



**Universidade do Estado do Rio de Janeiro**

Centro de Tecnologia e Ciências

Faculdade de Geologia

Anita Fernandes Souza Pinto

**Evolução paleoambiental holocênica da Baía de Sepetiba, RJ**

Rio de Janeiro

2017

Anita Fernandes Souza Pinto

## **Evolução paleoambiental holocênica da Baía de Sepetiba, RJ**

Tese apresentada, como requisito parcial para obtenção do título de Doutor, 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> Dr.<sup>a</sup> Maria Virginia Alves Martins

Coorientadora: Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Maria Antonieta da Conceição Rodrigues

Rio de Janeiro

2017

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

P659 Pinto, Anita Fernandes Souza.  
Evolução paleoambiental holocênica da Baía de Sepetiba,  
RJ / Anita Fernandes Souza Pinto. – 2017.  
220 f. : il.

Orientador: Maria Virginia Alves Martins  
Coorientador: Maria Antonieta da Conceição Rodrigues  
Tese (Doutorado) - Universidade do Estado do Rio de  
Janeiro, Faculdade de Geologia.

1. Geologia estrutural – Rio de Janeiro (RJ) – Teses. 2.  
Sedimentação e depósitos – Sepetiba, Baía de (RJ) – Teses. 3.  
Foraminífero – Sepetiba, Baía de (RJ) – Teses. 4.  
Paleoecologia – Sepetiba, Baía de (RJ) – Teses. 5. Geologia  
estratigráfica – Holoceno – Rio de Janeiro (RJ) – Teses. I.  
Martins, Maria Virginia Alves. II. Rodrigues, Maria Antonieta  
da Conceição. III. Universidade do Estado do Rio de Janeiro.  
Faculdade de Geologia. IV. Título.

CDU 551.794:550.3(815.3)

Bibliotecária responsável: Fernanda Lobo / CRB-7: 5265

Autorizo, apenas para fins acadêmicos e científicos, a reprodução total ou parcial desta dissertação, desde que citada a fonte.

---

Assinatura

---

Data

Anita Fernandes Souza Pinto

## **Evolução paleoambiental holocênica da Baía de Sepetiba, RJ**

Tese apresentada, como requisito parcial para obtenção do título de Doutor, 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 21 de fevereiro de 2017.

Banca Examinadora:

---

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Maria Virginia Alves Martins (Orientadora)  
Faculdade de Geologia – UERJ

---

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Maria Antonieta da Conceição Rodrigues (Coorientadora)  
Faculdade de Geologia – UERJ

---

Prof. Dr. Sergio Bergamashi  
Faculdade de Geologia – UERJ

---

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Iara Martins Matos Moura Clemente  
Faculdade de Geologia – UERJ

---

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Soraya Carelli  
Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro – UFRRJ

---

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Altair de Jesus Machado  
Universidade Federal da Bahia – UFBA

Rio de Janeiro

2017

## **DEDICATÓRIA**

Dedico esta tese aos amigos que, com força e dedicação, não esmorecem neste caminho árduo e ao mesmo tempo fascinante da Ciência.

## AGRADECIMENTOS

À minha orientadora, Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Maria Virginia Alves Martins, pelo apoio, dedicação e paciência em ensinar, sempre com palavras de incentivo tão importante nesta caminhada. E por me mostrar, a cada dia, como um professor pode fazer diferença no crescimento de seus alunos.

À minha coorientadora Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Maria Antonieta da Conceição Rodrigues pelo incentivo e contribuições inestimáveis.

Aos professores do Departamento de Estratigrafia e Paleontologia da Faculdade de Geologia (DEPA-UERJ), Prof.Dr.Egberto Pereira e Prof.Dr Sergio Bergamaschi, sempre prontos a tirar dúvidas, conversar e me esclarecer em diversos assuntos.

À Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Iara Martins Matos Moreira Clemente, pelas contribuições ao longo do desenvolvimento da tese e pela ajuda no campo de coleta de um dos testemunhos alguns dos testemunhos analisados.

Aos técnicos do Laboratório de Estratigrafia Química e Geoquímica Orgânica da Faculdade de Geologia da UERJ Marcos Gonçalves, pelas análises de carbono orgânico total (COT); Nelson José Marques, pelas análises isotópicas; e Carmen Lucia Alferes e Danielle Cavalcante, pelo apoio em utilizar o laboratório.

Ao Prof. Dr. Leonardo Borghi e ao Prof. Thiago Carelli, do Laboratório de Geologia Sedimentar da UFRJ (Lagesed- UFRJ) pela valiosa colaboração na aquisição do testemunho SPT-Furnas.

Ao Prof. Dr Fernando Rocha e à Dr<sup>a</sup>. Denise Terroso, do Departamento de Geociências, da Universidade de Aveiro (Portugal), pelas análises mineralógicas por DRX.

Ao doutorando João Carlos Nunes da Silva, pelas fotos de sedimentos feitas com todo o cuidado.

Ao doutorando Leandro Nogueira pela ajuda na abertura de um dos testemunhos estudados.

À estagiária Maria Clara Machado, pela ajuda na análise granulométrica de um dos testemunhos.

Aos amigos e colegas da pós-graduação, com os quais dividi as alegrias, as angústias e as dúvidas nesta jornada.

Ao magistério e a todos os meus alunos, que desde sempre me fizeram querer estudar cada vez mais, procurando melhorar como professora e crescer com estudante e pesquisadora.

À minha grande amiga e irmã Juliana Fernandes e à minha mãe Maria da Gloria Souza pelo amor, carinho e por sempre terem acreditado em mim.

Ao meu companheiro de vida, Maurício Bulhões Simon, pela contribuição com revisão de textos, confecção de mapas e figuras, e acima de tudo, pela paciência, carinho, e por me fazer acreditar e insistir.

À CAPES, pela concessão da bolsa de doutorado.

A ciência é apenas senso comum treinado e organizado.

*Thomas Huxley*

## RESUMO

PINTO, Anita Fernandes Souza. *Evolução paleoambiental holocênica da Baía de Sepetiba, RJ*. 2017. 220 f. Tese (Doutorado em Geologia) – Faculdade de Geologia, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2017.

A Baía de Sepetiba está localizada na região sudeste do Estado do Rio de Janeiro, e assim como outros sistemas costeiros tem sua evolução fortemente relacionada às variações do nível relativo do mar do Quaternário, principalmente no Holoceno (11.000 anos cal. AP - presente). O presente trabalho tem como objetivo principal identificar na região a transição de um ambiente de sedimentação continental, relacionado à expansão das geleiras na Última Glaciação, para um ambiente marinho, que começou a se desenvolver desde o degelo que sucedeu o Último Máximo Glacial, e vem se mantendo desde que o mar atingiu seu nível máximo há  $\approx 7.000$  anos AP. Para tal, foram analisados dados sedimentológicos, como granulometria, geoquímicos (COT, enxofre total e carbonatos), mineralógicos (fração fina) e faunísticos – as associações de foraminíferos bentônicos. Os dados foram obtidos em três testemunhos: SPT-Furnas (50,00 m de extensão, próximo ao Canal de São Francisco), T4 (286 cm de extensão, na zona interna da Baía de Sepetiba) e T1 (480 cm de extensão, no Manguezal de Guaratiba), e foram tratados estatisticamente por análises multivariadas. Nove datações por  $^{14}C$  foram realizadas, para posicionar cronologicamente os eventos descritos. Os resultados mostram que no testemunho SPT-Furnas foi identificada uma descontinuidade sedimentológica com  $\approx 7.000$  anos cal. AP, e que separa dois pacotes sedimentares: um inferior, composto por areias fluviais, depositadas sob condições de alta energia, e um pacote superior de sedimentos silto-lamosos, depositados em ambientes de mar mais alto e sedimentação mais calma, e intercalada por períodos de maior hidrodinamismo. A partir de  $\approx 5.000$  anos cal. AP foi possível identificar episódios de maior influência marinha, através de uma fauna de foraminíferos típicos de fundo de baía, tais como *Ammonia tepida*, *A.parkinsoniana*, *Croboelphidium excavatum*, *Pararotalia cananeaensis*, *Elphidium* spp e *Buliminella elegantissima*. Estes episódios ocorreram entre:  $\approx 5.000$ -4.000 anos cal. AP,  $\approx 3.000$ -2.100 anos cal. AP e  $\approx 2000$ -500 anos cal. AP. Foram também identificados episódios de menor influência marinha:  $\approx 4.000$ -3.000 anos cal. AP e  $\approx 2.000$ -1.500 anos cal AP, estando o último evento referido possivelmente associado a uma ruptura da Restinga da Marambaia. O crescente confinamento foi observado nos três testemunhos e pode ter sido responsável pela ausência da fauna de foraminíferos na zona interna da Baía de Sepetiba nos últimos  $\approx 500$  anos cal. AP e pela instalação do Manguezal de Guaratiba nos últimos  $\approx 300$  anos cal. AP, evidenciado por uma fauna exclusivamente aglutinante associada a elevados teores de COT e carbonato. A integração dos dados obtidos nos três testemunhos permitiu identificar uma sequência de eventos para os últimos  $\approx 7.000$  anos cal. AP na Baía de Sepetiba: (i) um período de transição entre um ambiente de sedimentação continental e um ambiente marinho ( $\approx 7.000$  – 6000 anos cal. AP); (ii) o início da influência oceânica a partir de  $\approx 5.000$  anos cal. AP, com um crescente grau de confinamento a partir de 3.000 anos cal. AP (após o fechamento da Restinga da Marambaia) e períodos de maior hidrodinamismo; e (iii) o estabelecimento do Manguezal de Guaratiba, relacionado a um grau de alto confinamento do sistema costeiro.

Palavras-chave: Transgressão. Holoceno. Baía de Sepetiba. Foraminíferos.

## ABSTRACT

PINTO, Anita Fernandes Souza. *Holocene paleoenvironmental evolution of Sepetiba Bay, RJ*. 2017. 220 f. Tese (Doutorado em Geologia) – Faculdade de Geologia, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2017.

The Sepetiba Bay is placed in the southeastern region of Rio de Janeiro State and its evolution is strongly related to the Quaternary sea level variations, especially during the Holocene (11,000 years cal. AP – present), similarly as occurred in other coastal systems. The present work aims to identify in the region the transition from a continental environment, related to the glaciers expansion, to a marine environment, which started after the sea level reached its maximum at  $\approx 7,000$  years AP. For this propose, sedimentological, including granulometry, geochemical (TOC, total sulfur and carbonate), mineralogical (fine fraction) and faunistical (benthic foraminifera) data were acquired. These data were obtained in three cores, named: SPT-Furnas (50.00 m of extension, next to the São Francisco Channel), T4 (286 cm of extension, in the inner zone of Sepetiba Bay) and T1 (480 cm of extension, in the Guaratiba Mangrove), all of them statistically treated by multivariate analysis. Nine  $^{14}\text{C}$  dating were performed for geochronological placing of the described events. The results reveal a sedimentological discontinuity of  $\approx 7,000$  years cal. AP in the SPT-Furnas core which separates two distinct sedimentary packages: the bottom is composed by fluvial sands deposited under high energy conditions, and the top consists of muddy silt sediments deposited under calm and high sea-level, intercalated by periods of higher hydrodynamism. Since  $\approx 5,000$  years cal. AP, periods of greater marine influence were evidenced by typical bottom bay-related foraminiferal fauna such as *Ammonia tepida*, *Ammonia parkinsoniana*, *Croboelphidium excavatum*, *Pararotalia cananeaensis*, *Elphidium* spp and *Buliminella elegantissima*. These episodes occurred between  $\approx 5,000$ -4,000 years cal. AP,  $\approx 3,000$ -2,100 years cal. AP e  $\approx 2,000$ -500 years cal. AP. There were episodes of lower marine influence:  $\approx 4,000$ -3,000 years cal. AP and  $\approx 2,000$ -1,500 years cal AP, the last one related to the Marambaia Restinga rupture. The growing confinement was observed in the three cores and may have been responsible for: (i) the absence of foraminiferal fauna in the inner zone of the Sepetiba Bay in the last  $\approx 500$  years cal. AP, and (ii) the emplacement of the Guaratiba Mangrove in the last  $\approx 300$  years cal. AP, evidenced by a exclusively agglutinant fauna associated with high TOC and carbonate values. The integration of the data obtained in the three cores allowed to identify a sequence of events for the last  $\approx 7,000$  years cal. AP in the Sepetiba Bay: (i) a period of transition between continental and marine environment ( $\approx 7,000$  – 6,000 years cal. AP); (ii) the beginning of oceanic influence since  $\approx 5,000$  years cal. AP, with a growing degree of confinement since 3,000 years cal. AP (after the closure of the Marambaia Sand Ridge) and greater hydrodynamism; and (iii) the establishment of the Guaratiba Mangrove, related to a higher degree of confinement of the coastal system.

Keywords: Transgression. Holocene. Sepetiba Bay. Foraminifera

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 –	Morfologia de foraminíferos planctônicos.....	28
Figura 2 –	Formas de foraminíferos recentes associadas a diferentes regiões dos ambientes costeiro e oceânico.....	29
Figura 3 –	Exemplos de foraminíferos planctônicos.....	30
Figura 4 –	Alguns exemplos de foraminíferos bentônicos calcários e aglutinantes.....	31
Figura 5 –	Representação esquemática do modelo TROX.....	32
Figura 6 –	Formas de nanofósseis calcários. ....	35
Figura 7 –	Algumas formas de ostracodes.....	37
Figura 8 –	Ciclo dos isótopos do carbono e os principais fatores que afetam a razão isotópica $\delta^{13}\text{C}$ .....	40
Figura 9 –	Ciclo dos isótopos de oxigênio mostrando os efeitos da temperatura na composição isotópica dos oceanos.....	42
Figura 10 –	Valores de $\delta^{18}\text{O}$ em uma escala na qual os mesmos tenham uma média de valor igual a 0 e um desvio padrão de 1.....	43
Figura 11 –	Mapa da plataforma continental sul, entre Torres e Chuí, mostrando o contorno de antigas linhas de praia durante as fases de estabilização do nível do mar entre 17.500 anos AP (UMG) e 6.500 anos AP.....	47
Figura 12 –	Curva de variações do nível relativo do mar desde cerca de 30.000 AP até hoje, segundo dados obtidos na plataforma continental e na planície costeira do Rio Grande do Sul.....	48
Figura 13 –	Associação da variação relativa do nível do mar à diversidade (exemplo hipotético).....	51
Figura 14 –	Sistemas de ilhas barreira- lagunas registrados na planície costeira do Rio Grande do Sul, evidenciando fases de ascensão do nível relativo do mar acima do atual no Quaternário e suas associações com estádios interglaciais do Hemisfério Norte.....	55
Figura 15 –	Curva de variação do nível relativo do mar na região de Salvador (BA) para os últimos 7.000 anos AP (idade não calibrada) .....	55
Figura 16 –	Curvas de variações dos níveis relativos do mar nos últimos 7.000 anos ao longo de vários trechos do litoral brasileiro.....	57

Figura 17 – Curva de variação do nível do mar baseada em vermetídeos para a costa brasileira.....	58
Figura 18 – Curva de nível eustático do mar, faixa com estimativa do nível do mar e reconstruções do nível do mar a partir de vermetídeos e cracas para a costa do Rio de Janeiro.....	59
Figura 19 – Localização da Baía de Sepetiba e seus limites.....	61
Figura 20 – Mapa tectônico da região Sudeste do Brasil.....	62
Figura 21 – Imagem de satélite Landsat com a interpretação estrutural do Gráben da Guanabara.....	63
Figura 22 – Mapa geológico regional mostrando as principais feições geológicas que ocorrem na área da bacia hidrográfica da Baía de Sepetiba.....	65
Figura 23 – Mapa de distribuição textural dos sedimentos superficiais da Baía de Sepetiba.....	66
Figura 24 – Mapeamento do uso da terra na bacia da Baía de Sepetiba.....	69
Figura 25 – Imagem de satélite do Complexo Costeiro Guandu-Sepetiba, mostrando seus principais componentes geomórficos.....	70
Figura 26 – Modelo evolutivo para a Baía de Sepetiba e Restinga da Marambaia segundo Lamego (1945).....	72
Figura 27 – Estágio 6 da evolução da planície costeira do estado da Bahia no máximo da Última Transgressão, ocorrido há cerca de 5.100 anos AP.....	74
Figura 28 – Modelo esquemático da evolução da Baía de Sepetiba e da Restinga da Marambaia .....	75
Figura 29 – Fases de evolução da Baía de Sepetiba segundo Roncarati e Carelli (2012).....	78
Figura 30 – Divisão da Baía de Sepetiba, baseada em índices diversidade $\alpha$ de Fisher em associações de foraminíferos bentônicos.....	81
Figura 31 – Divisão do Manguezal de Guaratiba segundo Zaninetti et al. (1976, 1977), baseada no índice de diversidade $\alpha$ de Fisher em associações de foraminíferos bentônicos.....	83
Figura 32 – Malha amostral no Manguezal de Guaratiba (Brönniman et al. 1981b), no domínio das fácies Mangue, Caranguejo e Alga definidas por Roncarati (1978).....	83
Figura 33 – Testemunhos TE, BS02 e BS03 na Baía de Sepetiba.....	86

Figura 34 –	Localização dos testemunhos T1, SPT-Furnas e T4 na área de estudo.....	87
Figura 35 –	Coleta do testemunho T1 no Manguezal de Guaratiba.....	88
Figura 36 –	Coleta do testemunho SPT-Furnas, próximo ao canal do rio São Francisco.....	89
Figura 37 –	Coleta do testemunho T4 na Baía de Sepetiba.....	90
Figura 38 –	Abertura do testemunho T4, com serra manual, no Laboratório de Oceanografia Geológica/Faculdade de Oceanografia UERJ.....	92
Figura 39 –	Etapas de processamento das amostras dos testemunhos T1, SPT-Furnas e T4.....	92
Figura 40 –	Equipamentos utilizados na análise granulométrica.....	94
Figura 41 –	Exemplo de arquivo pdf. gerado no programa Gradistat com os dados estatísticos de granulometria de uma amostra do testemunho T1.....	95
Figura 42 –	Exemplo de um difratograma de amostra do testemunho SPT-Furnas (8,80 m).....	100
Figura 43 –	Difratômetro de Raios X, modelo Philips X' Pert, na Universidade de Aveiro (Portugal).....	100
Figura 44 –	Modelo de idades para o testemunho T1, obtido por interpolação linear dos dados de radiocarbono ao longo do testemunho.....	104
Figura 45 –	Descrição textural do testemunho T1.....	105
Figura 46 –	Plotagem dos valores de Tamanho Médio dos Grãos (TMG; $\mu\text{m}$ ), frações de areia média + grossa (%) e fração fina (%), seleção ( $\sigma$ ), assimetria ( $\phi$ ) e curtose (K) dos sedimentos em função da profundidade do testemunho T1.....	106
Figura 47 –	Plotagem dos valores do tamanho médio dos grãos (TMG; $\mu\text{m}$ ), COT (%), $\text{CaCO}_3$ (%) e S (%) e parâmetros bióticos – densidade de foraminíferos (testas/10 $\text{cm}^3$ ) e riqueza específica ( $n^\circ$ de espécies/amostra).....	108
Figura 48 –	Valores isotópicos de $\delta^{13}\text{C}$ e $\delta^{18}\text{O}$ , densidade de foraminíferos (número de testas/10 ml de sedimento) e riqueza específica (número de espécies por amostra) na seção 340-185 cm do testemunho T1.....	109
Figura 49 –	Valores de abundância absoluta ( $n^\circ/10$ ml) dos principais <i>taxa</i> e grupos de espécies de foraminíferos bentônicos do testemunho T1.....	112
Figura 50 –	Resultados da Análise de Componentes Principais (PCA) baseados nas	

	variáveis mais significativas (abundância das espécies e parâmetros abióticos).....	115
Figura 51 –	Gráficos dos <i>scores</i> dos Fatores 1 e 2 ao longo do testemunho T1 – comparação com a densidade dos foraminíferos (nº/10 ml), abundância de espécies aglutinantes (nº/10 ml) e os valores da razão C/S.....	116
Figura 52 –	Modelo de idade para o testemunho SPT-Furnas, obtido por interpolação linear dos dados de radiocarbono ao longo do testemunho.....	124
Figura 53 –	Descrição macroscópica do testemunho SPT-Furnas. Está representada uma escala temporal estimada, com base no modelo de idade estabelecido para os primeiros 21 m do testemunho.....	126
Figura 54 –	Fotografias obtidas em lupa binocular de areias (fração sedimentar >63 µm) selecionadas da seção 43,80-21,15 m do SPT-Furnas (aumento de 8 X).....	127
Figura 55 –	Plotagem dos valores de Tamanho Médio dos Grãos (TMG; µm), frações de areia grossa + média (%) e fração fina (<63 µm; %), seleção (σ) e assimetria (φ) dos sedimentos em função da profundidade do testemunho SPT-Furnas.....	129
Figura 56 –	Plotagem dos valores do tamanho médio dos grãos (TMG; µm), COT (%), carbonatos (%), S (%) razão C/S, e densidade de foraminíferos (nº/10 ml) do testemunho SPT-Furnas.....	131
Figura 57 –	Plotagem dos valores (%) dos principais minerais identificados na fração fina, e porcentagem da fração de sedimentos finos ao longo do testemunho SPT-Furnas.....	133
Figura 58 –	Valores de densidade (espécimes/10 ml) e de abundância absoluta (nº/10 ml) dos principais <i>taxa</i> de foraminíferos bentônicos do testemunho SPT-Furnas.....	136
Figura 59 –	Valores de densidade (nº/10 ml) das espécies mais abundantes do testemunho SPT-Furnas, mostrando a variação das assembleias ao longo da coluna sedimentar.....	137
Figura 60 –	Resultados da Análise Cluster (CA) e Análise dos Componentes Principais (PCA) baseados nas variáveis mais significativas (abundância das espécies e parâmetros abióticos) dos níveis analisados no testemunho	

	SPT-Furnas.....	139
Figura 61 –	Varição em profundidade das atividades do $^{210}\text{Pb}$ (A), e do $^{137}\text{Cs}$ (B) ao longo do testemunho T4 (45-0 cm).....	147
Figura 62 –	Descrição macroscópica do testemunho T4. Está representada uma escala temporal estimada, a partir dos níveis datados.....	148
Figura 63 –	Plotagem em profundidade da porcentagem de areias (%), COT (%), enxofre (S; %), razão COT/S (C/S), carbonatos ( $\text{CaCO}_3$ ; %) e densidade de foraminíferos ( $\text{n}^\circ/10$ ml) e riqueza específica ( $\text{n}^\circ$ de espécies/10 ml) do testemunho T4.....	150
Figura 64 –	Plotagem em profundidade da densidade de foraminíferos ( $\text{n}^\circ/10$ ml), riqueza específica ( $\text{n}^\circ$ de espécies/10 ml) e espécies mais abundantes de foraminíferos do testemunho T4.....	153
Figura 65 –	Resultados da Análise Cluster (CA) baseados nas variáveis mais significativas (abundância das espécies e parâmetros abióticos).....	154

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 –	Dados de localização, comprimento, número e espessuras das amostras dos testemunhos T1, SPT-Furnas e T4.....	103
Tabela 2 –	Idades de radiocarbono medidas, convencionais, e calculadas calibradas Antes do Presente (cal AP) e calibradas <i>Ano Domine</i> (AD), valores de $\delta^{13}\text{C}$ e média das taxas de sedimentação estimadas para os intervalos analisados.....	104
Tabela 3 –	Valores de $A_{\text{tepida}}\delta^{18}\text{O}$ (‰) e $A_{\text{tepida}}\delta^{13}\text{C}$ (‰) na seção 340-185 cm do testemunho T1.....	108
Tabela 4 –	Lista de espécies identificadas no testemunho T1.....	110
Tabela 5 –	Correlações associadas pelos aos Fatores 1 e 2, que explicam juntos 58% da variabilidade dos dados, em análise de PCA.....	112
Tabela 6 –	Correlações associadas aos Fatores 1 e 2, que explicam juntos 51% da variabilidade dos dados, incluindo isótopos ( $\delta^{18}\text{O}$ e $\delta^{13}\text{C}$ ), em análise de PCA.....	113
Tabela 7 –	Idades de radiocarbono medidas, convencionais, e calculadas calibradas Antes do Presente (cal AP) e calibradas <i>Ano Domine</i> (AD), valores de $\delta^{13}\text{C}$ , e média das taxas de sedimentação estimadas para os intervalos analisados.....	124
Tabela 8 –	Lista de espécies identificadas no testemunho SPT-Furnas.....	135
Tabela 9 –	Valores da atividade de $^{210}\text{Pb}_{\text{total}}$ e $^{137}\text{Cs}$ ( $\text{Bq kg}^{-1}$ ) no testemunho T4 (45-0 cm).....	146
Tabela 10 –	Datações relativas baseadas nas atividades de $^{210}\text{Pb}$ .....	146
Tabela 11 –	Lista de espécies identificadas no testemunho T4.....	151

## SUMÁRIO

	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	20
	<b>HIPÓTESE</b> .....	24
1	<b>OBJETIVOS</b> .....	26
1.1	<b>Geral</b> .....	26
1.2	<b>Específicos</b> .....	26
2	<b>INDICADORES PALEOCLIMÁTICOS E PALEOCOLÓGICOS DO QUATERNÁRIO</b> .....	27
2.1	<b>Foraminíferos</b> .....	27
2.1.1	<u>Foraminíferos planctônicos</u> .....	29
2.1.2	<u>Foraminíferos bentônicos</u> .....	30
2.1.3	<u>Estudo de foraminíferos no Quaternário Brasileiro</u> .....	33
2.2	<b>Nanofósseis calcários</b> .....	34
2.2.1	<u>Estudo de nanofósseis calcários no Quaternário Brasileiro</u> .....	35
2.3	<b>Ostracodes</b> .....	36
2.3.1	<u>Estudo de ostracodes no Quaternário Brasileiro</u> .....	36
2.4	<b>Isótopos de carbono e oxigênio</b> .....	38
2.4.1	<u>Generalidades</u> .....	38
2.4.2	<u>Carbono</u> .....	39
2.4.3	<u>Oxigênio</u> .....	40
2.4.4	<u>Cálculo da paleotempertura</u> .....	43
3	<b>QUATERNÁRIO BRASILEIRO</b> .....	45
3.1	<b>Caracterização e breve histórico</b> .....	45
3.2	<b>As oscilações do nível relativo do mar no Quaternário do Brasil</b> .....	45
3.2.1	<u>Indicadores de nível do mar abaixo do atual</u> .....	46
3.2.2	<u>Indicadores de nível do mar acima do atual</u> .....	49
3.2.2.1	<i>Geológicos/Sedimentares</i> .....	49
3.2.2.2	<i>Biológicos</i> .....	50
3.2.2.3	<i>Arqueológicos – as limitações do uso dos sambaquis na reconstrução de antigos paleoníveis do Quaternário</i> .....	52
3.2.3	<u>Transgressões, variações do nível do mar e conformação da costa brasileira</u> .....	53

3.2.3.1	<i>Transgressão Antiga</i> .....	53
3.2.3.2	<i>Penúltima Transgressão</i> .....	54
3.2.3.3	<i>Última Transgressão /Transgressão Flandriana</i> .....	55
3.2.4	<u>Controvérsias: das curvas até as oscilações em escala local</u> .....	56
4	<b>ÁREA DE ESTUDO: BAÍA DE SEPETIBA</b> .....	61
4.1	<b>Característica gerais</b> .....	61
4.2	<b>Arcabouço geotectônico</b> .....	62
4.3	<b>Geologia local</b> .....	64
4.4	<b>Contexto de sedimentação quaternária</b> .....	66
4.5	<b>Geomorfologia</b> .....	67
4.6	<b>Clima</b> .....	68
4.7	<b>Cobertura vegetal</b> .....	69
4.8	<b>Complexo Costeiro Guandu-Sepetiba</b> .....	70
5	<b>HISTÓRICO DA EVOLUÇÃO HOLOCÊNICA DA BAÍA DE SEPETIBA</b>	72
5.1	<b>Trabalho pioneiro de reconstituição paleoambiental</b> .....	72
5.2	<b>Fases de exposição e abandono da restinga, e assoreamento e erosão simultâneos na Baía de Sepetiba</b> .....	73
5.3	<b>Evidências de paleopraias e cordões arenosos na planície de Itaguaí</b> .....	75
6	<b>FORAMINÍFEROS: INDICADORES PALEOECOLÓGICOS E PALEOAMBIENTAIS DO COMPLEXO COSTEIRO GUARATIBA-SEPETIBA</b> .....	79
6.1	<b>Baía de Sepetiba</b> .....	79
6.2	<b>Planície de maré/Manguezal de Guaratiba</b> .....	82
6.3	<b>Foraminíferos bentônicos como indicadores de variações do nível do mar na Baía de Sepetiba</b> .....	84
7	<b>METODOLOGIA</b> .....	87
7.1	<b>Localização e coleta dos testemunhos</b> .....	87
7.2	<b>Abertura, descrição e amostragem dos testemunhos</b> .....	90
7.2.1	<u>Testemunho T1</u> .....	90
7.2.2	<u>Testemunho SPT-Furnas</u> .....	91
7.2.3	<u>Testemunho T4</u> .....	91
7.3	<b>Processamento</b> .....	92
7.3.1	<u>Granulometria</u> .....	93

7.3.2	<u>Datação por Carbono 14</u> .....	95
7.3.3	<u>Datação por Pb<sup>210</sup> e Cs<sup>137</sup> – taxas de acumulação de sedimentos</u> .....	96
7.3.4	<u>Carbonato (CaCO<sub>3</sub>), Carbono Orgânico Total (COT) e Enxofre Total (S)</u> .....	97
7.3.5	<u>Isótopos de carbono e oxigênio (δ<sup>13</sup>C e δ<sup>18</sup>O)</u> .....	98
7.3.6	<u>Análise mineralógica</u> .....	99
7.3.7	<u>Foraminíferos</u> .....	101
7.3.8	<u>Tratamento estatístico: análises multivariadas</u> .....	102
8	<b>RESULTADOS</b> .....	103
8.1	<b>Testemunho T1 – Manguezal de Guaratiba</b> .....	103
8.1.1	<u>Modelo de Idade</u> .....	103
8.1.2	<u>Textura e Granulometria</u> .....	104
8.1.3	<u>Geoquímica</u> .....	107
8.1.4	<u>Foraminíferos bentônicos</u> .....	109
8.1.5	<u>Resultados estatísticos</u> .....	111
8.1.6	<u>Discussão dos resultados do testemunho T1</u> .....	116
8.1.6.1	<i>Dados sedimentológicos</i> .....	116
8.1.6.2	<i>Composição das assembleias de foraminíferos bentônicos</i> .....	118
8.1.6.3	<i>Mudanças ambientais nos últimos 2.400 anos cal AP</i> .....	120
8.2	<b>Testemunho SPT-Furnas– Canal do rio São Francisco</b> .....	123
8.2.1	<u>Modelo de Idade</u> .....	123
8.2.2	<u>Descrição geral do testemunho</u> .....	125
8.2.3	<u>Textura dos sedimentos na seção entre 20,95-2,00 m</u> .....	128
8.2.4	<u>Geoquímica na seção entre 20,95-2,00 m</u> .....	130
8.2.5	<u>Mineralogia na seção entre 20,95-2,00 m</u> .....	131
8.2.6	<u>Foraminíferos bentônicos na seção entre 20,95-2,00 m</u> .....	134
8.2.7	<u>Resultados estatísticos para a seção entre 20,95-2,00 m</u> .....	137
8.2.8	<u>Discussão dos resultados do testemunho SPT-Furnas</u> .....	140
8.2.8.1	<i>Dados sedimentológicos ao longo de todo o testemunho SPT-Furnas</i> .....	140
8.2.8.2	<i>Composição das assembleias de foraminíferos bentônicos na seção entre 20,95-2,00 m</i> .....	143
8.3	<b>Testemunho T4 – Baía de Sepetiba</b> .....	145
8.3.1	<u>Datação por radiocarbono</u> .....	145
8.3.2	<u>Taxa de acumulação de sedimentos</u> .....	145

8.3.3	<u>Textura e granulometria</u> .....	148
8.3.4	<u>Geoquímica</u> .....	149
8.3.5	<u>Foraminíferos bentônicos</u> .....	151
8.3.6	<u>Resultados estatísticos</u> .....	152
8.3.7	<u>Discussão dos resultados do testemunho T4</u> .....	155
8.3.7.1	<i>Dados sedimentológicos</i> .....	155
8.3.7.2	<i>Composição das assembleias de foraminíferos bentônicos</i> .....	156
8.8.7.3	<i>Mudanças nos últimos ≈3.500 anos cal. AP</i> .....	157
9	<b>DISCUSSÃO</b> .....	158
	<b>CONCLUSÃO</b> .....	164
	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	165
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	166
	<b>APÊNDICE A</b> - Tabela com as percentagens das frações de areia muito grossa, areia grossa, areia média, areia fina, areia muito fina, total de areia e fração de sedimentos finos (<63µm) do testemunho SPT-Furnas.....	188
	<b>APÊNDICE B</b> - Tabela com Tamanho Médio dos Grãos (TMG; µm) e outros parâmetros texturais como modalidade, seleção (σ) e assimetria (φ) e a classificação dos sedimentos baseada nos dados.....	190
	<b>APÊNDICE C</b> - Tabela com Tamanho Médio dos Grãos (TMG; µm), total de areia (>63µm; %), total de sedimentos finos (<63µm; %) e valores de COT (%) e S (%) dos sedimentos do testemunho SPT-Furnas.....	194
	<b>APÊNDICE D</b> - Tabela com porcentagens de minerais presentes na fração fina dos sedimentos do testemunho SPT-Furnas.....	195
	<b>APÊNDICE E</b> - Tabela com a abundância das espécies (n.º/ 10 ml) ao longo do testemunho SPT-Furnas (a cada 20 cm).....	197
	<b>APÊNDICE F</b> - Tabela com as percentagens das frações de areia muito grossa, areia grossa, areia média, areia fina, areia muito fina, total de areia e de sedimentos finos (<63µm), e razão areia/finos (A/F) do testemunho T4.....	200
	<b>APÊNDICE G</b> - Tabela com total de areia (>63µm; %), total de sedimentos finos (<63µm; %) e valores de COT (%), CaCO <sub>3</sub> e S (%) dos sedimentos do testemunho T4.....	203
	<b>APÊNDICE H</b> - Tabela com a abundância das espécies (n.º/ 10 ml) ao longo do testemunho T4 (a cada 2 cm).....	206

<b>APÊNDICE I</b> – Tabela com correlações de Pearson entre valores variáveis bióticas (abundâncias das espécies) e parâmetros abióticos do testemunho T4....	209
<b>ESTAMPA</b> .....	210
<b>ANEXO A</b> - Tabela com as frações dos sedimentos, Carbono Orgânico Total (COT, %); Enxofre Total (S, %); carbonato de cálcio (CaCO <sub>3</sub> , %); riqueza específica (RE, número de espécies por amostra) e densidade de foraminíferos (Dens., n°/10ml).....	213
<b>ANEXO B</b> - Tabela com Tamanho Médio dos Grãos (TMG; µm) e outros parâmetros texturais como tamanho das modas (µm), desvio-padrão (σ), assimetria (φ) e curtose (k) e a classificação dos sedimentos baseada nos dados..	215
<b>ANEXO C</b> - Tabela com a abundância das espécies (n.º/ 10 ml) ao longo do testemunho T1 (a cada 10 cm).....	217
<b>ANEXO D</b> - Tabela com correlações de Pearson entre variáveis selecionadas (abundância das espécies e parâmetros abióticos) em todos os níveis do testemunho T1 analisados. ....	219
<b>ANEXO E</b> - Tabela com correlações de Pearson entre valores de δ O <sup>18</sup> e δ C <sup>13</sup> (‰), variáveis bióticas (abundâncias das espécies) e parâmetros abióticos no intervalo entre 340-185 cm do testemunho T1.....	220