|             | Fonte: ZALÁN e OLIVEIRA, 2005.....  | 34 |
| Figura 9 -  | Imagem de satélite Landsat com a interpretação estrutural do Gráben da Guanabara, subdivididos pela Zona de Transferência Tinguá-Tijuca e pela Zona de Acomodação de Ilha Grande-Sepetiba nos sub-grábens da Baía, de Guandu-Sepetiba e de Paraty.  |    |
|             | Fonte: ZALÁN e OLIVEIRA, 2005.....  | 35 |
| Figura 10 - | Perfil morfo-estrutural da Zona de Riftes do Paraíba do Sul e do Gráben da Guanabara, segmentos que compõem o SRCSB.  |    |
|             | Fonte: Zalán e Oliveira, 2005.....  | 35 |
| Figura 11 - | Modelo evolutivo para a baía de Sepetiba e Restinga da Marambaia. 1. Baía de Sepetiba antes da formação da Restinga da Marambaia; 2. Início da formação da Restinga da Marambaia; 3. Desenvolvimento da Restinga; 4. Fase atual   |    |
|             | Fonte: Modificado de LAMEGO, 1945.....  | 37 |
| Figura 12 - | Modelo esquemático da evolução da baía de Sepetiba e da Restinga da Marambaia segundo RONCARATI e BARROCAS (1978). Destaque para a ação das correntes circulares internas da baía (em azul) e a migração do corpo arenoso que resultaria na Restinga da Marambaia no sentido W-E (em vermelho). |    |
|             | Fonte: Modificado de RONCARATI e BARROCAS, 1978.....  | 39 |
| Figura 13 - | Máximo transgressivo, com a formação da baía.   |    |
|             | Fonte: PEREIRA, 1998.....   | 40 |
| Figura 14 - | Fase regressiva, com início da formação do primeiro cordão arenoso (em amarelo)   |    |
|             | Fonte: PEREIRA, 1998.....   | 41 |
| Figura 15-  | Regressão e formação do segundo cordão arenoso migrando em direção ao continente.   |    |
|             | Fonte: PEREIRA, 1998.....   | 41 |
| Figura 16 - | Fase atual da baía de Sepetiba, com seu total fechamento pela Restinga da Marambaia.  |    |
|             | Fonte: PEREIRA, 1998.....   | 42 |
| Figura 17 - | Correlação entre as litofácies encontradas no testemunho D e as fases de evolução da baía de Sepetiba.  |    |
|             | Fonte: PEREIRA, 1998.....   | 43 |

|   |    |
|---|----|
| Figura 18 - Baía de Sepetiba há cerca de 6.800 anos A.P., com linha de costa indicando nível do mar 5 m acima do atual e reconhecimento de um sistema fluvial mais antigo do que o identificado por RONCARATI e BARROCAS, com a mesma idade do cordão de praia de praia (em azul) descritos por estes autores.<br>Fonte: RONCARATI e CARELLI, 2012..... | 44 |
| Figura 19 - Estágio evolutivo da baía de Sepetiba em 4.600 anos A.P., com a construção do segundo cordão arenoso no sistema fluvial mais antigo (em azul). Ainda não há a formação de da restinga.<br>Fonte: RONCARATI e CARELLI, 2012.....   | 45 |
| Figura 20 - Estágio evolutivo da baía de Sepetiba em 3.400 anos A.P. e a formação do terceiro cordão arenoso no sistema fluvial antigo. Nesta época aparece também um sistema fluvial mais recente, descrito por Roncarati e Barrocas (1978) (representado em preto).<br>Fonte: RONCARATI e CARELLI, 2012.....  | 46 |
| Figura 21 - Estágio atual da baía de Sepetiba, com a Restinga da Marambaia completamente formada, a linha de costa atual, os sistemas fluviais formados e o cordão de praia (em azul) indicando a antiga linha de costa.<br>Fonte: RONCARATI e CARELLI, 2012.....   | 46 |
| Figura 22 - Coluna estratigráfica da Bacia de Santos, com destaque para os sedimentos quaternários da Formação Sepetiba<br>Fonte: Modificado de PEREIRA e FEIJÓ, 1994. ....   | 48 |
| Figura 23 - Perfil sísmico indicando as unidades sismoestratigráficas reconhecidas na baía de Sepetiba verde, laranja, roxa e azul, com a respectiva localização no mapa.<br>Fonte: Modificado de FIGUEIREDO et al., 1989 por BORGES, 1998.....   | 49 |
| Figura 24 - Um dos perfis sísmicos realizados por BORGES (1998), mostrando as unidades TOPO (onde está inserido o paleodelta do rio Guandu) e FUNDO, e a descontinuidade que as separa.<br>Fonte: Modificado de BORGES, 1998. ....  | 51 |
| Figura 25 - Mapa de localização de testemunhos coletados na baía de Sepetiba, com destaque para os de BORGES (coletados em 1997), PEREIRA (coletados entre 1995 e 1996) e OLIVEIRA-SILVA (2003).<br>Fonte: Modificado de VILLENA et al. 2012.....   | 52 |
| Figura 26 - Seção estratigráfica de perfil na planície de maré de Guaratiba, baía de Sepetiba<br>Fonte: Modificado de PEREIRA, 1998 por VILLENA et at. 2012.....  | 52 |

|   |    |
|---|----|
| Figura 27 - Esquema descritivo do testemunho Bvc1, mostrando suas unidades estratigráficas e a discordância que as individualiza.<br>Fonte: Modificado de BORGES, 1998 por VILLENA et al., 2012.....  | 53 |
| Figura 28 - Diagrama representando as fácies da Planície de Guaratiba.<br>Fonte: Modificado de BRÖNNINAMM et al., 1981c por PEREIRA, 1998.....  | 54 |
| Figura 29 - Mapa de biofácies da Planície de Maré de Guaratiba.<br>Fonte: Modificado de BRÖNNIMANN et al., 1981c por LAUT, 2003.....  | 55 |
| Figura 30 - Localização do testemunho T1, alinhado lateralmente ao testemunho E, e ponto da amostragem – UTM 641497/7454767, fuso 23k, datum Córrego Alegre.....  | 59 |
| Figura 31 - Componentes do trado russo, que são acondicionados em estojo de madeira (1: tubo amostrador; 2:ponteira; 3: barras de extensão; 4: manivela; 5: chapa de alumínio).....   | 60 |
| Figura 32 -Estágios de testemunhagem. A) Penetração do testemunhador no substrato; B) Seção sedimentar recém-amostrada (com 50 cm).....   | 61 |
| Figura 33 -Visão geral de T1, com a montagem das fotografias das seções amostradas e a indicação dos intervalos entre elas. A ordem de numeração das seções obedeceu à ordem de amostragem pelo trado russo.....  | 62 |
| Figura 34 - Granulômetro a laser modelo MasterSizer2000.....  | 65 |
| Figura 35 - Descrição faciológica do testemunho T1.....   | 71 |
| Figura 36 - Teores de MO, carbonato, COT e S ao longo do testemunho T1.....   | 73 |
| Figura 37 - Índices ecológicos gerados a partir da abundância dos foraminíferos identificados em T1.....  | 79 |
| Figura 38 - Correlação entre análises de grupamento nos Modos Q e R em T1.....  | 81 |
| Figura 39- Análise de grupamento em DCA, mostrando as variáveis ambientais que mais influenciaram a distribuição das espécies em seus intervalos de ocorrência e nas respectivas associações faunísticas (I, II, III e IV) ao longo do testemunho T1....                                    | 82 |
| Figura 40 - A) Quantidade de testas encontradas no testemunho TE; B) Quantidade de testas encontradas no testemunho T1. Notar a grande diferença no número de testas, principalmente nas porções mais superficiais dos testemunhos, que correspondem à fauna de manguezal mais recente..... | 86 |
| Figura 41-Correlação entre as assembleias de foraminíferos do Complexo Costeiro Guaratiba/Sepeitiba e a curva de variação do nível do mar no Estado do Rio de Janeiro.<br>Fonte: LAUT et al., 2009.....   | 89 |

Figura 42 - Características litológicas, fatores abióticos, índices ecológicos e proposição de ciclos de transgressão e regressão para o testemunho T1.....93

## LISTA DE TABELAS

|  |    |
|--|----|
| Tabela 1 - Granulometria e classe textural dos sedimentos de T1.....   | 75 |
| Tabela 2 - Lista de espécies no testemunho T1.....                     | 77 |
| Tabela 3 - Classes de constância das espécies identificadas em T1..... | 79 |

## SUMÁRIO

|       |  |    |
|-------|--|----|
|       | <b>INTRODUÇÃO</b> .....  | 16 |
| 1     | <b>OBJETIVOS</b> .....   | 23 |
| 1.1   | <b> Gerais</b> .....   | 23 |
| 1.2   | <b> Específicos</b> .....  | 23 |
| 2     | <b>FORAMINÍFEROS</b> .....   | 24 |
| 2.1   | <b> Características Gerais</b> .....   | 24 |
| 2.2   | <b> Foraminíferos da planície de maré/manguezal de Guaratiba: um breve histórico</b> .....                                   | 25 |
| 3     | <b>ÁREA DE ESTUDO</b> .....  | 27 |
| 3.1   | <b> Localização e acessos</b> .....  | 27 |
| 3.2   | <b> Geologia regional</b> .....  | 29 |
| 3.3   | <b> Geologia local</b> .....   | 31 |
| 3.3.1 | <u>Arcabouço Tectônico</u> .....   | 33 |
| 3.4   | <b> Evolução da baía de Sepetiba</b> .....   | 36 |
| 3.5   | <b> Geomorfologia</b> .....  | 47 |
| 3.6   | <b> Estratigrafia</b> .....  | 47 |
| 3.6.1 | <u>Unidades Estratigráficas da baía de Sepetiba: relação genética com as oscilações do nível do mar no Quaternário</u> ..... | 49 |
| 3.7   | <b> Planície de Maré de Guaratiba</b> .....  | 54 |
| 3.7.1 | <u>Planície de Maré Superior</u> .....   | 55 |
| 3.7.2 | <u>Planície de Maré Inferior</u> .....   | 56 |
| 3.7.3 | <u>Manguezal de Guaratiba</u> .....  | 57 |
| 3.8   | <b> Clima</b> .....  | 58 |
| 4     | <b>METODOLOGIA</b> .....   | 59 |
| 4.1   | <b> Testemunhagem</b> .....  | 59 |
| 4.2   | <b> Processamento das amostras</b> .....   | 62 |
| 4.2.1 | Matéria Orgânica.....  | 63 |
| 4.2.2 | Carbonato.....   | 63 |
| 4.2.3 | Carbono Orgânico Total (COT) e Enxofre (S).....  | 63 |
| 4.2.4 | Análise granulométrica.....  | 64 |
| 4.3   | <b> Foraminíferos</b> .....  | 65 |
| 4.3.1 | <u>Sistemática</u> .....   | 66 |



|         |  |     |
|---------|--|-----|
| 4.3.2   | <u>Tratamento Estatístico dos Dados</u> .....  | 66  |
| 4.3.2.1 | Análises Univariadas.....  | 66  |
| 4.3.2.2 | Análises Multivariadas.....  | 68  |
| 5       | <b>RESULTADOS</b> .....  | 70  |
| 5.1     | <b>Descrição do testemunho T1</b> .....  | 70  |
| 5.2     | <b>Parâmetros geoquímicos</b> .....  | 72  |
| 5.2.1   | <u>Matéria Orgânica</u> .....  | 72  |
| 5.2.2   | <u>Carbonato</u> .....   | 72  |
| 5.2.3   | <u>Carbono Orgânico Total (COT) e Enxofre (S)</u> .....  | 72  |
| 5.3     | <b>Análise granulométrica</b> .....  | 74  |
| 5.4     | <b>Foraminíferos</b> .....   | 75  |
| 5.4.1   | <u>Padrões gerais de distribuição ao longo do Testemunho 1 (T1)</u> .....  | 76  |
| 5.4.2   | <u>Índices Ecológicos</u> .....  | 79  |
| 5.4.3   | <u>Análises de Agrupamento</u> .....   | 80  |
| 6       | <b>DISCUSSÃO</b> .....   | 84  |
| 6.1     | <b>Dados Abióticos</b> .....   | 84  |
| 6.2     | <b>Dados Bióticos: Foraminíferos de T1</b> .....   | 85  |
| 6.2.1   | <u>Considerações importantes: estado de preservação das testas de foraminíferos</u> .....                            | 85  |
| 6.2.2   | <u>Associações faunísticas do testemunho T1 e suas implicações paleoambientais/paleoecológicos</u> .....             | 87  |
| 7       | <b>CONCLUSÕES</b> .....  | 95  |
|         | <b>REFERÊNCIAS</b> .....   | 99  |
|         | <b>ANEXO A</b> - Tabela com Valores percentuais de matéria orgânica (MO) e carbonato em T1.....                      | 109 |
|         | <b>ANEXO B</b> - Tabela com Valores percentuais de carbono orgânico total (COT) e enxofre (S) em T1.....             | 110 |
|         | <b>ANEXO C</b> - Tabela com os valores percentuais das classes granulométricas identificadas no testemunho.....      | 111 |
|         | <b>ANEXO D</b> - Tabela 1a: Frequência Relativa (Abundância) e demais índices ecológicos para as amostras de T1..... | 112 |
|         | <b>ANEXO E</b> - Tabela 1b: Frequência Relativa (Abundância) e demais índices ecológicos para as amostras de T1..... | 113 |
|         | <b>ANEXO F</b> - SISTEMÁTICA.....  | 114 |

|                        |     |
|------------------------|-----|
| <b>ESTAMPA 1</b> ..... | 122 |
| <b>ESTAMPA 2</b> ..... | 124 |
| <b>ESTAMPA 3</b> ..... | 126 |

## INTRODUÇÃO

O Quaternário, Subperíodo do Neógeno, teve seu início há cerca de 2,6 Ma, (RIO et al., 1998), e é caracterizado por um cenário repleto de modificações climáticas que tiveram como consequência oscilações do nível do mar tanto em escala global quanto local (SUGUIO et al., 2005).

As alterações nos níveis marinhos no Quaternário resultam de variações reais do oceano – eustasia – e de mudanças dos níveis dos terrenos emersos adjacentes – tectônica/isostasia (MARTIN et al., 1986), ou seja, o nível do oceano em determinado local da costa é o produto imediato de complexas interações entre os níveis da superfície do oceano e da terra emersa adjacente (SUGUIO et al., 2005). Esse intrincado de processos pode ser visualizado na Figura 1:

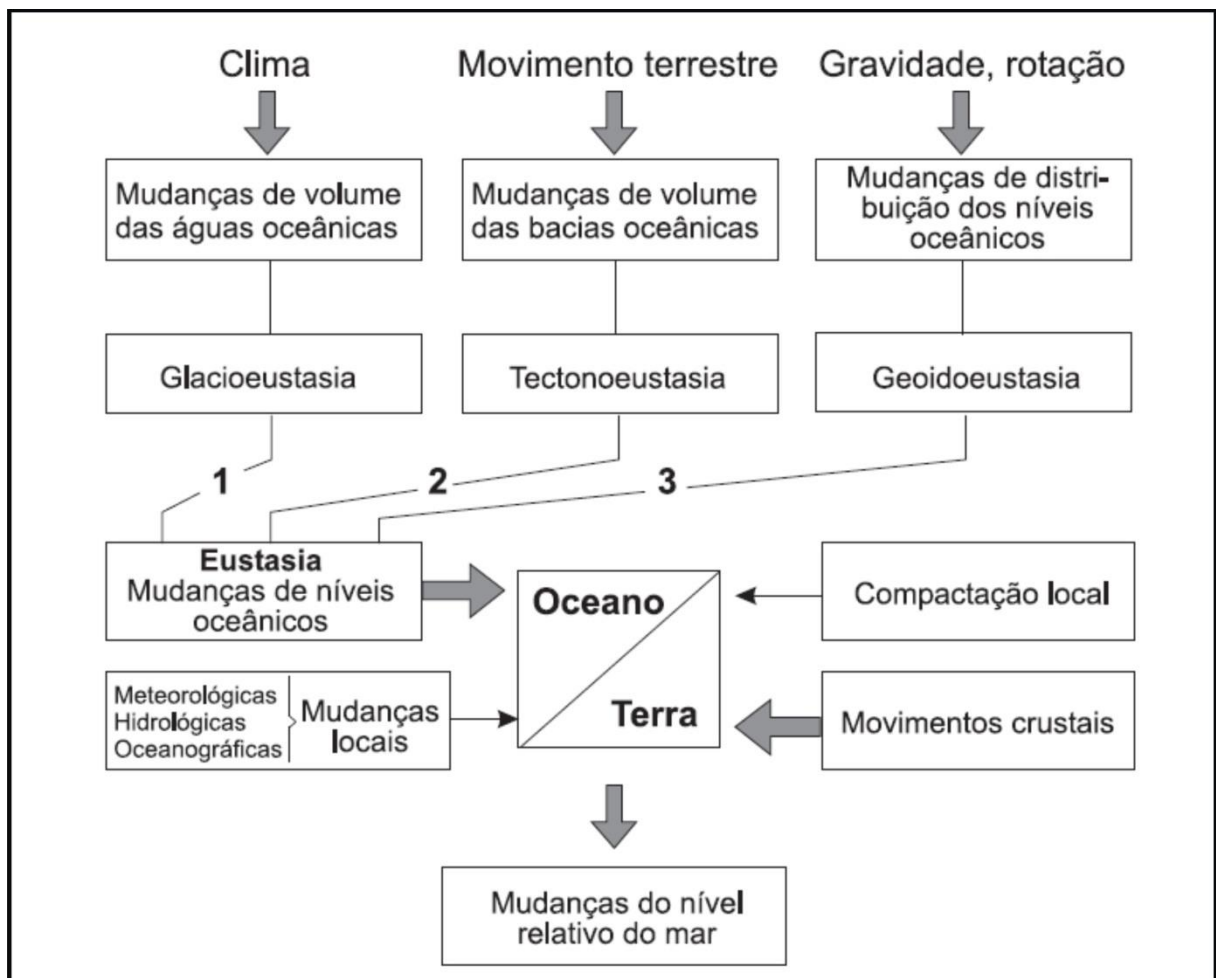


Figura 1 - Principais fatores que influenciam as variações do nível do mar no Quaternário, incluindo os mundiais, regionais e locais.

Fonte: MARTIN et al., 1986 in SUGUIO, 2003.

No Brasil, os estudos sobre as oscilações do nível relativo do mar no Quaternário começaram a ganhar mais destaque a partir da década de 1970, com a implantação do Projeto de Reconhecimento da Margem Continental Brasileira (REMAC) em 1972. Contudo, os trabalhos ainda tinham um enfoque mais geomorfológico, com paleoníveis erroneamente reconhecidos (SUGUIO et al., 2005). O começo da utilização de idades de radiocarbono (DELIBRIAS e LABOREL, 1971; VAN ANDEL e LABOREL, 1964) incrementaram os trabalhos na costa brasileira que objetivavam a investigação de paleoníveis marinhos; principalmente para últimos os 6.000 a 7.000 anos A.P.

Na reconstrução de antigos níveis do mar, é de vital importância que sejam definidos parâmetros que situem as alterações a que foram submetidas as regiões costeiras no tempo e no espaço; são os chamados **indicadores**, que tanto podem evidenciar paleoníveis marinhos abaixo quanto acima do atual. Assim definidos, tais indicadores podem fornecer “a posição relativa de paleonível do mar ou da paleolinha de costa, em um determinado local e em um determinado tempo” (SUGUIO et al. 2005).

Como exemplos de marcadores que caracterizam **paleoníveis abaixo do atual** no Quaternário do Brasil, Suguio et al. (2005) cita:

- **Rupturas de pendentes dos fundos oceânicos:** formadas durante a estabilização do nível do mar ao longo de processos transgressivos. Estes possuem cobertura formada por sedimentos bioclásticos e siliciclásticos mais grossos do que os adjacentes, concentrações de minerais pesados e alinhamento de rochas praias.
- **Escarpas submersas na margem continental sul-brasileira (entre as cidades de Torres e Chuí, no Estado do Rio Grande do Sul):** uma vez que a margem continental sul-brasileira é do tipo tectonicamente estável durante o Quaternário as escarpas com vertentes mais acentuadas no fundo oceânico evidenciarão posições de estabilização de antigos níveis do mar. Assim, autores como Corrêa (1996) e Kowsmann et al. (1977) propuseram que o paleonível de -120 a -130 m representaria o limite de regressão máximo, de idade pleistocênica tardia, e corresponderia ao Último Máximo Glacial que ocorreu há 17.500 A.P.

Ainda segundo Suguio et al.(2005), os indicadores de **paleoníveis do mar acima do atual** são essencialmente de idade holocênica (raramente pleistocênicos), sendo reconhecidos nas planícies costeiras brasileiras e agrupados em três conjuntos:

1) Geológicos

- **Terraços de construção marinha (*wave built terraces*):** diversas gerações de terraços marinhos representando diferentes episódios transgressivos do Quaternário (MARTIN et al., 1987a, 1988b; SUGUIO et al., 1985;).

- **Terraços de abrasão marinha (*wave-cut terraces*):** superfícies de erosão formadas pela ação da energia das ondas sobre rochas do embasamento (sedimentares ou cristalinas).
- **Rochas de praia (*beach rocks*):** compostas de arenito ou conglomerados de paleopraias que possuem variáveis quantidades de biodetritos como conchas de moluscos, algas calcárias e espinhos de ouriço e são em sua maioria cimentados por carbonato de cálcio.

## 2) Antropológicos (Pré-Históricos)

- **Sambaquis:** únicos registros antropológicos de paleoníveis do mar e de paleolinhas de costa, correspondem a acumulações artificiais de conchas de água salobra e de organismos marinhos. São frequentemente encontrados em regiões costeiras, ocorrendo no Brasil desde o Estado do Rio de Janeiro até o Rio Grande do Sul (MARTIN et al., 1984). Sua utilização é discutida por autores como Angulo e Lessa (1997), que questionam as oscilações do nível relativo do mar após o Máximo transgressivo baseadas em datações em materiais de sambaquis. De acordo com estes autores, tal material não seria de fato confiável, uma vez que apenas indicam uma posição-limite de paleolinhas de costa.

## 3) Biológicos

- **Fragmentos biogênicos – partes de animais e de vegetais marinhos, fósseis traços e micro-organismos.** Para serem considerados como indicadores de paleoníveis marinhos e de paleolinhas de costas, esses fragmentos devem pertencer a organismos sésseis e de distribuição vertical bem estabelecida. Como exemplo de indicadores biológicos de antigos níveis do mar, podem ser citadas as tocas de ouriço e as incrustações de vermetídeos (moluscos gastrópodes) situadas acima da zona atual de ocupação desses animais.
- **Paleomanguezais:** formados por sedimentos contendo restos de vegetais de espécies típicas desses ambientes que podem ser associados a zonas intermarés de paleoestuários (SCHAEFFER-NOVELLI et al., 2002).

Não só os paleomanguezais, como também os manguezais recentes são de grande aplicabilidade em estudos ecológicos, de monitoramento ambiental e de reconstrução de antigos níveis marinhos. Tal utilização reside em características peculiares destas regiões como ecossistemas, bem como ambientes de sedimentação.

Manguezais são ecossistemas estuarinos, ou seja, representam a transição entre os ambientes terrestre e marinho, tendo sua formação relacionada com as flutuações do nível do mar no Quaternário (SOUZA-JÚNIOR et al., 2007). Desenvolvem-se mais expressivamente

em regiões tropicais e subtropicais, na zona entremarés, tendo uma extensão latitudinal ao longo dos sistemas costeiros, entre 32°N e 39°S (SCHAEFFER-NOVELLI, 1995).

Diversos fatores determinam a ocorrência dos manguezais ao longo das regiões costeiras tropicais do mundo, tais como temperatura média, amplitude térmica, substrato, proteção frente à energia marinha, presença de água salgada e amplitude de marés (WALSH, 1974). Por sua vez, as características dos mesmos, em termos estruturais e funcionais podem ser extremamente variáveis, já que cada manguezal possui seus próprios processos, reunidos sob a designação de “assinatura energética” (CINTRON et al., 1985; CINTRON e SCHAEFFER-NOVELLI, 1983, 1985; LUGO et al., 1990; LUGO e SNEDAKER, 1974; SCHAEFFER-NOVELLI et al., 1990; TWILLEY, 1995). Dentro deste conceito, podem ser citados fatores como produção primária, respiração, ciclagem de nutrientes e troca de matéria orgânica com ecossistemas adjacentes, além do desenvolvimento estrutural, controlados por forças subsidiárias como energia solar, aporte de água doce e de nutrientes, e energia das marés, que, combinadas em diversas intensidades, vão controlar os citados atributos de cada manguezal (SOARES et al., 2008). Deste modo, a própria variabilidade da “assinatura energética” pode explicar a alta variabilidade nas florestas de mangue do litoral brasileiro, que estão submetidas a diferentes condições climáticas (temperatura, precipitação e evapotranspiração), oceanográficas (principalmente regime de marés) e geomorfológicas, conforme descrito por Schaeffer-Novelli et al. (1985).

No Brasil, os manguezais estão distribuídos do Amapá, nas proximidades do Parque Nacional do Cabo Orange, até o município de Laguna em Santa Catarina. Há uma maior concentração na região central do estado do Maranhão onde cobrem aproximadamente 13.400 km, o que representa cerca de 80% da região costeira brasileira e a maior porção contínua de manguezais do mundo (Figura 2) (IBAMA, 2011).



Figura 2 - Mapas de distribuição de manguezais no globo e no Brasil  
Fontes: INFO ESCOLA e GOOGLE MAPS.

A vegetação das florestas de mangue é basicamente constituída por plantas angiospermas halófitas (com afinidade por substrato com altas taxas de salinidade) lenhosas e perenifólias (folhas que se mantêm por todo o ano, perenes) que se estendem pelos trópicos formando imensos bosques de quilômetros de extensão e de altura às vezes considerável.

Localizam-se nas margens dos oceanos, nos complicados sistemas de canais que se formam nos estuários, crescendo facilmente sobre as costas planas nos terrenos de aluvião da desembocadura dos rios, submetidos aos efeitos das águas mistas do mar e dos rios, ou em margens tranquilas das lagoas (LAUT, 2003).

O sistema de raízes e caules típico de vegetação de manguezal possui estreita relação com a manutenção de todo o ecossistema, uma vez que capta detritos flutuantes e reduz o fluxo das marés, levando à sedimentação de partículas finas e ricas em matéria orgânica, além de fixar solos instáveis e combater a erosão e assoreamento de estuários, baías e lagoas.

Em função da rápida resposta de suas espécies vegetais a qualquer alteração no ambiente, os manguezais aparentam ser importantes indicadores biológicos para as modificações de linha de costa. Além disso, manguezais são ecossistemas que respondem mais acentuadamente aos processos geomorfológicos, sedimentares e oceanográficos que controlam a evolução da paisagem. Desta forma, tanto o crescimento desordenado das áreas urbanas e das atividades ali realizadas, como as alterações ambientais e climáticas afetam o desenvolvimento dessas florestas (ALMEIDA et al., 2008).

Segundo SOARES et al. (2009), a resposta das florestas de mangue às oscilações do nível do mar dependerão de fatores como: taxas de oscilação do nível do mar e do acúmulo de sedimentos, e fisiografia da área, que deve ser favorável à migração do manguezal.

No Manguezal de Guaratiba, área do presente estudo, já foram realizados diversos estudos sobre as variações do nível do mar no Holoceno. Suguio et al. (2005) estabeleceram para a região sudeste da costa brasileira uma elevação do nível marinho que chegou ao seu máximo há cerca de 5.100 anos A.P., quando teria se iniciado uma notável regressão e a construção da grande maioria das planícies costeiras do Brasil. Pereira (1998), através da análise de testemunhos coletados na região corroborou esta proposta. Neste trabalho, foram identificados dois grandes ciclos: um transgressivo que teria se iniciado há 5.100 anos A.P, com um aumento do nível do mar 4,8 m acima do atual e outro regressivo, iniciado há cerca de 4.900 anos A.P., que abrigou outros pequenos eventos transgressivos, e que se estende até os dias atuais.

Além de parâmetros sedimentológicos e cronológicos, indicadores biológicos também têm sido utilizados na investigação da resposta do manguezal de Guaratiba às oscilações do nível do mar no Quaternário, como pólen e foraminíferos bentônicos.

De acordo com Barth et al. (2009), três períodos de baixa concentração em palinomorfos corresponderam a três períodos de rebaixamento do nível do mar por volta de 4.200, 2.200 e de 700 a 200 anos A.P.



Os estudos baseados em foraminíferos têm ganhado bastante destaque em investigações sobre alterações do nível do mar no manguezal de Guaratiba, sobretudo os de cunho paleoecológico e que utilizam ferramentas estatísticas para fins de biozoneamento; na seção “Foraminíferos”, em seguida, será exposto um breve histórico sobre o assunto.

Assim, trabalhos baseados no estudo das assembleias de foraminíferos e de suas associações faunísticas incrementam a investigação de eventos ocorridos no Quaternário, período de tantas mudanças climáticas responsáveis pela formação e pela modelagem da costa brasileira.