

**Caíque Lima Cabral**

**REGISTROS DAS VARIAÇÕES DO NÍVEL RELATIVO DO MAR NA  
PENÍNSULA DE ARMAÇÃO DOS BÚZIOS, RIO DE JANEIRO: ANÁLISE  
DE DADOS FACIOLÓGICOS E GEOCRONOLÓGICOS.**

Trabalho de Conclusão de Curso

(Bacharelado em Geologia)

**UFRJ**

**RIO DE JANEIRO**

**2018**



UFRJ

**CAÍQUE LIMA CABRAL**

**Registros das Variações do Nível Relativo do Mar na Península de Armação dos Búzios, Rio de Janeiro: Análise de Dados Faciológicos e Geocronológicos.**

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: Prof. João Wagner Alencar Castro,  
DSC

Rio de Janeiro

2018

**CAÍQUE LIMA CABRAL**

**Registros das Variações do Nível Relativo do Mar na Península de  
Armação dos Búzios, Rio de Janeiro: Análise de Dados Faciológicos e  
Geocronológicos.**

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,  
Departamento de Geologia/2017.

Orientador: Prof. João Wagner Alencar  
Castro, DSC

Aprovado em:

Por:

---

Orientador: Prof. Dr. João Wagner Alencar Castro

---

Prof<sup>a</sup> Dra. Aline Meneguci da Cunha

---

Prof<sup>a</sup> Dra. Kátia Leite Mansur

**FICHA CATALOGRÁFICA**

Cabral, Caíque Lima

Registros das Variações do Nível Relativo do Mar na Península de Armação dos Búzios, Rio de Janeiro: Análise de Dados Faciológicos e Geocronológicos. / Caíque Lima Cabral – Rio de Janeiro, 2018. 52 fl.: il.

Monografia (Bacharelado em Geologia) – Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ. Faculdade de Geologia.

Orientador: Prof. Dr. João Wagner de Alencar Castro

1. Flutuações do nível do mar. 2. Fácies holocênicas. 3. Geocronologia  
4. Região dos Lagos Fluminenses

*“Nothing in life is to be feared, it is only to be understood. Now is the time to understand more, so that we may fear less”*

**Maria Skłodowska-Curie**

## AGRADECIMENTOS

A todas as pessoas que me foram importantes durante essa minha jornada acadêmica e contribuíram para minha evolução científica e execução deste trabalho;

Ao Laboratório de Geologia Costeira, Sedimentologia e Meio Ambiente - LAGECOST do Departamento de Geologia e Paleontologia do Museu Nacional / UFRJ pelo apoio logístico e ao Conselho Nacional de Pesquisa - CNPq pelo apoio financeiro (Projeto Variação do nível do mar ao longo do Estado do Rio de Janeiro - Edital Universal /2013);

A minha família por todo apoio e suporte durante a minha formação na graduação, principalmente ao meu pai Carlos, minha mãe Thelma e meus irmãos Maíra, Cauê, Taís e Vinicius;

A Raíssa Verol Bronze, que sempre me motivou nessa caminhada. Obrigado pelo carinho, a paciência e por sua capacidade de me trazer paz nessa jornada;

Ao meu orientador, que me acompanhou durante dois anos de Iniciação Científica e proporcionou uma grande evolução científica e pessoal, Professor e amigo João Wagner Castro.

Aos grandes amigos que conheci no curso e me proporcionaram momentos memoráveis nos últimos 6 anos, principalmente em trabalhos de campo, pelos mais variados cantos do nosso riquíssimo país. Em destaque, são eles: João Pedro Bento, Pedro Sá, Gabriel Costa, Letícia Moura e Lorena Martins;

Aos meus amigos de longa data, que contribuíram sempre para o meu crescimento, com grande destaque para Jonas Jacuru, meu irmão da vida;

Aos meus colegas de classe, que compartilharam momentos de diversão e de muito aprendizado;

Aos meus colegas de laboratório, que contribuíram de forma ativa no meu desenvolvimento científico, são eles, Felipe Pereira, Julia Malta, Aline Meneguci, Gustavo Barbosa e Álvaro Balmant.

E a todos que direta ou indiretamente fizeram parte da minha formação, o meu muito obrigado!

## RESUMO

CABRAL, Caíque Lima. **Registros das variações do nível relativo do mar na península de Armação dos Búzios, Rio de Janeiro: análise de dados faciológicos e geocronológicos, 2018.** Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Geologia) – Departamento de Geologia, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

As variações do nível relativo do mar e mudanças climáticas durante o Holoceno foram importantes para a construção e evolução das paisagens sedimentares costeiras do sudeste brasileiro, especialmente na Região dos Lagos do Estado do Rio de Janeiro. Essas variações podem ser identificadas em campo através de indicadores geológicos e biológicos. Objetiva-se estudar as variações do nível relativo do mar nessa região com base em análises faciológicas, estratigráficas e geocronológicas de depósitos de conchas de moluscos. Como procedimento metodológico foram executados perfis estratigráficos, análises sedimentológicas, taxonômicas e granulométricas, objetivando a identificação de fácies e eventos transgressivos e regressivos. Foram enviadas três amostras para datação por radiocarbono  $C^{14}$ , sendo duas de conchas de moluscos e uma de sedimentos orgânicos. Resultados obtidos são apresentados através de tabela de fácies, tabela taxonômica, perfis estratigráficos e dados geocronológicos. O modelo de evolução geológica/geomorfológica da área de estudo caracteriza-se pela construção de terraços marinhos regressivos, constituídos por lagunas semiabertas, cordões litorâneos e pântanos atuais.

**Palavras-chave:** Flutuações do nível do mar; Litofácies holocênicas; Geocronologia; Região dos Lagos Fluminenses

## ABSTRACT

CABRAL, Caíque Lima. **Records of variations of tide level in the Armação dos Búzios peninsula, Rio de Janeiro: analysis of faciological and geochronological data, 2018.** Undergraduate Thesis, (Bachelor of Geology) – Department of Geology, Institute of Geosciences, Federal University of Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

Relative sea-level fluctuations and climatic changes during the Holocene were important to the construction and evolution of the Brazilian southeastern sedimentary coastal landscape, especially in Rio de Janeiro State's Lakes Region. These fluctuations can be identified on the field with the support of geological and biological indicators. The objective of this paper is to study the relative sea level fluctuations in this region based on faciological, stratigraphic and geochronological analysis of mollusk shell deposits. The methodological procedure consisted on the execution of stratigraphic profiles, as well as sedimentological, taxonomic and granulometric analyzes, with the intent of recognizing not only facies but also transgressions and regressions events. Three samples were sent for radiocarbon C<sup>14</sup> dating, two of mollusk shells and one of organic sediment. Results were presented through a table of facies, a taxonomic table, stratigraphic profiles and geochronological data. The geological/geomorphological evolution model of the studied area is characterized by the construction of regressive marine terraces, consisting of semi-open lagoons, beach ridge and current marshes.

**Key-words:** Sea Level Fluctuations; Holocene litofacies; Geochronology; Lagos Fluminense region

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Figura 1: Mapa de localização da área no contexto do Estado do Rio de Janeiro.

Figura 2 - Fatores que controlam os níveis marinhos e continentais responsáveis pelas mudanças do nível relativo do mar durante o Quaternário. Morner (1980).

Figura 3 - Classificação de tipos de evolução de costas proposta por Valentin (1952), modificada por Ângulo (2014).

Figura 4 - Indicadores geológicos de variação do nível do mar. (A) beachrocks 1,0 m acima do nível d'água; (B) plataforma de abrasão constituída por beachrocks na zona de intermarés. Fonte: modificado de CASTRO et al, 2017.

Figura 5 - Estruturas sedimentares e indicadores estratigráficos em eolianitos, próximos a linha de praia no litoral do Ceará. (A) Estratificação cruzada com bimodalidade constituída por areia (B) Estratificação plano-paralela de baixo ângulo. Fonte: modificado de CASTRO et al, 2017.

Figura 6 - Camada bioclástica formada principalmente por conchas de molusco em substrato areno-lamoso. Fonte: modificado de CUNHA, 2016.

Figura 7: Conchas de molusco em substrato areno-lamoso, muitas encontradas em posição de vida.

Figura 8 - Padrão agradacional de empilhamento das parassequências. Fonte: Modificado de Van Wagoner et al., (1988).

Figura 9 - Padrão progradacional de empilhamento das parassequências. Fonte: Modificado de Van Wagoner et al., (1988).

Figura 10 - Padrão retrogradacional de empilhamento das parassequências. Fonte: Modificado de Van Wagoner et al., (1988).

Figura 11 - Mapa geológico da área de estudo no contexto do Estado do Rio de Janeiro - Modificado de CPRM/2016.

Figura 12 - Bacia hidrográfica do Rio Una. (Fonte: Comitê de Bacias Lagos São João, 2004).

Figura 13 - Localização dos pontos de coletas de amostras no contexto da Península de Armação dos Búzios - Rio de Janeiro.

Figura 14 - Perfil estratigráfico do ponto Marina Porto Búzios, Armação dos Búzios, Rio de Janeiro. (AmCf) areia média com concreções ferruginosas. (Alm) areia lamosa maciça. (Alci) areia lamosa com conchas inteiras. (Alcr) areia lamosa com conchas retrabalhadas. (Am) areia maciça. (AfEc) areia fina com estratificação cruzada de baixo ângulo. (Lom) lama orgânica maciça. (Ca) camada de material antrópico.

Figura 15 - Perfil estratigráfico do ponto Canal Interno, Armação dos Búzios, Rio de Janeiro. (Alcr) areia lamosa com conchas retrabalhadas. (Am) areia maciça. (Af) areia fina. (Lom) lama orgânica maciça.

Figura 16 - Estágio F do modelo de evolução costeira proposto por de MARTIN *et al* (1996).

Figura 17 - Cenário geológico da transgressão marinha holocênica na região da Península de Búzios com o nível do mar 2,5 m acima do atual entre 5.500 a 4.700 anos cal AP. Modificado de PEREIRA (2016).

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Descrição de oito litofácies identificadas nos perfis estratigráficos da área da área de estudo.

Tabela 2 - Informações das espécies de conchas de moluscos identificadas na área de estudo.

Tabela 3 - Datações ao radiocarbono C<sup>14</sup> na área de estudo, Península de Armação de Búzios, Rio de Janeiro.

## SUMÁRIO

<b>AGRADECIMENTOS</b> .....	V
<b>RESUMO</b> .....	VI
<b>ABSTRACT</b> .....	VII
<b>LISTA DE FIGURAS</b> .....	VIII
<b>LISTA DE TABELAS</b> .....	IX
<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	1
<b>1.1. Localização da área de estudo</b> .....	3
<b>2. OBJETIVOS</b> .....	4
<b>2.1. Objetivo Geral</b> .....	4
<b>2.2. Objetivos Específicos</b> .....	4
<b>3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</b> .....	4
<b>3.1. Nível Relativo do Mar</b> .....	4
<b>3.2. Datação Radiométrica Carbono 14</b> .....	10
<b>3.3. Arquitetura Depositional do Ambiente Costeiro</b> .....	10
<b>4. DIAGNÓSTICO AMBIENTAL</b> .....	12
<b>4.1. Condicionantes Geológicos</b> .....	12
<b>4.2. Aspectos Climáticos</b> .....	14
<b>4.3. Aspectos Oceanográficos</b> .....	15
<b>4.4. A Bacia do Rio Una</b> .....	16
<b>5. MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	17
<b>5.1. Trabalho de Campo</b> .....	17
<b>5.2. Análises Sedimentológica e Estratigráfica</b> .....	18
<b>5.3. Análises Taxonômicas e Paleoambientais</b> .....	19
<b>5.4. Datação a Radiocarbono C<sup>14</sup></b> .....	19
<b>6. RESULTADOS</b> .....	20
<b>6.1. Análise Sedimentológica e Perfis Estratigráficos</b> .....	20
<b>6.1.1. Canal Marina Porto Búzios</b> .....	20
<b>6.1.2. Canal Interno</b> .....	22

<b>6.2. Tabela de Fácies .....</b>	<b>22</b>
<b>6.3. Tabela Taxonômica .....</b>	<b>24</b>
<b>6.4. Datações Radiométricas.....</b>	<b>26</b>
<b>6.5. Palinologia.....</b>	<b>26</b>
<b>7. DISCUSSÃO .....</b>	<b>26</b>
<b>7.1. Tabela de fácies .....</b>	<b>26</b>
<b>7.2. Taxonomia .....</b>	<b>27</b>
<b>7.3. Datações ao Radiocarbono .....</b>	<b>27</b>
<b>7.4. Modelo de Evolução Costeira.....</b>	<b>28</b>
<b>7.5. Controle Geomorfológico .....</b>	<b>29</b>
<b>8. CONCLUSÃO .....</b>	<b>29</b>
<b>9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>31</b>

## 1. INTRODUÇÃO

Uma das principais características do Período Quaternário é a ocorrência de variações do nível relativo do mar, responsáveis pela evolução das planícies costeiras, causadas por três fatores principais: glaciações, tectônica e modificação da posição do geóide (Suguio *et al.* 1985). Essas variações e oscilações influenciaram diretamente na construção dos ambientes de sedimentação costeira, entre estes, praias, dunas, lagunas, pântanos, planícies de maré, deltas e estuários. As evidências são identificadas através de diversos registros, tanto na projeção vertical (rochas de praia, vermetídeos e cracas) como na projeção horizontal (depósitos de conchas de moluscos, terraços marinhos e cordões litorâneos), distribuídas ao longo das planícies costeiras do sudeste brasileiro (CASTRO *et al.*, 2014).

Conforme SUGUIO *et al.*, (1985) essas evidências podem ser classificadas em três categorias distintas: indicadores geológicos, biológicos e arqueológicos. Os indicadores geológicos são constituídos principalmente por rochas de praia (*beachrocks*), terraços de abrasão marinha e terraços de construção marinha. Os indicadores biológicos são identificados através de incrustações de vermetídeos, incrustações de cracas, acumulações de conchas de moluscos e tocas de ouriços, posicionados acima ou abaixo do nível do mar.

No litoral do Estado do Rio de Janeiro foram identificadas evidências de níveis mais altos que o atual em Angra dos Reis e Parati (SUGUIO *et al.*, 1985), na planície costeira de Jacarepaguá (RONCARATI & NEVES, 1976; MARTIN *et al.*, 1984), na Barra da Tijuca - Rio de Janeiro (CALHEIROS, 2006), em Niterói (CUNHA & ANDRADE, 1971) e na Região dos Lagos Fluminense (SANT'ANNA, 1975; BRITO & CARVALHO, 1978; MARTIN *et al.*, 1997; TURCQ, 1999; CASTRO *et al.*, 2006; DIAS *et al.*, 2009; CUNHA & CASTRO 2011; CASTRO, *et al.*, 2014 e CUNHA, 2016).

Foram identificadas diversas evidências de variações do nível do mar, tanto na projeção vertical como na projeção horizontal, documentadas a partir da década de 1970 por SANT'ANNA (1975); BRITO & CARVALHO (1978), na década de 1990 por MARTIN *et al.* (1997) e nos anos 2.000 por SENRA *et al.* (2003a); SENRA *et al.* (2003b);

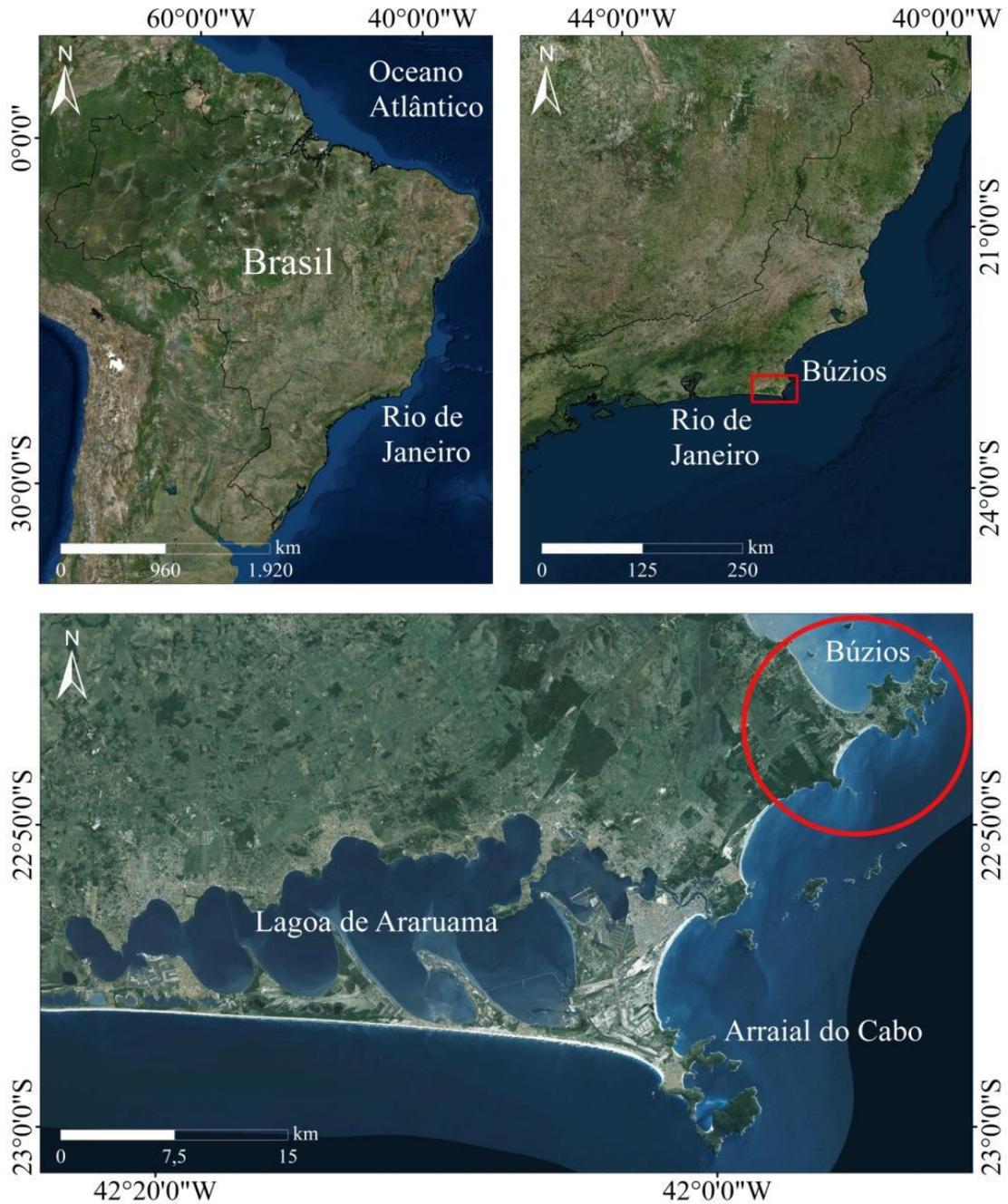
CASTRO *et al.* (2004); SENRA *et al.* (2004); CASTRO *et al.* (2006); DIAS *et al.* (2007); BERNARDES *et al.*, (2009); BERNARDES (2008); CUNHA *et al.* (2011); CUNHA & CASTRO (2011); CUNHA *et al.* (2012); CUNHA (2012); CASTRO *et al.* (2014), OLIVEIRA (2016) e CUNHA (2016).

Nessa região são marcantes os registros geológicos da transgressão máxima holocênica ocorrida entre 6.330 e 4.800 anos cal AP. (CASTRO *et al.*, 2014 e CUNHA, 2016). As alterações geológicas e geomorfológicas na planície costeira da Região dos Lagos do Estado do Rio de Janeiro são identificadas através de amplas paleolagunas (pântanos costeiros atuais), cordões litorâneos de retaguarda, paleofalésias e tómbolos. Foram identificadas camadas de conchas de moluscos com espessuras que variam entre 0,20 e 0,40 m no domínio dos pântanos costeiros da área de estudo. Esse registro marca a grande transgressão máxima holocênica ocorrida no sudeste brasileiro (CASTRO *et al.*, 2014).

Objetiva-se contribuir com a evolução do conhecimento sobre o tema aqui abordado, utilizando dados faciológicos, geocronológicos e biológicos como indicadores de variações horizontais do nível relativo do mar na região da Península de Armação de Búzios - Rio de Janeiro. Foram elaborados perfis estratigráficos, tabelas de fácies dos afloramentos, complementados por análises granulométricas e taxonômicas. Também foram utilizadas informações geocronológicas ao radiocarbono  $C^{14}$ , visando interpretar as condições paleoambientais no contexto das variações do nível do mar durante o Holoceno.

### 1.1. Localização da área de estudo

A área de estudo localiza-se na Região dos Lagos Fluminenses, Município de Armação dos Búzios, Estado do Rio de Janeiro, conforme Figura 1.



**Figura 1:** Mapa de localização da área no contexto do Estado do Rio de Janeiro.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1. Objetivo Geral**

Objetiva-se estudar as variações do nível relativo do mar com base em análises faciológicas, estratigráficas e geocronológicas de depósitos de conchas de moluscos visando a reconstituição paleoambiental da bacia hidrográfica do Rio Una, Armação dos Búzios.

### **2.2. Objetivos Específicos**

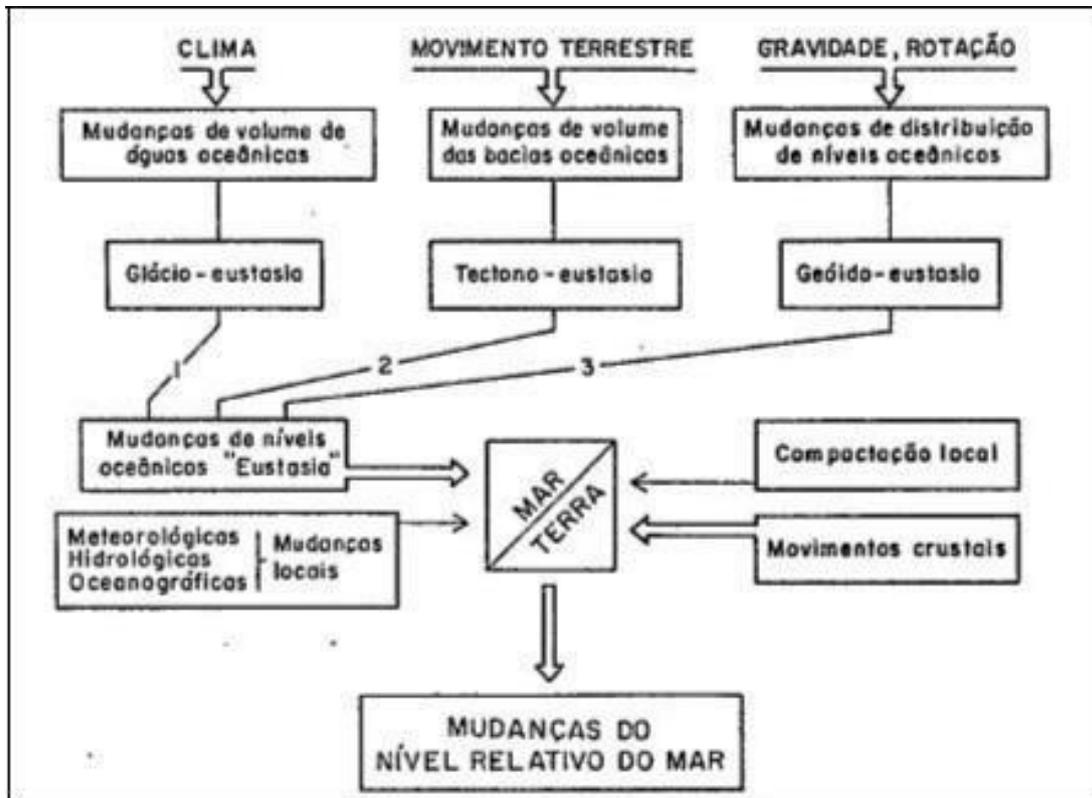
- Estudar do ponto de vista estratigráfico, faciológico e geocronológico os depósitos sedimentares distribuídos ao longo de canais de drenagens da bacia hidrográfica do Rio Una no Município de Armação dos Búzios;
- Estudar as condições paleoambientais no contexto das variações do nível relativo do mar durante a transgressão holocênica;
- Realizar um levantamento taxonômico da malacofauna das camadas bioclásticas da área de estudo;
- Analisar os efeitos da geomorfologia local como fator limitante do processo da transgressão marinha holocênica.

## **3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

### **3.1. Nível Relativo do Mar**

Severiano Ribeiro (2001) define o nível do mar como nível de base para a sedimentação de depósitos costeiros e marinhos. Angulo (2014) defende que a superfície do mar seja considerada um referencial espacial para o sistema de coordenadas, mas como sua posição muda com o tempo, se faz necessário definir um uma forma de medição para que seja considerado um valor médio dessa variação de acordo com a mudança no regime de mares. De acordo com Suguio (1985) as oscilações do nível relativo do mar são resultado de fatores como: variações reais do nível marinho (eustasia) e das modificações do nível dos continentes (tectonismo e isostasia) que afetam tanto global quanto

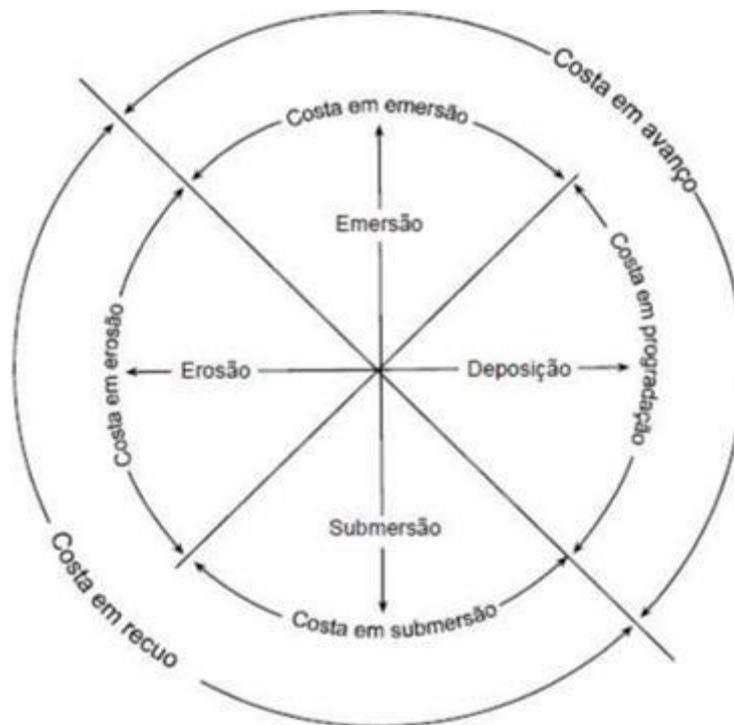
localmente uma área (Figura 2), concluindo que as reconstruções de antigos níveis marinhos se referem a posições relativas e não absolutas.



**Figura 2:** Fatores que controlam os níveis marinhos e continentais responsáveis pelas mudanças do nível relativo do mar durante o Quaternário. Fonte: Morner (1980).

Castro *et al* (2014) identificou pela primeira vez na costa brasileira registros negativos do nível relativo do mar, envolvendo a transição final do Pleistoceno e início do Holoceno. Após essa transição, iniciou-se um processo relativamente rápido de subida do nível do mar. Há aproximadamente 8.500 anos cal A.P., o nível marinho, encontrava-se a - 0.5 m abaixo do nível atual. O “zero” (nível médio atual) foi ultrapassado pela primeira vez no Holoceno há cerca de 7.500 anos AP. Entre 5.500 - 4.500 cal anos AP., o nível relativo do mar atingiu o primeiro máximo holocênico com altura máxima de +2.50 m acima do atual. A descida do nível relativo do mar subsequente ao máximo transgressivo, levou à construção de terraços marinhos, resultando na progradação da linha de costa até o presente. A maioria dos resultados corrobora com dados já obtidos em outros segmentos da costa atlântica da América do Sul.

Angulo (2014) salienta que é necessário atentar para o significado dos termos relacionados ao estudo de variações do nível do mar afim de evitar confusões no processo de entendimento da reconstrução de paleoníveis marinhos. Transgressão marinha não está relacionada com uma variação vertical do nível do mar e sim com uma variação horizontal, trata-se do avanço da linha de costa com relação ao continente enquanto que a regressão se trata do recuo da linha de costa com relação ao continente. Desta forma podemos concluir que o estudo de variações do nível do mar envolve fatores que vão além de mensurar quantidade de água presente no oceano. A classificação proposta por Valentin (1952) consegue esclarecer essa questão utilizando os fatores sedimentares com base nos processos deposicionais e erosivos da área (Figura 3).

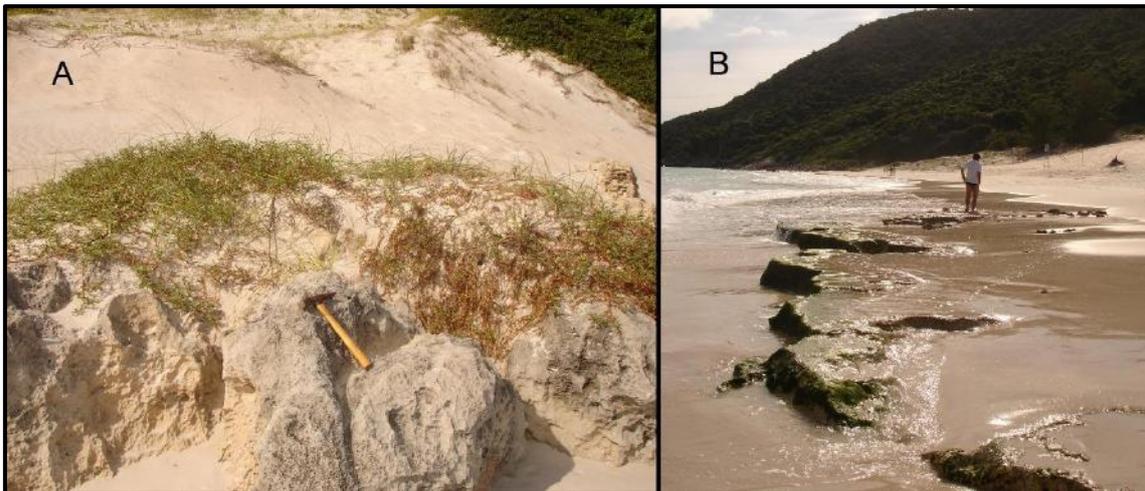


**Figura 3:** Classificação de tipos de evolução de costas proposta por Valentin (1952), modificada por Ângulo (2014).

De acordo com Suguio *et al.* (1985) os indicadores de variação do nível do mar- (IVNM) podem ser classificados como sedimentológicos, biológicos e arqueológicos. Os IVNM podem ser agrupados de duas formas: como indicadores espaciais, quando possibilitam identificar apenas a altura do paleonível e espaço-temporal, quando é possível identificar, além da altura do paleonível, o momento ou período em que o evento ocorreu. Uma revisão dos referidos indicadores foi proposta por Angulo & Souza (2014),

classificando os tipos de IVNM e suas informações disponíveis incluindo aspectos geomorfológicos, estratigráficos, biológicos e arqueológicos.

Angulo & Souza (2014) definem que indicadores geomorfológicos estão geralmente associados a marcas de erosão deixadas pela ação de ondas em maciços rochosos ou substratos sedimentares. Entre os mais comuns estão entalhes e plataformas de abrasão, pontes e pilares marinhos com erosão diferencial e níveis de concentração de matações. Há também os indicadores geomorfológicos de origem deposicional que são terraços e planícies costeiras, marinhas, estuarinas e lagunares (Figura 4).



**Figura 4:** Indicadores geológicos de variação do nível do mar. (A) beachrocks 1,0 m acima do nível d'água; (B) plataforma de abrasão constituída por beachrocks na zona de intermarés. Fonte: modificado de CASTRO *et al*, 2017.

Estruturas sedimentares e indicadores estratigráficos são ótimas ferramentas para a correlação de eventos e em uma análise detalhada dos estratos e suas fácies sedimentares permite a reconstituição paleoambiental no estudo da evolução de ambientes costeiros (Figura 5). Geralmente as fácies analisadas são dos depósitos praias de mar aberto, lagunares e estuarinos. Os aspectos importantes a serem considerados em cada fácies são o tamanho dos grãos, a forma, a composição, o contato, estruturas internas e conteúdoossilífero. Em substratos sedimentares consolidados como recifes de arenitos e *beachrocks* é importante que seja feita uma análise petrográfica visando a identificação dos grãos, algas, conchas de moluscos e a cimentação presentes na rocha (Angulo & Souza, 2014).



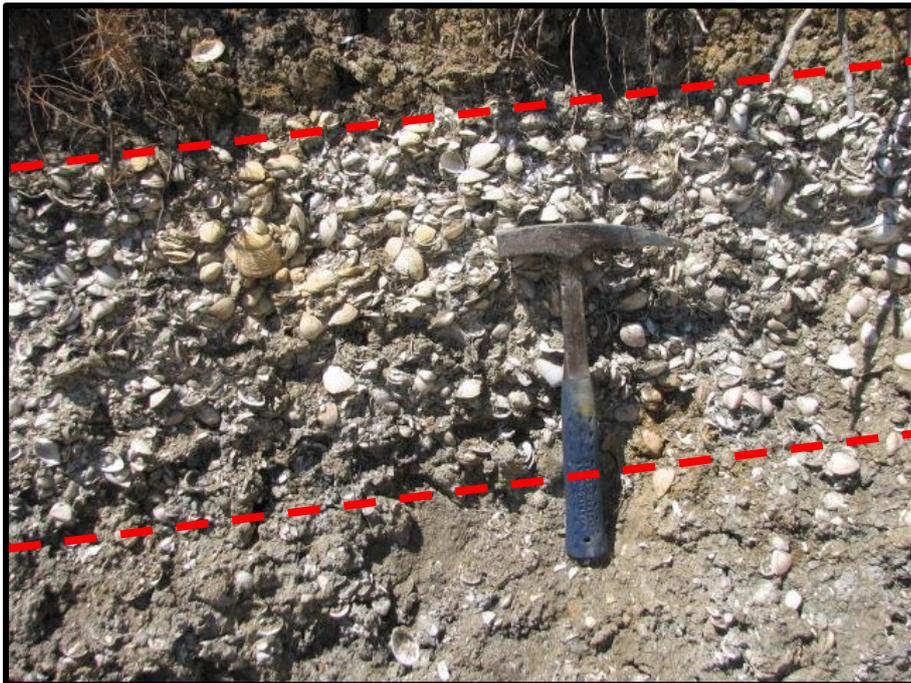
**Figura 5:** Estruturas sedimentares e indicadores estratigráficos em eolianitos, próximos a linha de praia no litoral do Ceará. (A) Estratificação cruzada com bimodalidade constituída por areia (B) Estratificação plano-paralela de baixo ângulo. Fonte: modificado de CASTRO *et al*, 2017.

Indicadores biológicos são de extrema relevância no estudo da variação do nível do mar devido ao seu grande potencial de datação, fornecendo assim além de dados espaciais, dados temporais. Os indicadores biológicos mais comumente utilizados em pesquisa são: conchas de moluscos acumulados em substratos sedimentares - estes indicadores são excelentes para a projeção do nível do mar horizontalmente, evidenciando toda a área inundada posteriormente; construções de Vermetídeos - excelentes indicadores de variação do nível do mar verticalmente, possibilitam evidenciar a subida ou descida do paleonível marinho; tocas de ouriço; Icnofósseis; Paleocracas; Recifes de coral e Recifes de algas calcárias (Angulo & Souza, 2014).

Castro *et al.* (2014) estudando os indicadores biológicos e geológicos de variação relativa do nível do mar (VRNM) sugerem que para reconstruir antigas posições do nível do mar relativo deverá ser levado em consideração o plano horizontal e vertical desses indicadores. Os indicadores biológicos compostos por vermetídeos e cracas e indicadores geológicos caracterizados por beachrock são precisos na projeção de paleoníveis marinhos. Nas baías e enseadas da costa do Rio de Janeiro, os homólogos vivos de vermetídeos e cracas ocupam uma posição no nível médio do mar de 0,0 m. Beachrocks são excelentes indicadores verticais afim de se definir linhas de paleo-praia. Através da análise das estruturas sedimentares e tamanho dos grãos dessas rochas, pode-se definir o nível do mar durante o processo de deposição com maior precisão. Como o litoral do

estado do Rio de Janeiro é dominado por micro marés, com pouca variação entre a máxima e a mínima, a margem de erro para as altitudes é mínima.

Ainda segundo Castro *et al.* (2014) as conchas de moluscos identificadas em substratos lamosos e arenosos nas regiões pântanos e margens de rios na área de estudo são indicadores de projeção horizontal, que definem apenas a área afetada pela inundação marinha durante o *optimum* climático holocênico na planície costeira de Cabo Frio (Figuras 6 e 7).



**Figura 6:** Camada bioclástica formada principalmente por conchas de molusco em substrato areno-lamoso.

Fonte: modificado de CUNHA, 2016.



**Figura 7:** Conchas de molusco em substrato areno-lamoso, muitas encontradas em posição de vida.

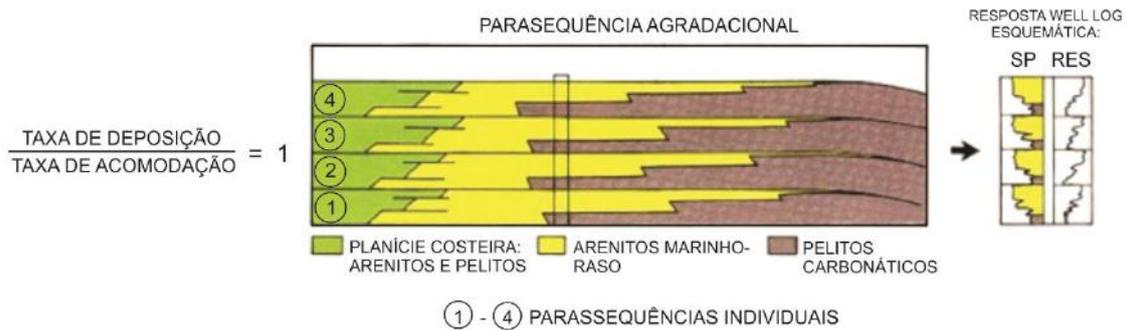
### **3.2. Datação Radiométrica Carbono 14**

O Radiocarbono, ou carbono 14, é um isótopo do elemento carbono que é instável e levemente radioativo. Os isótopos estáveis são o carbono 12 e carbono 13. O carbono 14 está sendo continuamente formado na atmosfera superior pelo efeito de raios cósmicos de nêutrons em átomos de nitrogênio 14. Este é rapidamente oxidado no ar para formar dióxido de carbono e entrar no ciclo global do carbono. As plantas e os animais assimilam o carbono 14 do dióxido de carbono ao longo de toda a sua vida. Quando morrem, param de trocar carbono com a biosfera e seu conteúdo de carbono 14 tende a diminuir a uma taxa determinada pela lei do decaimento radioativo. A datação por radiocarbono é essencialmente um método desenvolvido para medir radioatividade residual. Ao saber o quanto de carbono 14 resta em uma amostra, a idade do organismo quando morreu pode ser conhecida. Portanto, o método de datação por radiocarbono releva uma idade convencional na forma de anos AP. (antes do presente), que possui uma margem de erro para mais e para menos e essa idade convencional obtida deve ser calibrada para uma maior precisão.

### **3.3. Arquitetura Depositional do Ambiente Costeiro**

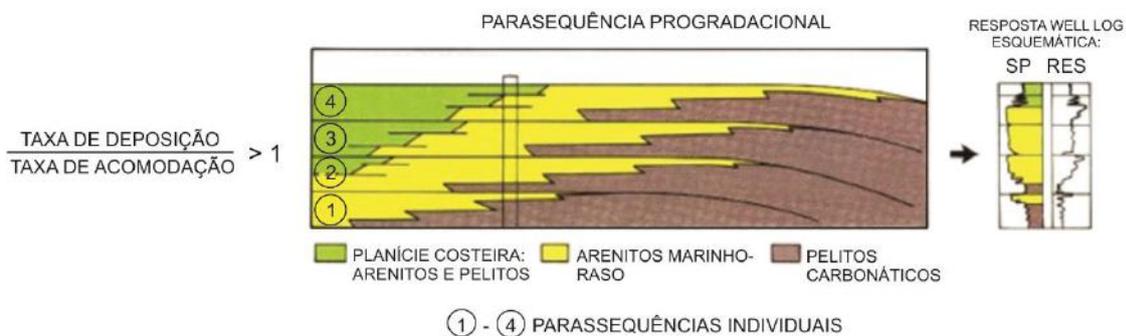
De acordo com Posamentier & Vail (1988) a distribuição espacial de fácies sedimentares e o padrão estratal dependem da quantidade de espaço disponível para a acomodação do depósito sedimentar (espaço de acomodação) e da taxa de variação de novos espaços adicionados (taxa de acomodação). Este balanço entre as taxas de aporte sedimentar e de acomodação serão determinantes para definir o padrão de empilhamento de estratos e se definem como: agradacional, progradacional ou retrogradacional.

Severiano Ribeiro (2001) define o processo de agradação quando o suprimento sedimentar e o espaço de acomodação variam na mesma taxa. Este equilíbrio gera um empilhamento de fácies vertical sem a mistura entre depósitos continentais, costeiros e marinhos (Figura 8). Não há, portanto, migração dos depósitos costeiros nem para o sentido do mar nem para o sentido do continente.



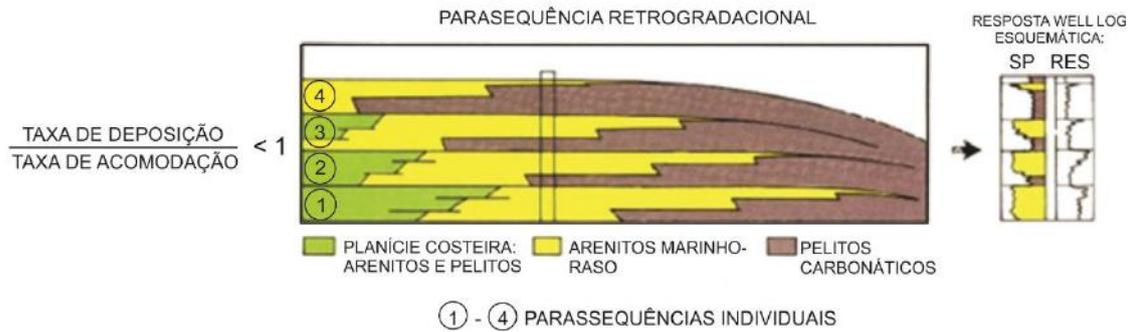
**Figura 8:** Padrão agradacional de empilhamento das parassequências. Fonte: Modificado de Van Wagoner et al., (1988).

Progradação ocorre em uma situação onde a taxa de suprimento sedimentar é maior do que a taxa de geração de espaço de acomodação (Figura 9). Este desequilíbrio gera um avanço dos depósitos costeiros para o sentido do mar, desta forma os estratos se sobrepõem e é possível identificar depósitos marinhos cobertos por depósitos costeiros que por sua vez estão cobertos por depósitos costeiros (Severiano Ribeiro, 2001).



**Figura 9:** Padrão progradacional de empilhamento das parassequências. Fonte: Modificado de Van Wagoner et al., (1988).

Retrogradação ocorre em uma situação onde a taxa de suprimento sedimentar é menor do que a taxa de geração de espaço de acomodação (Figura 10). Este desequilíbrio gera um recuo dos depósitos costeiros com relação ao sentido do mar, desta forma os estratos se sobrepõem e é possível identificar depósitos continentais cobertos por depósitos costeiros e que por sua vez estão cobertos por depósitos marinhos (Severiano Ribeiro, 2001).



**Figura 10:** Padrão retrogradacional de empilhamento das parasequências. Fonte: Modificado de Van Wagoner et al., (1988).

## 4. DIAGNÓSTICO AMBIENTAL

### 4.1. Condicionantes Geológicos

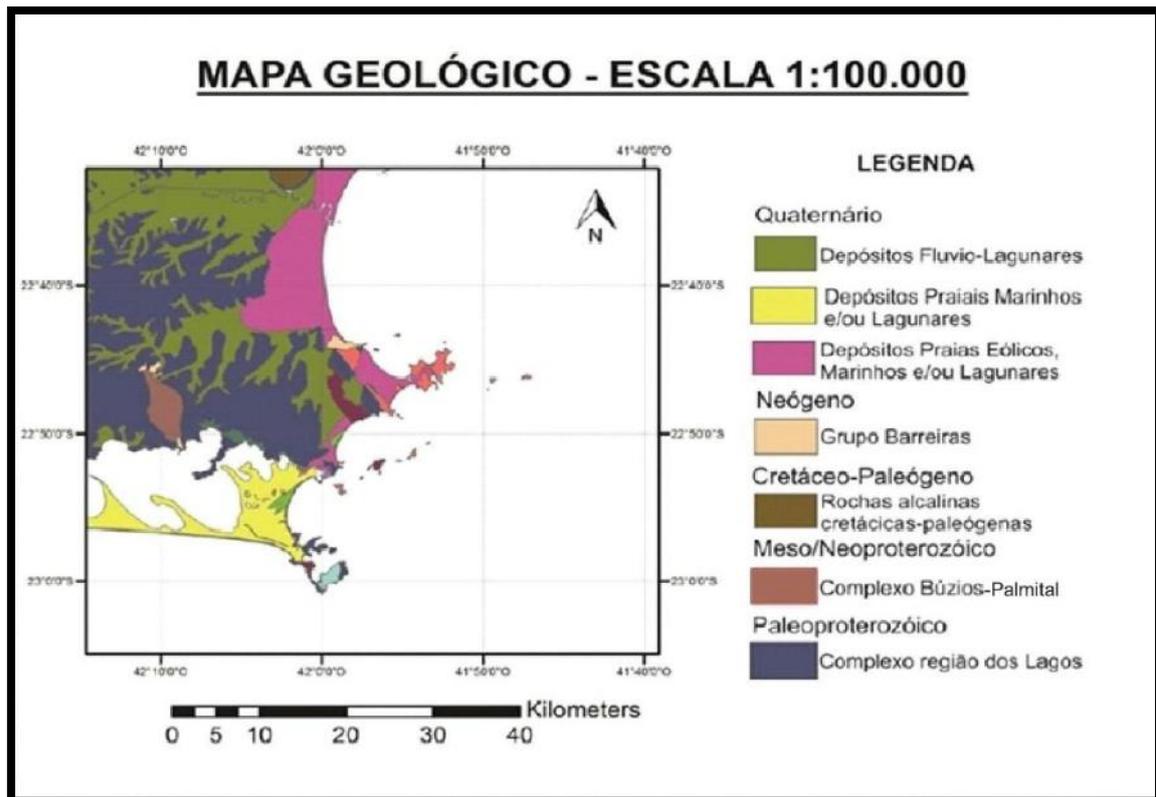
A área de estudo insere-se no Domínio Tectônico de Cabo Frio, segmento central da Faixa Ribeira (HEILBRON *et al.*, 2004). Conforme trabalho desenvolvido por SCHMITT (2001), esse domínio é constituído por embasamento do Paleoproterozóico, intercalado tectonicamente com metassedimentos e anfibolitos mais jovens. Nessa região situa-se a planície costeira, representada por uma sequência de cordões arenosos e pântanos, associadas ao último máximo transgressivo (TURQ *et al.*, 1999). A sedimentação marinha isolou corpos lagunares que ocuparam fundos de vales. Posteriormente, as lagunas foram ressecadas e parcialmente recobertas por sedimentos aluviais até os dias atuais (MARTIN *et al.*, 1997). A Figura 11 ilustra os condicionantes geológicos da área.

Os depósitos quaternários caracterizam-se por sedimentos marinhos e continentais de idade pleistocênica e holocênica (CASTRO *et al.*, 2014). Os sedimentos pleistocênicos caracterizam-se por terraços arenosos de coloração esbranquiçada na superfície e acastanhados em profundidade (MARTIN *et al.*, 1997). Sedimentos de coloração escura geralmente são atribuídos à presença de matéria orgânica. As porções mais internas das planícies costeiras podem variar de 8,0 a 10,0 m de altitude, diminuindo em direção ao mar (MARTIN *et al.*, 1997). Os vales são ocupados por sistema de drenagem de pequeno porte representados pelos rios São João e Una. Conforme CASTRO *et al.*, (2009) os terraços holocênicos caracterizam-se por terras baixas e pantanosas, datadas em aproximadamente 5.100 anos AP. Em geral, os sedimentos são constituídos por material

síltico e areno-argiloso, rico em matéria orgânica. Nesses depósitos, registra-se a ocorrência de grande quantidade de conchas de moluscos típicas de ambientes paleolagunares.

CASTRO *et al.*, (2014) identificaram pela primeira vez no sudeste brasileiro, registros negativos do nível relativo do mar em rochas de praia (*beachrocks*), envolvendo a transição final do Pleistoceno e início do Holoceno. Após essa transição, iniciou-se um processo relativamente rápido de subida do nível do mar. Há aproximadamente 8.500 anos cal AP., o nível marinho, encontrava-se a - 0,5 m abaixo do nível atual (CASTRO *et al.* 2014). Conforme MARTIN *et al.*, (1985) o “zero” (nível médio atual) foi ultrapassado pela primeira vez no Holoceno há cerca de 7.500 anos AP. Entre 5.500 a 4.500 cal anos AP., o nível relativo do mar atingiu o primeiro máximo holocênico com altura de + 3,0 m acima do atual (CASTRO *et al.*, 2014). A descida do nível relativo do mar subsequente ao máximo transgressivo levou à construção de terraços marinhos, resultando na progradação da linha de costa até o presente.

Os terraços marinhos holocênicos situam-se mais próximos à linha de costa em relação aos pleistocênicos. Normalmente, são separados por áreas baixas e pantanosas exibem alinhamentos de cristas de praias mais contínuos e pouco espaçados. Depósitos de areias marinhas holocênicas ocorrem de modo contínuo na região estudada, apresentam-se com extensões de dezenas de metros até vários quilômetros, principalmente próximo as desembocaduras fluviais mais importantes (MARTIN *et al.*, 1997). Durante a fase de submersão, que antecedeu o nível máximo de 5.100 anos AP., o litoral foi invadido pelo mar formando sistemas lagunares, estabelecidos por detrás de ilhas-barreiras nas desembocaduras ou nos cursos inferiores dos rios. Após 5.100 anos AP., em consequência do rebaixamento do nível do mar, as lagunas foram praticamente dissecadas ao mesmo tempo em que foram colmatadas e substituídas por áreas pantanosas (MARTIN *et al.*, 1997). No Holoceno Superior registra-se a ocorrência de dunas oblíquas escalonares “*climbing dunes*” submetidas a regime de vento unimodal nordeste (CASTRO *et al.*, 2009). O desenvolvimento morfológico dos campos de dunas deve-se ao microclima semi-árido da região de Cabo Frio.



**Figura 11:** Mapa geológico da área de estudo no contexto do Estado do Rio de Janeiro. Fonte: modificado de CPRM/2016.

## 4.2. Aspectos Climáticos

A região de Cabo Frio possui uma característica distinta de toda a costa fluminense e pode ser classificado como microclima semi-árido quente, similar ao nordeste brasileiro, devido a sua baixa pluviosidade, constância dos ventos e pela alta evaporação (Barbieri, 1975 apud Silva, 2009). Essa região apresenta forte influência do fenômeno de ressurgência e, de acordo com Martin *et al.* (1996), este fenômeno junto ao regime eólico, são os responsáveis por tal anomalia climática. De acordo com Valentim (1984), a ressurgência na região de Cabo Frio ocorre devido a sua topografia da costa, direção predominante dos ventos em NE, a convergência de forças geradas pela Corrente do Brasil e do Efeito de Coriolis.

O fenômeno da ressurgência é controlado pelo regime dos ventos, sendo ativado pelos ventos de NE, desaparece com ventos do segmento sul, ligados à passagem de frentes frias. Os ventos de NE são mais frequentes na primavera e no verão. Como consequência, as águas oceânicas de superfície ficam frias, durante esse período do ano,

que impede as chuvas convectivas. Segundo Martin *et al.* (1996) e Tanaka (1986), durante o inverno os ventos do segmento sul são mais frequentes, tornado as águas oceânicas mais quentes.

O regime de ventos predominante é de NE na região de Cabo Frio, este padrão se reflete na orientação dos extensos campos de dunas que são encontrados nas planícies costeiras e praias como as do Forte e Perú (Guerra *et al.* 2005). Possuem alta frequência e intensidade média de 4,6 m/s, ocorrendo durante o ano inteiro e com maior incidência no período de janeiro e agosto, e a menor frequência nos meses de abril e maio.

O vento mais significativo na região é o alísio de nordeste, sendo um vento constante durante o ano todo. A evaporação é também, praticamente constante, variando apenas cerca de 12mm entre os valores totais mensais extremos. Os meses de maior incidência são janeiro e agosto; e os de menor incidência são abril e maio (DAU, 1960). A passagem de frentes frias faz com que o vento mude de direção para SW e sopra paralelamente à costa em direção à N. Tais ventos tendem a ser fortes e violentos, produzindo fortes chuvas na região de Cabo Frio (BARBIERI, 1975).

Durante os últimos 18 anos o Porto do Forno em Arraial do Cabo, RJ realizou medições maregráficas que registraram o nível do mar estável neste período. A amplitude máxima da maré é de aproximadamente 1.0 m (Savi, 2007).

### **4.3. Aspectos Oceanográficos**

Trabalhos desenvolvidos na baía de Campos definem o clima de ondas da região como predominantemente de tempo bom, com variações no quadrante nordeste e ocorrências de ondulações de tempestade provenientes de Anticiclones do Atlântico Sul (AAS) associadas aos sistemas frontais e frentes frias polares com direção leste-sudeste (Silva, 2009). A altura predominante das ondas significativas “Hs” na região de Rio das Ostras, ocorre na classe de 1,0 a 2,0 m em 40% das observações efetuadas. A segunda classe de 2,0 a 3,0 m representa 20 a 28%. A classe 0,0 a 1,0 m ocupa a terceira posição com 15 a 26%. Verificou-se que o quadrante sul é responsável pelo maior percentual de ondas de 2,0 a 3,0 m. Para ondas menores de 1,0 m, a situação se inverte, sendo a direção nordeste aquela cujo percentual de ondas é maior, seguido pelas direções leste, sudeste e sul. As ondas mais altas neste trecho da costa brasileira são do quadrante sul

caracterizadas por ressacas ocasionais com altura na arrebentação inferior a 3,0 m (Silva, 2009). Nessa região, o período médio das ondas é de 5 a 8 s. Períodos acima de 10 s representam estado de mar caracterizado por ondulações de tempestade não muito freqüente nesse trecho de litoral fluminense. Registros de períodos provenientes de ondas de nordeste são de 5 a 6 s com 30% das medições. Ondas de leste apresentam períodos de 6 a 7 s em 27% das ocorrências. Ondas de sudeste apresentam períodos mais freqüentes no intervalo de 6 a 7 s com 30%. A direção sul apresenta classes de períodos com maior percentual de ocorrência de 6 a 8 s correspondendo 27%. O regime de maré caracteriza-se como do tipo assimétrico e semi-diurno com amplitude de aproximadamente 1,0 m (Silva, 2009).

#### **4.4. A Bacia do Rio Una**

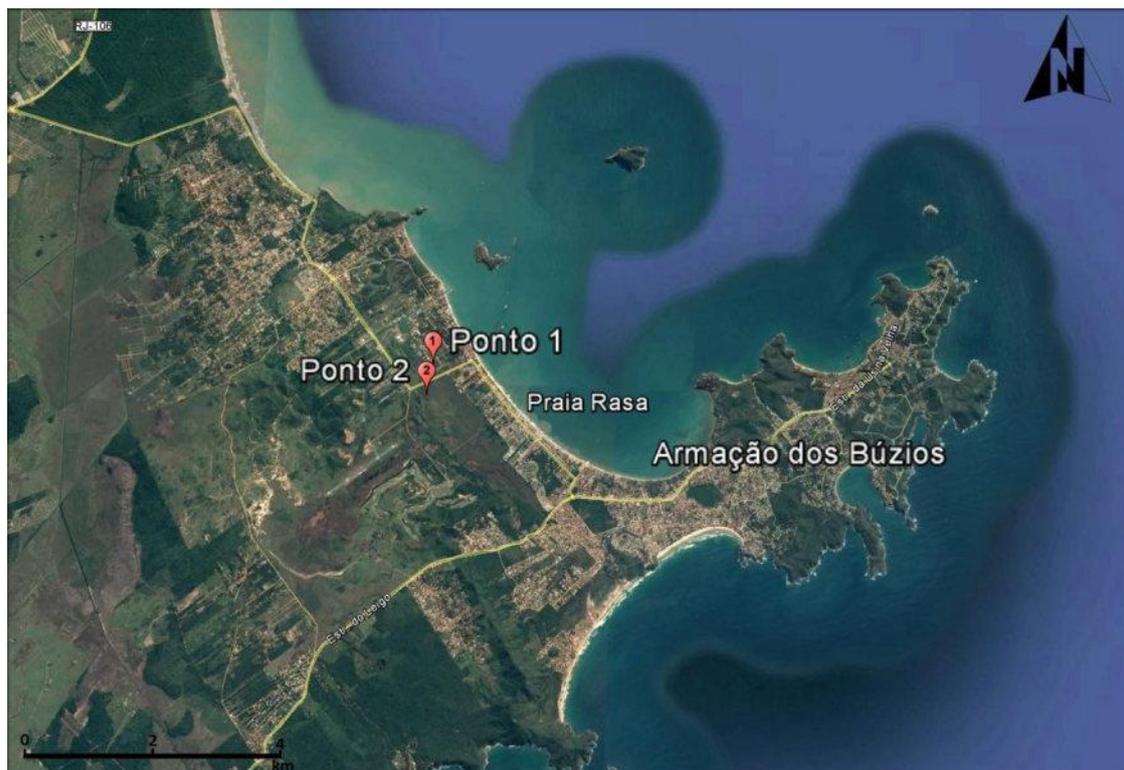
A bacia hidrográfica do Rio Una drena uma área de 477 km<sup>2</sup>, compreendendo parte dos municípios de Cabo Frio, Araruama, São Pedro da Aldeia e Iguaba Grande. O Rio Una tem como formador o Rio Godinho, que nasce em Araruama com o nome de Córrego do Poço, próximo a Via Lagos. A nascente é no morro de Igarapiapunha, com pouco mais 130 metros de altitude (Figura 12).

No trecho inicial, na zona de colinas, o Rio Una recebe pela margem direita os Rios Conceição e o Carijó, que no seu trajeto passa pela vila de São Vicente. Pouco depois da confluência com o Carijó, o Rio Una ingressa na baixada e segue por 23 km até atingir a foz. O Rio Una apresenta, na maior parte de seu percurso, trechos que foram retilinizados na década de 70. No seu curso superior, pela margem esquerda, recebe afluentes de pouca expressão. Pela margem direita, afluem os rios Posse, Papicu, Frecheiras e o córrego do Retiro, todos desaguando, principalmente, nos pântanos, sem apresentarem percursos definidos até o rio (Comitê de Bacias Lagos São João, 2004).

O rio atravessa uma zona baixa composta pelos pântanos do Itaí, Trimumú, Ramalho e da Malhada. Seu curso ao longo da baixada é uma sucessão de quatro retas até a estrada RJ 106. Neste ponto, ao norte de Tamoios, e daí em diante o canal faz um trajeto em formato de meia lua até desaguar na praia de Unamar, dentro de propriedade da Marinha, a 5 km ao norte da ponta do Pai Vitório.



se um GPS *Garmin etrex Venture HC* em *UTM* com o *datum SAD 69* no sistema de projeção *WGS 84*. Os afloramentos foram documentados através de fotografias. Os dois perfis estratigráficos foram desenvolvidos com uso de trena métrica visando definir a espessura de cada camada. O afloramento Marina Porto Búzios (Ponto1) tem coordenadas geográficas  $22^{\circ}45'19''$  S;  $41^{\circ}57'10''$  W, enquanto o Canal Interno (Ponto 2) possui como coordenadas geográficas  $22^{\circ}45'35''$  S;  $41^{\circ}57'13''$  W (Figura 13).



**Figura 13:** Localização dos pontos de coletas de amostras no contexto da Península de Armação dos Búzios - Rio de Janeiro.

## 5.2. Análises Sedimentológica e Estratigráfica

Em laboratório, os perfis elaborados em campo foram escaneados e digitalizados com a aplicação do *software Corel Draw X7*. A partir da análise detalhada dos perfis, foi possível elaborar tabelas de fácies, contendo atributos referentes a código, diagnose, descrição e interpretação.

A análise granulométrica envolvendo o diâmetro mediano dos grãos ( $D^{50}$ ) foi realizada por peneiramento no agitador magnético *Haver & Boecker*. As análises foram

realizadas no Laboratório de Geologia Costeira, Sedimentologia e Meio Ambiente - LAGECOST do Departamento de Geologia e Paleontologia, Museu Nacional - UFRJ.

### **5.3. Análises Taxonômicas e Paleoambientais**

As análises taxonômicas e paleoambientais foram realizadas em todo e qualquer fragmento de concha ou concha superior a um milímetro. Tais análises seguiram critérios biológicos de descrição e quantificação determinados por RIOS, 1994. Foi contabilizada uma unidade de concha para cada valva, ou seja, um bivalve em posição de vida contabilizou duas unidades. O material foi lavado em água corrente com o auxílio de uma peneira para retirada dos sedimentos aderidos às conchas. Após a etapa de lavagem, o material foi posto para secar naturalmente visando às análises taxonômicas e paleoambientais.

Para a análise de parâmetros ecológicos, foram analisadas as variáveis: batimetria; ocorrência; habitat; frequência e alimentação conforme CUNHA *et al.*, (2011). Só foi possível atribuir esses parâmetros ecológicos aos espécimes passíveis de identificação a olho nu. Todas as espécies holocênicas são encontradas na costa brasileira até os dias atuais.

### **5.4. Datação a Radiocarbono C<sup>14</sup>**

Três amostras, sendo duas de conchas de moluscos e uma de lama orgânica, foram encaminhadas para o Laboratório *Beta Analytic Inc*, Miami - Estados Unidos visando obter a idade das camadas identificadas nos perfis. As datações empregaram o método radiocarbono C<sup>14</sup>, com as técnicas *Radiometric Plus* e *Percent Modern Carbon - pMC*. Os resultados são relatados em *pMC* quando o material analisado apresenta mais C<sup>14</sup> do que o moderno até 1950, ou seja, aponta que o material analisado fazia parte de um sistema que respirava carbono após o teste nuclear da década de 1950. No Canal Marina Porto Búzios (Ponto 1), foi enviada uma amostra de sedimentos bioclásticos e Canal Interno (Ponto 2), foram enviadas duas amostras, uma contendo sedimentos bioclásticos e outra lama orgânica. Informações sobre isótopos de oxigênio de duas amostras correspondentes às conchas de moluscos também foram obtidas.

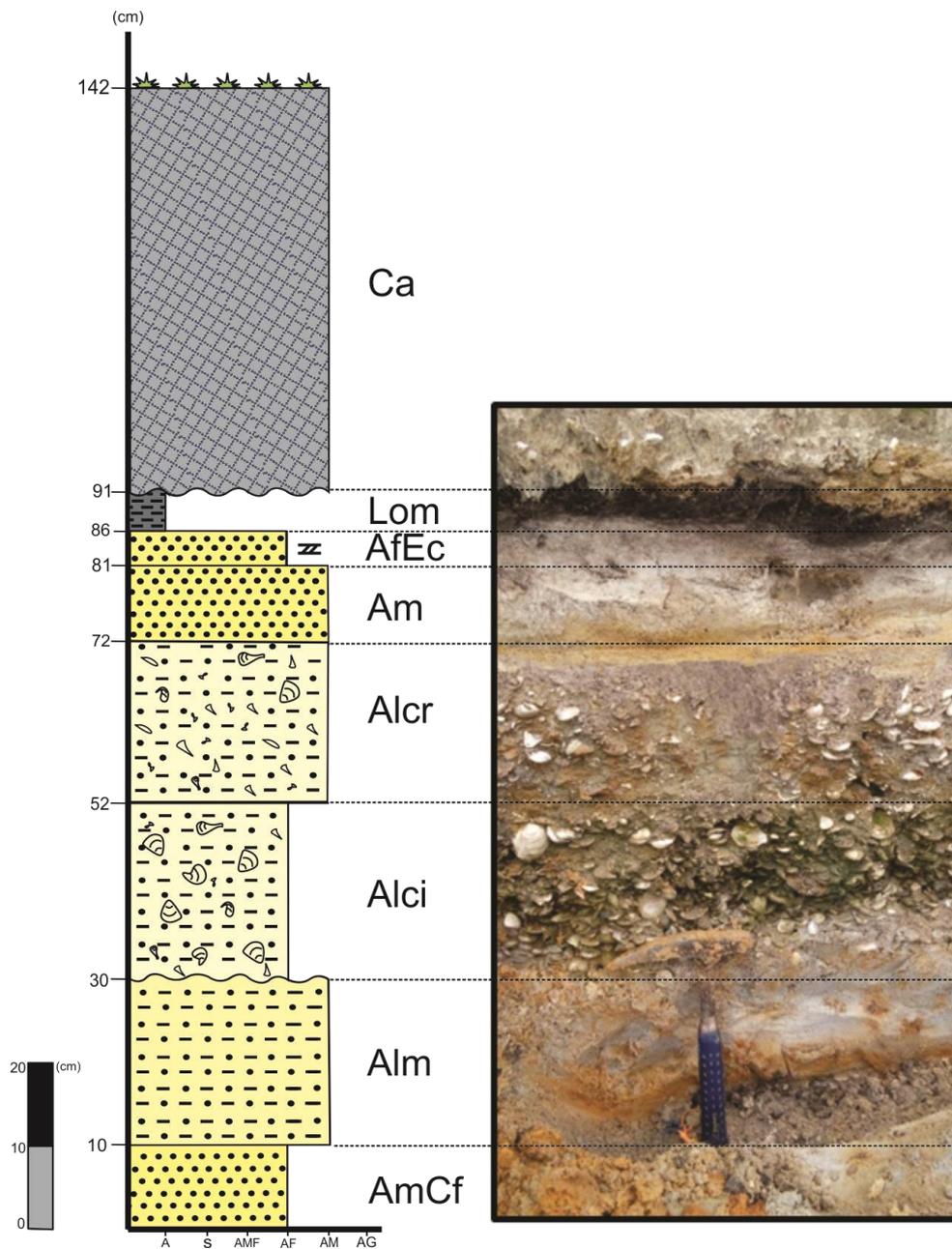
## **6. RESULTADOS**

### **6.1. Análise Sedimentológica e Perfis Estratigráficos**

Os perfis estratigráficos caracterizam-se por camadas arenosas e areno-lamosas com o topo lamoso orgânico. No topo do afloramento do Ponto 1, registra-se a ocorrência de material antrópico constituído por uma camada de aterro de 1,0 m. No afloramento do Ponto 2 não foi observada a presença de material antrópico. Em todos os perfis, registrou-se a ocorrência de camadas construídas por conchas de moluscos entre 0,20 a 0,40 m de espessura, algumas delas em posição de vida.

#### **6.1.1. Canal Marina Porto Búzios**

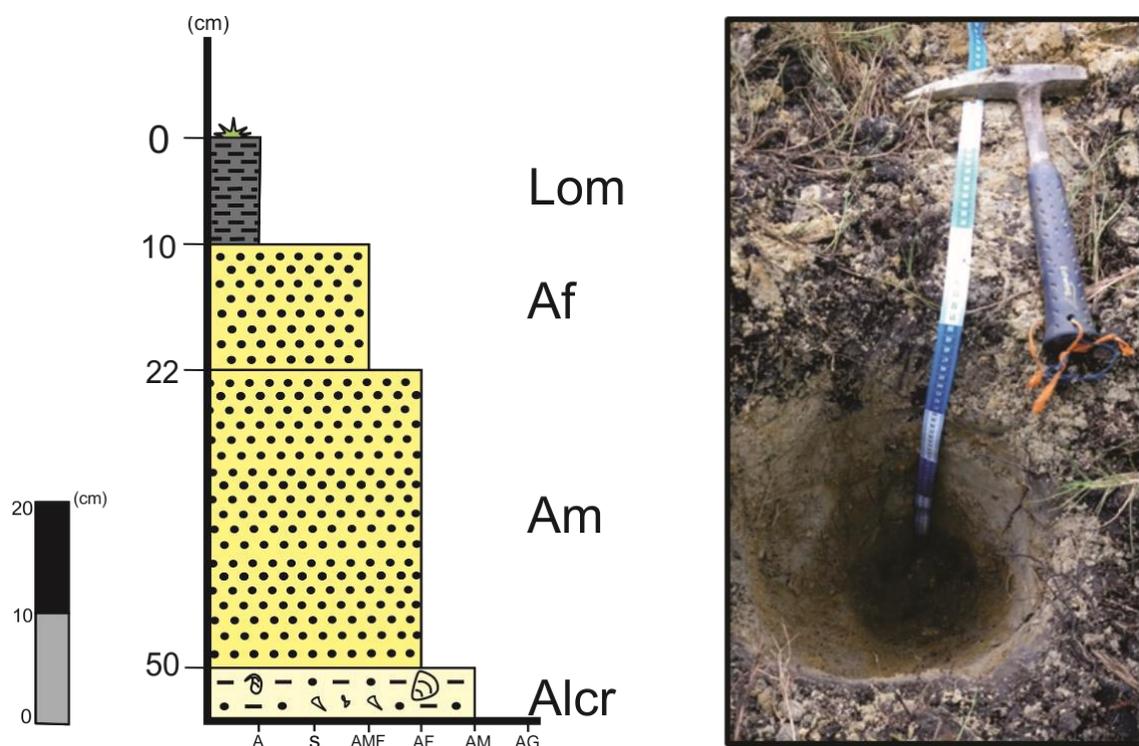
O afloramento do Canal Marina Porto Búzios (Ponto 1), apresenta aproximadamente 1,42 m de espessura. A camada basal caracteriza-se por areia média com concreções ferruginosas, de 0,10 m. Sobrepondo, observa-se uma camada de areia-lamosa maciça de 0,20 m. Acima encontra-se uma camada areno-lamosa com conchas inteiras, algumas em posição de vida, de 0,22 m. Em seguida, identifica-se uma camada areno-lamosa com conchas retrabalhadas de 0,20 m. Logo acima, observa-se uma camada de areia média de 0,09 m. Em seguida, verifica-se camada de areia fina com estratificação cruzada de baixo ângulo, aproximadamente 3°, com 0,05 m de espessura. A camada subsequente caracteriza-se por lama orgânica maciça de coloração escura, de 0,05 m. Por fim, marcando o topo do afloramento, registra-se camada antrópica formada por remoção dos materiais depositados próximos ao afloramento, de aproximadamente 0,51 m (Figura 14).



**Figura 14:** Perfil estratigráfico do ponto Marina Porto Búzios, Armação dos Búzios, Rio de Janeiro. (**AmCf**) areia média com concreções ferruginosas. (**Alm**) areia lamosa maciça. (**Alci**) areia lamosa com conchas inteiras. (**Alcr**) areia lamosa com conchas retrabalhadas. (**Am**) areia maciça. (**AfEc**) areia fina com estratificação cruzada de baixo ângulo. (**Lom**) lama orgânica maciça. (**Ca**) camada de material antrópico.

### 6.1.2. Canal Interno

Na escavação realizada por tradagem no segmento interno da região do Canal Marina Porto Búzios (Ponto 2), atingiu-se a profundidade de aproximadamente 0,55 m. A camada mais profunda caracteriza-se por areno-lamosa com conchas retrabalhadas. Sobrepondo, observa-se uma camada de areia média, de 0,28 m. Em seguida, verifica-se uma camada de areia fina, de 0,12 m. Na porção superficial verificou-se a presença de uma camada de lama orgânica maciça atingindo 0,10 m (Figura 15).



**Figura 15:** Perfil estratigráfico do ponto Canal Interno, Armação dos Búzios, Rio de Janeiro. (**Alcr**) areia lamosa com conchas retrabalhadas. (**Am**) areia maciça. (**Af**) areia fina. (**Lom**) lama orgânica maciça.

### 6.2. Tabela de Fácies

A partir das análises sedimentológicas e faciológicas, foi possível identificar nos perfis oito fácies distintas. A Tabela 1 apresenta resultados faciológicos, contendo atributos referentes a: código de fácies; diagnose; descrição e interpretação.

**Tabela 1:** Descrição de oito litofácies identificadas nos perfis estratigráficos da área da área de estudo.

	<b>Diagnose</b>	<b>Descrição</b>	<b>Interpretação</b>
<b>Ca</b>	Camada antrópica	Camada antrópica. Material contendo mistura das camadas descritas no perfil. Estrato arbustivo de aproximadamente 10 cm.	Ambiente antrópico com forte remobilização de material anteriormente depositado.
<b>LOm</b>	Lama Orgânica maciça	Camada de argila orgânica de coloração cinzenta escura. Denota, aparentemente, a fase pântano.	Ambiente de pântano costeiro.
<b>AfEc</b>	Areia Fina com Estratificação Cruzada	Camada de areia fina a média, bem selecionada, grãos subarredondados a arredondados e coloração branco-cinzenta. Mineralogia predominante: Quartzo e opacos (aproximadamente 5%). Apresenta estratificação cruzada de baixo ângulo (aproximadamente 11°).	Ambiente de praia dissipativa de baixa energia devido as estruturas sedimentares apresentarem baixo ângulo de inclinação.
<b>Am</b>	Areia Média	Camada de areia média a fina, bem selecionada, grãos subangulosos a angulosos com pequenas porções subarredondados e coloração amarelada. Mineralogia predominante: Quartzo e opacos (aproximadamente 3%).	Ambiente lagunar aberto com influência marcante da ação de ondas e processos litorâneos.
<b>ALcr</b>	Areia lamosa com conchas retrabalhadas	Camada de conchas, areia média e lama (silte e argila), moderadamente bem selecionada, grãos de areia subarredondados a arredondado e coloração cinzenta. Conchas fragmentadas e conchas bem preservadas e em posição de vida, de coloração branca. Mineralogia predominante: Quartzo.	Ambiente lagunar restrito, submetido ocasionalmente a ondas capilares e eólicas (vagas)
<b>ALci</b>	Areia Lamosa com conchas inteiras	Camada de conchas, areia média e lama (silte e argila), moderadamente bem selecionada, grãos de areia subarredondados a subangulosos e coloração cinzenta. Conchas brancas, bem conservadas e predominantemente de bivalves. Mineralogia predominante: Quartzo. Camada bem empacotada.	Ambiente lagunar de baixa energia. O processo deposicional marca a transgressão marinha.
<b>ALm</b>	Areia Lamosa maciça	Camada de areia média a fina, moderadamente bem selecionada, grãos de areia subarredondados a subangulosos, com pequenas porções angulosas e coloração cinzenta e partes amareladas. Mineralogia predominante: Quartzo.	Ambiente lagunar restrito, submetido a baixa agitação de ondas.
<b>AmCf</b>	Areia média com concreções ferruginosas	Camada de areia fina, bem selecionada, grãos subarredondados, e coloração amarelada. Apresenta concreções de ferro. Mineralogia predominante: Quartzo.	Ambiente continental com forte influência da Formação Barreiras.

### 6.3. Tabela Taxonômica

Foram observadas 13 espécies distintas com conchas depositadas nas camadas correspondentes as fácies **Alcr** (Areia lamosa com conchas retrabalhadas) e **Alci** (Areia lamosa com conchas inteiras) nos dois pontos de coleta referentes à área de estudo. De todas as espécies analisadas, destaca-se a *Anomalocardia brasiliiana*, espécie que foi identificada em abundância em todas as amostras coletadas. Essas espécies apresentam tamanhos que variam entre 0,001 m a 0,30 m (Tabela 2).

**Tabela 2:** Informações das espécies de conchas de moluscos identificadas na área de estudo.

Espécie	Batimetria (m)	Ocorrência (Estados brasileiros)	Habitat	Unidades de concha	
				Ponto 1	Ponto 2
<i>Ostrea sp.</i>	-	-	Substrato rochoso e cascalhoso	101	16
<i>Cerithium atratum</i>	0 - 30	SC, PR, SP, RJ, ES, BA, SE, AL, PE, PB, RN, CE, PI, MA	Areia - Vive em fundos arenosos, enterrada ou sob ele; Lodo - Vive em fundos lodosos	55	26
<i>Corbula caribaea</i>	10 - 30	SP	Areia - Vive em fundos arenosos, enterrada ou sob ele; Lodo - Vive em fundos lodosos	1	2
<i>Tellina iheringi</i>	10 - 30	RJ	Areia - Vive em fundos arenosos, enterrada ou sob ele	4	0
<i>Tellina angulosa</i>	-	RJ	-	8	13
<i>Dosinia concentrica</i>	0 - 30	SP, RJ, ES	Areia - Vive em fundos arenosos, enterrada ou sob ele; Lodo - Vive em fundos lodosos	0	1
<i>Anomalocardia brasiliana</i>	0 - 30	RS, SC, PR, SP, RJ, ES, BA, SE, AL, PE, PB, RN, CE, PI, MA	Areia - Vive em fundos arenosos, enterrada ou sob ele; Lodo - Vive em fundos lodosos	330	28
<i>Lucina pectinata</i>	0 - 10	SC, PR, SP, RJ, ES, BA, SE, AL, PE, PB, RN, CE, PI, MA, PA, AM	Areia - Vive em fundos arenosos, enterrada ou sob ele; Lodo - Vive em fundos lodosos	10	3
<i>Chione subrostrata</i>	0 - 30	SP, RJ, ES, BA	Areia - Vive em fundos arenosos, enterrada ou sob ele	7	0
<i>Bulla striata</i>	0 - 10	RS, SC, PR, SP, RJ, ES, BA, AL, PE, RN, CE, PI, MA	Areia - Vive em fundos arenosos, enterrada ou sob ele; Lodo - Vive em fundos lodosos Algas - Vive em algas marinhas	3	0
<i>Neritina virginea</i>	0 - 10	SC, PR, SP, RJ, ES, BA, AL, PE, PB, RN, CE, PI, MA, PA	Areia - Vive em fundos arenosos, enterrada ou sob ele; Lodo - Vive em fundos lodosos rocha - Vive sob ou sobre Rochas	8	0
<i>Paradentalium disparile</i>	0 - 70	SC, SP, ES, AL, RN, CE, MA, PA, AM	Areia - Vive em fundos arenosos, enterrada ou sob ele; Cascalho - Vivem em fundos de cascalho de coral, rocha ou conchas	1	0
<i>Trachycardium muricatum</i>	0 - 30	RS, SC, PR, SP, RJ, ES, BA, SE, AL, PE, PB, RN e, CE, PI, MA, PA, AM	Areia - Vive em fundos arenosos, enterrada ou sob ele; Cascalho - Vivem em fundos de cascalho de coral, rocha ou conchas	1	0

#### 6.4. Datações Radiométricas

As idades obtidas ao radiocarbono  $C^{14}$  em conchas de moluscos *A. brasiliana* das amostras coletadas no Canal Marina Porto Búzios (Pontos 1) e no Canal Interno (Ponto 2) variam entre 5.470 a 5.910 cal anos AP. Dados geocronológicos em sedimentos constituídos por lama orgânica superficial no Ponto 2 apresentam idade muito recente:  $108 \pm 0.3$  pMC (Tabela 3).

**Tabela 3:** Datações ao radiocarbono  $C^{14}$  na área de estudo, Península de Armação de Búzios - Rio de Janeiro.

Localização	Latitude	Longitude	Idade Convencional (anos AP.)	Idade Calibrada $2\sigma$ (anos AP.)	Resultados dos Isótopos ‰	Laboratório
Canal Interno	22°45'35" S	41°57'13" W	5.240 ± 30	5.675 a 5470	$\delta^{13}C = -2,1$ $\delta^{18}O = -0,7$	Beta Analytic
Marina Porto Búzios	22°45'19" S	41°57'10" W	5.450 ± 30	5.910 a 5680	$\delta^{13}C = -1,4$ $\delta^{18}O = -0,8$	Beta Analytic
Canal Interno	22°45'35" S	41°57'13" W	108,3 ± 0.3 pMC	-----	$\delta^{13}C = -21,9$	Beta Analytic

#### 6.5. Palinologia

Dados obtidos através de análise palinológica de material constituído por argila orgânica, de coloração escura, identificou a presença de microfósseis foraminíferos bentônicos. Não análise em lâminas delgadas, não foi possível determinar as espécies destes microfósseis.

### 7. DISCUSSÃO

#### 7.1. Tabela de fácies

A litofácies **AmCf** constituída por areia média com concreções ferruginosas caracteriza-se por ambiente de sedimentação continental fortemente influenciado pela Formação Barreiras (CUNHA *et al.*, 2017). A litofácies **ALm**, caracterizada por sedimentos lamosos maciços, denota ambiente lagunar restrito, submetido a baixa

agitação de ondas (CASTRO *et al.*, 2014). Esta litofácies marca o início da transgressão máxima holocênica na região da planície costeira de Cabo Frio, Rio de Janeiro. A litofácies **ALci** representada por areia lamosa com conchas inteiras, bem empacotada, caracteriza-se por ambiente lagunar de baixa energia. O processo deposicional marca a transgressão marinha holocênica, denominada de "Transgressão Cabo Frio" por CASTRO *et al.*, (2014). A litofácies **ALcr** constituída por sedimentos arenosos e lamosos com conchas retrabalhadas, denota ambiente lagunar restrito, submetido ocasionalmente a ondas capilares e eólicas (vagas). A deposição das conchas de moluscos ocorreu principalmente na borda das paleolagunas. A litofácies **Am** é representada por areia média, denotando ambiente lagunar aberto com influência marcante da ação de ondas e processos litorâneos. A litofácies **AfEc** caracteriza-se por areia fina com estratificação cruzada de baixo ângulo e denota ambiente de praia dissipativa de baixa energia. A litofácies **LOm**, constituída por lama orgânica maciça, denota a fase pântano. Do ponto de vista paleoambiental, marca a regressão marinha holocênica, iniciada por volta de 4900 anos AP (MARTIN *et al.*, 1997; CASTRO *et al.*, 2014 e CUNHA *et al.*, 2017).

## 7.2. Taxonomia

Pela perspectiva taxonômica, a estrutura populacional da espécie *Anomalocardia brasiliiana*, caracterizada por formas adultas e jovens, sugere morte não-seletiva ou catastrófica da comunidade. Este evento catastrófico possivelmente desenvolveu-se durante a descida do nível do mar (SENRA & SILVA, 2002). O recuo muito rápido da linha d'água favoreceu a mortandade generalizada da espécie (CASTRO *et al.*, 2014). Análise de dados bioestratigráficos, de fragmentação e bioerosão sugerem ambiente lagunar similar ao identificado por MARTIN *et al.*, 1997.

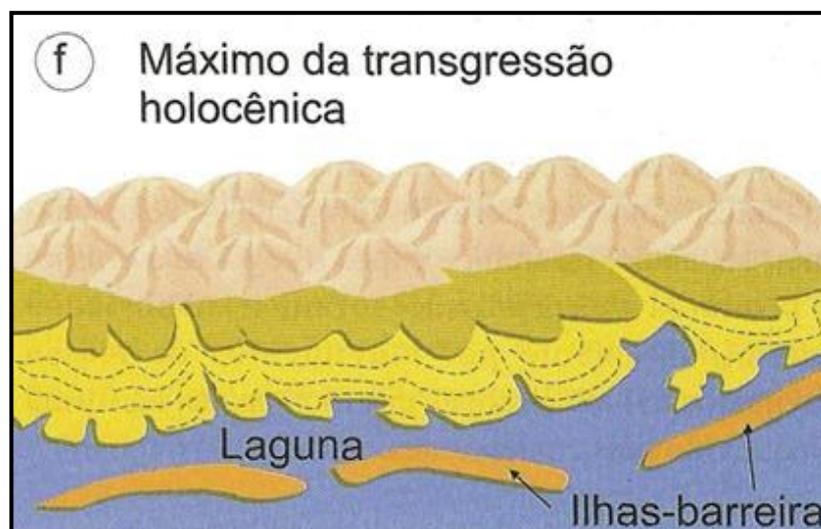
## 7.3. Datações ao Radiocarbono

As idades obtidas ao radiocarbono  $C^{14}$  em conchas de moluscos *A. brasiliiana*, revelaram idade entre 5.470 e 5.910 anos cal AP. Enquadram-se no contexto da transgressão máxima holocênica, denominada localmente de Transgressão Cabo Frio por CASTRO *et al.*, (2014). Datações obtidas por CUNHA (2016) em um ponto próximo ao Canal Marina Porto Búzios, apresentam resultados similares aos obtidos nesse trabalho. Uma informação que chamou muita atenção foi o resultado obtidos através da técnica

radiométrica *Percent Modern Carbon* utilizada em sedimentos superficiais, constituídos por matéria orgânica. A idade obtida de  $108 \pm 0.3$  *pMC* representa muito provavelmente uma inundação marinha decorrente da passagem de evento extremo, no caso, um ciclone extratropical (CABRAL, 2017).

#### 7.4. Modelo de Evolução Costeira

A sucessão de fácies identificada nesse trabalho corresponde ao **Estágio F**, constituído pelo “máximo transgressivo holocênico” documentada por MARTIN *et al.*, (1997), conforme Figura 6. Durante a transgressão, as encostas voltadas para o mar da Formação Barreiras foram erodidas, esculpindo falésias. À medida que a inundação marinha permanecia, os sistemas laguna-barreira associados às desembocaduras do Rio Una e São João foram se formando. Segundo CUNHA (2016), após esse evento estabeleceu-se deltas intra-lagunares e/ou intra-estuarinos no qual o Rio Una desembocava na paleolaguna correspondente aos atuais pântanos costeiros. A progressiva descida do nível do mar causou transformação gradual de lagunas em lagos, seguidos por pântanos e, só então o Rio Una passou a fluir diretamente no oceano. Mais recentemente, dados obtidos por CABRAL (2017) através de datações ao radiocarbono utilizando a técnica *Percent Modern Carbon* e análise de microfósseis (foraminíferos bentônicos) identificaram a passagem de um ciclone extratropical por volta de  $108 \pm 0.3$  *pMC* na área estudada. Dados de  $\delta^{13}\text{C}$  no valor de  $-21,9$  ‰ sugerem que o ambiente de pântano atual eventualmente é submetido a ação de ondas de tempestade decorrentes de ciclones extratropicais.



**Figura 16:** Estágio F do modelo de evolução costeira proposto por de MARTIN *et al* (1996).

### 7.5. Controle Geomorfológico

Localmente a transgressão marinha holocênica foi controlada pelas condições geológicas e geomorfológicas, impostas pelo embasamento Paleoproterozóico, pela Formação Barreiras e pelos cordões litorâneos da área de entorno da bacia hidrográfica do Rio Una. Na simulação do Modelo Digital de Elevação - MDE da Figura 16 é possível observar as bacias do Rio Una e São João inundadas pela transgressão marinha holocênica, ocorrida no intervalo entre 6.335 a 4.800 cal anos AP. Durante esse episódio, o nível relativo do mar atingiu uma altura máxima entre + 2,50 a + 3,0 m acima do atual (CASTRO *et al.*, 2014). A transgressão marinha aqui identificada foi amplamente documentada na costa leste brasileira por SUGUIO *et al.*, (1985), MARTIN *et al.*, (1985), SUGUIO (1993), BEZERRA *et al.*, (2003), CALDAS *et al.*, (2006), CASTRO & SUGUIO (2010), CASTRO *et al.*, (2014) e CUNHA (2016).



**Figura 17:** Cenário geológico da transgressão marinha holocênica na região da Península de Búzios com o nível do mar 2,5 m acima do atual entre 5.500 a 4.700 anos cal AP. Fonte: modificado de PEREIRA (2016).

## 8. CONCLUSÃO

Dados sedimentológicos e faciológicos combinados a informações paleoambientais, permitiram identificar dois grupos de litofácies: litofácies de ambiente marinho restrito, indicando transgressão marinha, e litofácies de ambiente pantanoso,

indicando regressão marinha. As litofácies atribuídas ao ambiente marinho restrito foram **ALci** (Areia Lamosa com conchas inteiras), **ALm** (Areia Lamosa maciça) e **ALcr** (Areia Lamosa com conchas retrabalhadas). A litofácies atribuída ao ambiente pantanoso é **Lom** (Lama Orgânica Maciça). As litofácies identificadas nos perfis, se assemelham, do ponto de vista sedimentológico e faciológico, as litofácies identificadas por CUNHA *et al.*, (2017) e CUNHA (2016).

Idades obtidas ao radiocarbono em conchas de moluscos *Anomalocardia brasiliiana* se enquadram no intervalo de tempo correspondente ao início da transgressão marinha, o pico máximo holocênico e a descida brusca do nível relativo do mar. Essa mudança brusca acarretou a mortandade generalizada de moluscos. Muitas conchas encontram-se em posição de vida, marcando fortemente o registro bioclástico dos depósitos estudados. Informações sedimentológicas e faciológicas permitem a interpretação do modelo geral de evolução geológica/geomorfológica da área de estudo de forma a se enquadrar na proposta de MARTIN *et al.*, (1997), correspondente ao Estágio F. Este estágio corresponde a descida do nível relativo do mar, levando à formação de paleolagunas, cordões litorâneos e pântanos, resultando na progradação da linha de costa até o presente.

Conforme análise de material constituído por sedimentos de origem orgânica de coloração escura, verificou-se a presença de foraminíferos bentônicos nas amostras superficiais coletadas. Dados geocronológicos e de microfósseis (foraminíferos bentônicos) sugerem a passagem de um ciclone extratropical por volta de  $108 \pm 0.3$  pMC na planície costeira da Península de Armação de Búzios. Resultados obtidos por  $\delta^{13}\text{C}$  no valor de - 21,9 ‰ sugerem também ambiente submetido a forte influência marinha. A passagem desse evento destrutivo rompeu o cordão litorâneo que separa o mar da planície costeira, projetando-se para as regiões mais abrigadas da costa, constituídas principalmente por pântanos atuais. Resultados aqui apresentados corroboram com pesquisas anteriores e ajudam refinar o registro do nível relativo do mar holocênico na costa do sudeste brasileiro.

## 9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANGULO, R.J.& SOUZA, M.C. 2014. Revisão conceitual de indicadores costeiros de paleoníveis marinhos quaternários no Brasil. *Quaternary and Environmental Geosciences*. 05(2):01-32.
- ANGULO, R.J. & LESSA, G. C. 1997. The brazilian sea level curves: a critical review with emphasis on the curves from Paranaguá and Cananéia regions. *Marine Geology*, 140: 141-166.
- ASSINE, M.L 2001 Estratigrafia de Sequências – Fundamentos e Aplicações. São Leopoldo: *Unisinos*. 428 p.
- BERNARDES, A. P. 2008. *Indicadores tafonômicos da malacofauna da planície litorânea de Cabo Frio (Holoceno), RJ*. Programa de Pós-Graduação em Geologia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Dissertação de Mestrado, 54p.
- BRITO, I.A.M. & CARVALHO, M.G.P. 1978. Distribuição de invertebrados marinhos na planície costeira do Rio São João, Estado do Rio de Janeiro. *Anuário do Instituto de Geociências - UFRJ*, 2: 56-70.
- CABRAL, C.L. 2017. *Evidências geológicas da passagem de um ciclone extratropical na Península de Búzios - Rio de Janeiro: Análise de dados sedimentológicos*,

*palinológicos e geocronológicos. In: 39ª JORNADA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA - UFRJ. CD Room.*

CALHEIROS, A.L.S. 2006. *Variações do nível relativo do mar nos últimos 7.000 anos A.P. na planície costeira de Jacarepaguá – Rio de Janeiro: aplicação do programa calib 5.0.1.* Programa de Pós-Graduação em Geologia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Dissertação de mestrado, 110p.

CASTRO, J. W. A. CASTRO, MALTA, J. V., MIGUEL, L. L. A. J., CABRAL, C. L. & PESSAMILIO, A. B., 2017. Chronological reconstruction of eolianites and transversal mobile dunes of northwest coast of Ceará State - Brazil, in the last 3000 cal yrs BP. *Aeolian Research* 28: 51–57.

CASTRO, J.W.A; SUGUIO, K; SEOANE, J.C.S; CUNHA, A.M; DIAS, F.F. 2014. Sea level fluctuations and coastal evolution in the state of Rio de Janeiro, southeastern Brazil. *Annals of the Brazilian Academy of Sciences*. vol. 86 (2), p. 671 - 683.

CASTRO, J.W.A.; SUGUIO, K.; CUNHA; A.M. GUEDES, E.P.; TÂMEGA F. T. S. & RODRIGUEZ, R. R. 2012. Rochas de Praia (Beachrocks) da Ilha do Cabo Frio, Arraial do Cabo: Registro Geológico Ímpar da Transição Pleistoceno – Holoceno no Estado do Rio de Janeiro. *Anuário do Instituto de Geociências – UFRJ*, 35(1): 236-241.

- CASTRO, J.W.A. & SUGUIO, K. 2010. Holocene and Late Pleistocene Relative Sea Level Fluctuations in Cabo Frio Island, Rio de Janeiro State - Brazil. *In: CONGRÈS FRANÇAIS DE STRATIGRAPHIA, 4, STRATI, PARIS (FRANCE)*, p. 58 – 61.
- CASTRO, J.W.A., SENRA, M.C.E., RAMOS, R.R.C. 2009. Coquinas da paleolaguna da Reserva Tauá - Pântano da Malhada, Cabo Frio, RJ. *In: WINGE, M., SCHOBENHAUS, C., SOUZA, C.R.G., BERBET-BORN, M., QUEIROZ, E.T. CAMPOS, D.A. (Eds.). Sítios Geológicos e Paleontológicos do Brasil, vol.II, SIGEP. Brasília, p. 269-276.*
- CASTRO, J. W. A.; RAMOS, R.R.C.; SENRA, M.C.E. 2006. Coquinas da Paleolaguna da Reserva Tauá-Pântano da Malhada, Cabo Frio, RJ, um registro do *optimum* climático holocênico. *In: Winge,M.; Schobbenhaus,C.; Berbert-Born,M.; Queiroz,E.T.; Campos,D.A.; Souza,C.R.G.; Fernandes,A.C.S. (Edit.) Sítios Geológicos e Paleontológicos do Brasil. Publicado na Internet em 13/09/2006 no endereço <http://www.unb.br/ig/sigep/sitio004/sitio004.pdf>.*
- CASTRO, J.W.A.; CARVALHO, M.A.; MANSUR, K & SOLDAN, T.K. 2004. Paleolaguna de Tauá - Pântano da Malhada/Rio de Janeiro: registro clássico de transgressão marinha holocênica. *In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 42, Araxá. Boletim de Resumos, Araxá, p.685-686.*
- CUNHA, A.M; CASTRO, J.W.A; PEREIRA, F.M.B; CARVALHO, M.A; SUGUIO, K. 2017. Variações do nível relativo do mar durante o Holoceno na Bacia do Rio

Una, Cabo Frio - Rio de Janeiro: Aspectos Sedimentológicos, faciológicos e geocronológicos. *Revista Brasileira de Geomorfologia*. (Online), São Paulo, v.18, Nº.1, p.143-154.

CUNHA, A.M. 2016. *Reconstituição paleoambiental das variações do nível relativo do mar durante a transgressão holocênica na bacia hidrográfica do Rio Una, região de Cabo Frio - Estado do Rio de Janeiro*. Departamento de Geologia - Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. Tese de Doutorado, 116 p.

CUNHA, A.M.; CASTRO, J.W.A.; DIAS, F.F. 2012. A Importância da Preservação das Acumulações Bioclásticas da Planície Costeira do Rio Una, Municípios de Cabo Frio e Armação dos Búzios, RJ, Brasil. *Anuário do Instituto de Geociências* v.35(1). p. 58-67.

CUNHA, A.M. 2012. *Malacofauna das acumulações bioclásticas holocênicas da bacia hidrográfica do rio Una, Cabo Frio e Armação dos Búzios, RJ: Identificação Taxonômica, Considerações Tafonômicas, Paleoambientais e Geocronologia*. Departamento de Geologia - Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. Dissertação de Mestrado, 82 p.

CUNHA, A.M.; DIAS, F.F.; FONSECA, V.M.M. & CASTRO, J.W.A. 2011. Assembleia de Moluscos da Região do Pântano do Ramalho, Cabo Frio, RJ: Indicadores Biológicos de Variação do Nível Relativo do Mar Durante o Holoceno. *Anuário do Instituto de Geociências*. v.34(2). p.46-52.

DIAS, F.F. 2009. *Variações do nível relativo do mar na planície costeira de Cabo Frio e Armação dos Búzios – RJ: Reconstrução paleoambiental holocênica e cenários futuros*. Programa de Pós-Graduação em Geologia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Tese de doutorado, 146p.

DIAS, F.F.; CASTRO, J.W.A.; RAMOS, R.R.C.; CARVALHO, M.A.; SEOANE, J.C.S. & SCHEEL-YBERT, R. 2007. Resultados Preliminares Acerca da Evolução Holocênica da Região do Pântano da Malhada, Cabo Frio (Armação de Búzios, RJ). *In: CONGRESSO DA ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ESTUDOS DO QUATERNÁRIO*, 11, Belém, *CD-ROM*.

HEILBRON, M; PEDROSA SOARES, A.C; CAMPOS NETO, M.C; SILVA, L.C; TROW, R.A.J; JANASI, V.A. 2004. Província Mantiqueira. *In: Geologia do Continente Sul-Americano: Evolução da obra de Fernando Flávio Marques de Almeida*, 1ed.. São Paulo: Beca. p.203 – 235.

MARTIN, L; SUGUIO, K & DOMINGUEZ, J.M.L. 1997. Geologia do Quaternário Costeiro do litoral norte do Estado do Rio de Janeiro e Espírito Santo. *CPRM*, 125 p.

MARTIN, L.; MAIA, M.C.A.C.; FLEXOR, J.M. & AZEVEDO, A.E.G. 1984. Evolução holocênica da planície costeira de Jacarepaguá (RJ). *In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA*, 33, Rio de Janeiro. *Anais*: Rio de Janeiro, SBG, p. 105-118.

- MARTIN, L.; BITTENCOURT, A.C.S.P.; VILAS-BOAS, G.S. 1982. Primeira ocorrência de corais pleistocênicos da costa brasileira: Datação do máximo transgressivo da penúltima transgressão. *Ciências da Terra*, 3:16-17.
- MARTIN, L. & SUGUIO, K. 1976. O Quaternário marinho do litoral do Estado de São Paulo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 19, Ouro Preto. *Anais*. Ouro Preto, SBG, 1: 281-293.
- MÖRNER, N.A. - 1980 - *Eustasy and geoid changes as a function of core mantle changes*; p. 535-553, em: MORNER, N.A. (ed.) *Earth rheology, isostasy and eustasy*. Londres: John Wiley & Sons.
- OLIVEIRA, C.A. 2016. *Estudo dos vermetídeos fósseis como indicadores de paleonível do mar durante o Holoceno na enseada dos Anjos, Arraial do Cabo, Rio de Janeiro: Aspectos geocronológicos, altimétricos e paleoecológicos*. Departamento de Geologia - Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, Dissertação de Mestrado, 96 p.
- PEREIRA, F.M.B. 2016. *Estudo das Variações do Nível Relativo do Mar na Planície Costeira do Rio Una, Região de Cabo Frio - Rio De Janeiro: Análise de Dados Faciológicos e Geocronológicos*. Departamento de Geologia - Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, Monografia de Final de Curso, 58 p.

POSAMENTIER, H.W. & VAIL, P.R. 1988. *Eustatic control on clastic deposition II – sequences and system tracts*; p.125-154, em: WILGUS, K.C.;HASTINGS,B.S; ROSS, C.A.;POSAMENTIER,H.;VAN WAGONER, J.; & KENDALL,C.G. St.C. (eds).*Sea-level Changes: an Integrated Approach. Society of Economic Paleontologists, Mineralogists*.Spec.Publ. 42.

RIOS, E.C. 1994. *Seashells of Brazil. Editora da Fundação Universidade do Rio Grande*. Rio Grande, 492 p.

RONCARATI, H. & NEVES, L.E. 1976. Projeto Jacarepaguá. Estudo Geológico preliminar dos Sedimentos Recentes Superficiais da Baixada de Jacarepaguá, Município do Rio de Janeiro – RJ. *Petrobras & CENPES. Dexpro*. 89p.

SANT'ANA, E.M. 1975. Estudo geomorfológico da área da Barra de São João e Morro de São João. *Revista Brasileira de Geografia*. v.37 (3). p. 3-15.

SCHMITT, R.S. 2001. *Orogenia Búzios: Um evento tectono-metamórfico Cambro-Ordoviciano caracterizado no Domínio Tectônico de Cabo Frio, Faixa Ribeira, Sudeste do Brasil*. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Tese de Doutorado, 273p.

SENRA, M. C. E.; SILVA, L.H.S.; BATISTA, D.S.; ASSIS, C.M. &BARREIRO, R.M.C. 2003. Tafonomia e paleoambientes do Pântano da Malhada-Reserva Tauá, planície costeira de Armação dos Búzios/Cabo Frio (Quaternário superior), estado do Rio de Janeiro, Brasil. *In: CONGRESSO DA ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA*

DE ESTUDOS DO QUATERNÁRIO, IX, Recife. *Anais do Congresso Associação Brasileira de Estudos do Quaternário*. Recife, 1 CD-ROM

SENRA, M.C.E.; SILVA, L.H.S.; MELLO, K.; BATISTA, D.S. & JUSTO, R. 2003. Aspectos paleoambientais da malacofauna holocênica do pântano da Malhada (Reserva de Tauá - Rio Una), Municípios de Armação de Búzios e Cabo Frio, estado do Rio de Janeiro. *In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PALEONTOLOGIA*, 18, Brasília. *Boletim de resumos*. Brasília, p. 267-268. 2003b.

SENRA, M.C.E.; SILVA, L.H.S.; BATISTA, D.S.; BARREIRO, R.M.C. & ASSIS, C.M. 2004. Associações faunísticas, fícoflora e sedimentos em depósitos holocênicos da baixada litorânea do Estado do Rio de Janeiro. *Paleonotícias*, v.37, p. 15-17.

SEVERIANO RIBEIRO, H.J.P. 2001. *Estratigrafia de Seqüências: Fundamentos e Aplicações*. São Leopoldo: Unisinos. 428p.

SILVA, A.C. (2009) - *Evolução batimétrica e sedimentológica da região do cabo Frio - Estado do Rio de Janeiro*. Tese de Doutorado em Geologia, 198p., *Universidade Federal do Rio de Janeiro*, Rio de Janeiro, RJ, Brasil. (Não publicado)

SUGUIO, K; OLIVEIRA, P.E.; OLIVEIRA, A.M.S.; SOUZA, C.R.G. 2005. *Quaternário do Brasil, São Paulo*. Holos Editora, 378 p.

SUGUIO, K; MARTIN, L & FLEXOR, J.M. 1988. Quaternary sea-levels of the Brazilian coast: recent progress. *Episodes*, 11: 203-208.

SUGUIO, K.& MARTIN, L. 1985. Classificação de costas e evolução geológica das planícies litorâneas quaternárias do sudeste e sul do Brasil. ACIESP (Orgs.). SIMPÓSIO DE ECOSISTEMAS DA COSTA SUL E SUDESTE BRASILEIRA. Anais 1: 1-28.

SUGUIO, K.; MARTIN L. &FLEXOR J.M. 1980. Sea-level fluctuations during the past 6000 years along the coast of the State of São Paulo (Brazil). *In: MORNER, M. A. (ed.) Earth Rheology, Isostasy and Eustasy*. New York, John Wiley and Sons, 471-486

SUGUIO, K. & MARTIN L. 1976. Brazilian coastline quaternary formations the States of São Paulo and Bahia littoral zone evolutive schemes. *Anais da Academia Brasileira Ciências*, 48: 325- 334.

TESSELER, M.G. &SUGUIO, K. 1984. Planícies de cordões litorâneos Quaternários do Brasil: Origem e nomenclatura. *In: SIMPÓSIO SOBRE RESTINGAS BRASILEIRAS*. 1984, Rio de Janeiro. *Anais*: Rio de Janeiro, UFF, p.15-25.

TURCQ, B.; MARTIN, L.; FLEXOR, J.M.; SUGUIO, K. &TASSYACO-ORTEGA, L., 1999. Origin and evolution of the Quaternary coastal plain between Guaratiba and

Cabo Frio, State of Rio de Janeiro, Brazil. In: KNOPPERS, B.; BIDONE, E.D. & ABRÃO, J.J. (eds.). *Environmental Geochemistry of coastal lagoon systems, Rio de Janeiro, Brazil*. Série Geoquímica Ambiental, 6: 25-46.

VALENTIN, H. 1952. *Die Küsten der Erde*, Petermanns. Geog. Mitt. Erg.246. Gotha: Justus Perthes.118p.

VAN WAGONER, J.C.; POSAMENTIER, H.W.; MITCHUM, R.M.; VAIL, P.R.; SARG, J.F.; LOUITT, T.S. & HARDENBOL, J. An overview of the fundamentals of sequence stratigraphy. In: Wilgus, C.K; Hastings, B.S.; Kendall, C.G.ST.C.; Posamentier, H.W.; Ross, C.A. & Van Wagoner, J.C. (Eds.) *Sea Level Changes: An Integrated Approach*. Tulsa, Oklahoma: SEPM Geology, 1988. p. 39-45 (*Geological Society Special Publication n. 42*).