



Universidade do Estado do Rio de Janeiro  
Centro de Tecnologia e Ciências  
Faculdade de Geologia

Leandro Nogueira Ferreira

**Contribuição para o estudo da evolução holocênica da baía de Sepetiba –  
RJ através da aplicação de sísmica rasa**

Rio de Janeiro  
2015

Leandro Nogueira Ferreira

**Contribuição para o estudo da evolução holocênica da baía de Sepetiba –  
RJ através da aplicação de sísmica rasa**

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

Coorientadora: Prof.<sup>a</sup> Dra. Renata Cardia Rebouças

Rio de Janeiro

2015

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

F383 Ferreira, Leandro Nogueira.  
Contribuição para o estudo da evolução Holocênica da baía de Sepetiba – RJ através da aplicação de sísmica rasa / Leandro Nogueira Ferreira. – 2015.  
105 f. : il.

Orientadora: Maria Antonieta da Conceição Rodrigues.  
Co-orientadora: Renata Cardia Rebouças.  
Dissertação (Mestrado) - Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Faculdade de Geologia.  
Bibliografia.

1. Geologia estratigráfica – Holoceno – Teses 2. Sedimentação e depósitos – Sepetiba, Baía de (RJ) – Teses. 3. Geofísica – Sepetiba, Baía de (RJ) – Teses. 4. Método sísmico de reflexão – Teses.. I. Rodrigues, Maria Antonieta da Conceição. II. Rebouças, Renata Cardia. III. Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Faculdade de Geologia. IV. Título.

CDU 551.794:550.3(815.3)

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

---

Assinatura

---

Data

Leandro Nogueira Ferreira

**Contribuição para o estudo da evolução holocênica da baía de Sepetiba – RJ através da aplicação de sísmica rasa**

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 29 de maio de 2015.

Banca Examinadora:

---

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

---

Prof.<sup>a</sup> Dra. Renata Cardia Rebouças  
Faculdade de Oceanografia – UERJ

---

Prof. Dr. Sérgio Bergamaschi  
Faculdade de Geologia – UERJ

---

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

Rio de Janeiro

2015

## AGRADECIMENTOS

Agradeço as professoras Dra. Maria Antonieta e Dra. Renata Cardia Rebouças pela orientação e co-orientação deste trabalho. Agradeço a CAPES pelo financiamento e investimento feito neste trabalho. Aos professores Dr. Mauro Cesar Geraldês e Dr. Hélio Villena por ter cedido dados para elaboração desta dissertação e auxílio na programação e aplicação dos *softwares*.

Agradeço a professora Dra. Soraya Carelli pela contribuição nos seminários e por ter participado da defesa final, suas sugestões foram de grande importância para este trabalho.

Agradeço aos amigos Anita Fernandes, João Carlos Nunes, Marcela Coronel e Raiane, por sempre estarem dispostos a ajudar, pela atenção e carinho que recebi sempre que precisei de ajuda, a qualquer hora e em qualquer momento, muito obrigado.

Quanto mais nos elevamos, menores parecemos aos olhos daqueles que não sabem voar.

*Friedrich Nietzsche*

## RESUMO

FERREIRA, Leandro Nogueira. **Contribuição para o estudo da evolução holocênica da baía de Sepetiba – RJ através da aplicação de sísmica rasa**. 2015. 105f. Dissertação (Mestrado em Geologia) – Faculdade de Geologia, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2015.

A baía de Sepetiba está localizada no complexo costeiro de Guaratiba/Sepetiba, é um corpo d'água semi-confinado, situado na porção oeste da costa do estado do Rio de Janeiro, bacia de Santos. A evolução holocênica da baía de Sepetiba foi marcada por períodos de exposição e afogamento nos períodos de regressão e transgressão que se sucederam. Diversos autores propuseram modelos evolutivos para a baía de Sepetiba. O Objetivo do presente trabalho é contribuir para compreensão dos eventos evolutivos holocênicos, através da análise e interpretação de registros sísmicos de reflexão de alta resolução, na porção interna da baía de Sepetiba. O registro sísmico obtido, embora limitado, permitiu o reconhecimento de unidades deposicionais e fácies sísmicas que caracterizam a região com alternância de ambientes estuarinos e fluviais correspondentes a esse período. O registro sismoestratigráfico na porção interna da baía de Sepetiba revela presença de paleocanais preservados, provavelmente correlatos a canais observados na plataforma continental adjacente à restinga da Marambaia por outros autores. Estes canais, anteriormente a construção da restinga, possivelmente estavam interligados, compondo a rede drenagem fluvial formada em estágio regressivo anterior a transgressão holocênica. Acima desse registro, observou-se fácies que indicam a transição de um ambiente fluvial, de maior energia, para o ambiente estuarino atual.

Palavras-chave: Baía de Sepetiba. Sísmica de alta reflexão. Registros holocênicos.

## ABSTRACT

FERREIRA, Leandro Nogueira. **Contribuição para o estudo da evolução holocênica da baía de Sepetiba – RJ através da aplicação de sísmica rasa**. 2015.105 f. Dissertação (Mestrado em Geologia) – Faculdade de Geologia, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2015.

The Sepetiba Bay is located in the coastal complex Guaratiba /Sepetiba, there is a semi-confined water, at the western coast of Rio de Janeiro State, Santos basin. The holocene Sepetiba Bay evolution was marked by exposure and drowning periods during the regression and transgression that succeeded. Several authors have proposed evolutionary models for Sepetiba Bay. The goal of the present work was contribute for the understanding about the evolutionary events of holocene at the bay, through the analysis and interpretation of high resolution reflection seismic records at a particular area inside the bay. The seismic record obtained, although limited, showed depositional facies and seismic units that characterize the region with alternation of estuarine and fluvial environments corresponding to that period. The seismics records of internal part of Sepetiba Bay reveals preserved paleo channels, probably related with channels observed in the continental shelf adjacent to the Marambaia sandridge, by other authors. These channels, before the construction of the sandridge, were possibly interconnected, constituting the anterior drainage system in previous regressive stage the Holocene transgression. Above this record, there was indicative facies of transition from fluvial environment of greater energy, to calm estuarine environment.

Keywords: Sepetiba Bay. High resolution seismic. Holocene records.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 –	Imagem de satélite da Baía de Sepetiba.....	17
Figura 2 –	Mapa da baía de Sepetiba mostrando a restinga da Marambaia e destacando as conexões da baía com o oceano.....	19
Figura 3 –	Mapa tectônico da região Sudeste do Brasil.....	20
Figura 4 –	A) mostra a reconstituição da Serra do Mar Cretácea (área alaranjada) e também a linha de costa atual (linha azul). B) mostra os riftes (cinza) que se desenvolveram durante o Cenozóico por colapso gravitacional da Serra do Mar Cretácea.....	21
Figura 5 –	Perfil morfo-estrutural da Zona de Riftes do Paraíba do Sul e do gráben da Guanabara, segmentos que compõem o SRCSB.....	23
Figura 6 –	Localização da área deste estudo no contexto de sub-grábens associados ao gráben da Guanabara,.....	24
Figura 7 –	Configuração estrutural do Sistema de Riftes Cenozóicos do Sudeste do Brasil (SRCSB) proposta por Zalán & Oliveira (2005), representada sobre imagem de satélite do Sudeste do Brasil.....	24
Figura 8 –	Mapa geológico simplificado da Baía de Sepetiba.....	26
Figura 9 –	Mapa de distribuição de sedimentos da baía de Sepetiba.....	29
Figura 10 –	Visualização 3D da distribuição textural dos sedimentos superficiais da Baía de Sepetiba.....	30
Figura 11 –	Mapa de percentual de sedimentos grossos/finos na baía de Sepetiba.....	32
Figura 12 –	Mapa de percentual de matéria orgânica nos sedimentos da Baía de Sepetiba.....	33
Figura 13 –	Mapa de percentual de carbonatos nos sedimentos da Baía de Sepetiba.....	34
Figura 14 -	Perfil sísmico indicando as unidades sismoestratigráficas verde, laranja, roxa e azul, com a respectiva localização no mapa.....	35
Figura 15 -	Um dos perfis sísmicos realizados por BORGES (1998), mostrando as unidades TOPO e FUNDO.....	36
Figura 16 -	Localização dos perfis 50 e 51_2 de Borges (1995)..... Imagem do Perfil 50, entre os tops 1 e 3, sendo apontado o sistema deltaico	37

Figura 17 -	identificado.....	
	Imagem do Perfil 51_2, entre os tops 1 a 6, sendo apontados os leques	39
Figura 18 -	deltaicos identificados.....	
	Modelo de formação da restinga da Marambaia proposto por Lamego	39
Figura 19 -	(1945).....	
	Modelo esquemático da evolução da Baía de Sepetiba e da Restinga da	40
Figura 20 -	Marambaia segundo Roncarati & Barrocas (1978).....	
	Baía de Sepetiba há cerca de 6.800 anos A.P., com linha de costa indicando	42
Figura 21 -	nível do mar 5 m acima do atual. ....	
	Estágio evolutivo da baía de Sepetiba em 4.600 anos A.P., com a	44
Figura 22 -	construção do segundo cordão arenoso no sistema fluvial mais antigo (em	
	azul). Ainda não há a formação de da	
	restinga.....	45
Figura 23 -	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 &	
	Barrocas (1978) (representado em	
	preto).....	45
Figura 24 -	Estágio atual da baía de Sepetiba, com a restinga da Marambaia	
	completamente formada.....	46
Figura 25 -	Modelo de evolução paleogeográfica baseado na análise paleoambiental do	
	empilhamento estratigráfico de fácies sísmicas observados em dados	
	sísmicos de alta resolução.....	48
Figura 26 -	Detalhes da arquitetura da restinga regressiva acoplada à atual restinga da	
	Marambaia, desenvolvida sobre a superfície de inundação máxima	
	holocênica da área, desenvolvida até ~5,8Ka A.P. (REIS et al., 2013).....	50
Figura 27 -	Relevo de fundo da Baía de Sepetiba, sendo indicada a divisão da baía em	
	Setores Oeste e Leste.....	52
Figura 28 -	Mapa de gradiente da Baía de Sepetiba, sendo indicada a divisão da baía	
	em Setores Oeste e	
	Leste.....	53
Figura 29 -	Esquema de circulação de fundo e de superfície após os estudos dos	
	autores citados.....	56

Figura 30 -	Percentuais de ocorrência de direções (8 rumos geográficos) das correntes de fundo em maré de sizígia.....	57
Figura 31 -	Percentuais de ocorrência de direções (8 rumos geográficos) das correntes de fundo em maré de sizígia.....	58
Figura 32 -	Percentuais de ocorrência das direções (8 rumos geográficos) das correntes superficiais em maré de quadratura.....	59
Figura 33 -	Velocidades médias vetoriais nos 8 rumos geográficos das correntes superficiais em maré de quadratura.....	60
Figura 34 -	Percentuais de ocorrência das direções (8 rumos geográficos) das correntes de fundo em maré de sizígia.....	61
Figura 35 -	Percentuais de ocorrência das direções (8 rumos geográficos) das correntes de fundo em maré de sizígia.....	62
Figura 36 -	Percentuais de ocorrência das direções por 8 rumos geográficos das correntes de fundo em maré de quadratura.....	63
Figura 37 -	Velocidades médias vetoriais nos 8 rumos geográficos dos dados de corrente de fundo obtidos em quadra.....	64
Figura 38 -	Mapa de localização das estações de medição de temperatura.....	67
Figura 39 -	Principais fatores que influenciam as variações do nível do mar ao longo do tempo geológico.....	68
Figura 40 -	Síntese de dados do nível do mar (a partir de curvas de isótopos, modelagem glacioeustática, modelagem estratigráfica e medições pontuais (corais, espeleotemas, salinidade).....	69
Figura 41 -	Envelope das curvas isotópicas de “variações eustáticas” globais compiladas por Rabineau et al. (2006).....	70
Figura 42 -	Curva Eustática do Nível do Mar para a Plataforma Continental do Rio Grande do Sul segundo Corrêa, 1990.....	72
Figura 43 -	Curvas de Variação do Nível do Mar nos vários setores do litoral brasileiro durante os últimos 7.000 anos passado. Fonte: alterado de Martin & Suguio, (1989).....	73

Figura 44 -	Comparação da curva média das variações do nível do mar ao longo da costa brasileira nos últimos 7.000 anos passados com a curva, para o mesmo período, do setor de Salvador – BA.....	74
Figura 45 -	Curva de variação do nível do mar, nos últimos 6.000 anos passados, com base em dados de vermitídeos de todo o litoral brasileiro.....	75
Figura 46 -	Curvas de Variação do Nível do Mar em Pernambuco, Rio de Janeiro e Santa Catarina, sendo identificado o intervalo de confiança.....	76
Figura 47 -	Esquema de padrões e configuração de fácies sísmicas, segundo Mitchum Jr. et. al., (1977a).....	82
Figura 48 -	Terminações estratais e suas relações geométricas diante de progradações e retrogradações.....	83
Figura 49 -	Perfil strike da linha N-02 bruto e interpretado com orientação W-E indicando as unidades e suas respectivas fácies mapeadas, por superfícies de descontinuidade sísmica.....	90
Figura 50 -	Perfil strike da linha N-01 bruto e interpretado com orientação W-E indicando as unidades e suas respectivas fácies mapeadas, por superfícies de descontinuidade sísmica.....	91
Figura 51 -	Perfil sísmico interpretado por Friederichs (2012).....	94

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 –	Principais características Geodinâmicas da baía de Sepetiba.....	18
Tabela 2 –	Cronologia da Transgressão Quaternária, nos últimos 17.500 anos passados, na Plataforma Continental do Rio Grande do Sul.....	72
Tabela 3 –	Elementos arquiteturais segundo Miall (1985).....	79
Tabela 4 –	Parâmetros de reflexão sísmica usados em sismo-estratigrafia e seus significados geológicos.....	81
Tabela 5 –	Fácies sísmicas identificadas na unidade U2.....	87
Tabela 6 –	Fácies sísmicas identificadas na unidade U3.....	88
Tabela 7 –	Fácies sísmicas identificadas na unidade U4'.....	89
Tabela 8 –	Fácies sísmicas identificadas na unidade U4.....	89

## SUMÁRIO

	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	14
1	<b>OBJETIVOS</b> .....	16
1.1	<b>Geral</b> .....	16
1.2	<b>Específicos</b> .....	16
2	<b>ÁREA DE ESTUDO</b> .....	17
2.1	<b>Contexto Geológico Regional</b> .....	20
2.1.1	<u>Sistema de Riftes Cenozoicos do Sudeste do Brasil (SRCSB)</u> .....	20
2.1.2	<u>Gráben da Guanabara</u> .....	22
2.1.3	<u>Caracterização Geológica da Área de Estudo</u> .....	25
2.2	<b>Bacias Hidrográficas contribuintes à Baía de Sepetiba</b> .....	26
2.3	<b>Sedimentação atual na baía de Sepetiba</b> .....	28
2.4	<b>Primeiros registros sismoestratigráficos na Baía de Sepetiba</b> .....	35
2.5	<b>Modelos propostos para formação da Restinga da Marambaia</b> .....	40
2.5.1	<u>LAMEGO (1945)</u> .....	40
2.5.2	<u>RONCARATI &amp; BARROCAS (1978)</u> .....	41
2.5.3	<u>PONÇANO (1979)</u> .....	42
2.5.4	<u>VILLENA (2007)</u> .....	43
2.5.5	<u>CARELLI (2008)</u> .....	43
2.5.6	<u>FRIEDERICHS (2012)</u> .....	46
2.6	<b>Caracterização Oceanográfica</b> .....	51
2.6.1	<u>Batimetria</u> .....	51
2.6.2	<u>Circulação</u> .....	55
2.6.3	<u>Maré e Ondas</u> .....	65
2.6.4	<u>Temperatura e Salinidade</u> .....	65
3	<b>FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</b> .....	68
3.1	<b>Variação do Nível do Mar em Escala Global e no Brasil</b> .....	68
3.1.1	<u>Sísmica de Reflexão de Alta Resolução</u> .....	76
3.1.2	<u>Fácies e Sismofácies</u> .....	78
3.1.3	<u>Interpretação Sísmica</u> .....	84
4	<b>METODOLOGIA</b> .....	85

5	<b>RESULTADOS</b> .....	86
5.1	<b>Análise Sísmica</b> .....	86
5.2	<b>Interpretação de fácies e unidades sísmicas</b> .....	86
5.2.1	<u>Unidade sísmica U1</u> .....	86
5.2.2	<u>Unidade sísmica U2</u> .....	87
5.2.3	<u>Unidade sísmica U3</u> .....	87
5.2.4	<u>Unidade sísmica U4 e U4'</u> .....	88
6	<b>DISCUSSÃO</b> .....	92
	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	97
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	98

## INTRODUÇÃO

A separação ocorrida entre a América do Sul e a África no paleocontinente Gondwana até o último evento transgressivo ocorrido no Holoceno marcaram a evolução da plataforma continental brasileira. A Serra do Mar foi formada por um soerguimento da crosta continental brasileira no Cretáceo e devido à falhamentos e processos erosivos se tornou a principal fonte de sedimentos para formação da plataforma continental do sudeste brasileiro (ZALÁN & OLIVEIRA, 2005).

Dentro desse contexto, insere-se a baía de Sepetiba, localizada no complexo costeiro de Guaratiba/Sepetiba, é um corpo d'água semi-confinado situado na porção oeste da costa do estado do Rio de Janeiro, pertencendo a bacia de Santos. Esta região apresenta características estuarinas que são formadas devido ao grande aporte fluvial (BORGES, 1998). O soerguimento da Serra do Mar foi determinante para evolução geológica e desenvolvimento da Bacia de Santos, que ocorreram devido à ação de tectonismo no Atlântico Sul. Zalán & Oliveira (2005) localizam esta região sobre a porção oeste de um sistema de riftes denominado de Gráben da Guanabara, formado por processos tectônicos e sedimentares.

A evolução holocênica da baía de Sepetiba indica que sua área atual já esteve exposta durante períodos de regressão marinha e foi, posteriormente, afogada durante períodos de transgressão. Isto acarretou, durante esses períodos, modificações nos cursos dos rios que deságuam na baía e que são responsáveis pelo aporte local de sedimentos. Durante o período de regressão, esses rios desaguavam a grande distância da baía atual, na plataforma continental, formando paleocanais que atualmente encontram-se submersos (RONCARATI & BARROCAS, 1978).

Registros sedimentares de épocas de diferentes níveis marinhos, como os encontrados por Borges (1998), corroboram esta teoria. Neste cenário, o presente estudo se insere no contexto de ambientes deposicionais costeiros transicionais a marinhos rasos e pretende investigar a dinâmica sedimentar da área de estudo, plataforma interna, através de dados de sísmica de reflexão e os processos evolutivos que atuaram recentemente na Baía de Sepetiba.

A metodologia aplicada permitiu o reconhecimento de unidades deposicionais e análise de fácies sísmicas que caracterizam a região com alternância de ambientes estuarinos e fluviais compatível com o último estágio evolutivo que de acordo com Ireland (1987); Maia et al. (1984); Martin et al. (1979); Turcq et al. (1999), Friederichs (2012) ocorreu principalmente

durante a transgressão Holocênica e seriam sistemas deposicionais já presentes desde antes de cerca 500 ka.

## **1. OBJETIVOS**

### **1.1 Geral**

Nesta dissertação, o alvo central das pesquisas é o estudo da evolução sedimentar da porção interna da baía de Sepetiba, com base em dados de sísmica de reflexão rasa. O presente estudo busca contribuir para a compreensão dos eventos evolutivos mais recentes (Pleisto-holocênicos) da baía de Sepetiba, tendo como base a obtenção de dados geofísicos (sísmica monocanal).

### **1.2 Específicos**

O estudo tem como objetivos específicos a interpretação dos dados de sísmica e reconhecimento das unidades deposicionais e suas características a partir de dados da literatura disponível.