



UFRJ

**MALACOFUNA DAS ACUMULAÇÕES BIOCLÁSTICAS HOLOCÊNICAS DA  
BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO UNA, CABO FRIO E ARMAÇÃO DOS  
BÚZIOS, RJ: Identificação Taxonômica, Considerações Tafonômicas,  
Paleoambientais e Geocronologia.**

**Aline Meneguci da Cunha**

Dissertação de Mestrado submetida ao Programa de Pós-graduação em Geologia, Instituto de Geociências, da Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ, como requisito necessário à obtenção do grau de Mestre em Ciências (Geologia).

Orientador:

Dr. João Wagner de Alencar Castro

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.

Aline Meneguci da Cunha

Orientador: Dr. João Wagner de Alencar Castro

Dissertação de Mestrado submetida ao Programa de Pós-graduação em Geologia, Instituto de Geociências, da Universidade Federal do Rio de Janeiro–UFRJ, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ciências (Geologia).

Aprovada por:

---

Presidente: Dr. Marcelo de Araujo Carvalho, Museu Nacional/UFRJ

---

Dra. Vera Maria Medina da Fonseca, Museu Nacional/UFRJ

---

Dr. Fábio Ferreira Dias, UFF

## FICHA CATALOGRÁFICA

Cunha, Aline Meneguci

Malacofauna das acumulações bioclásticas da planície costeira do rio Una, Cabo Frio e Armação dos Búzios, RJ: Identificação taxonômica, Geocronologia, Considerações Tafonômicas e Paleoambientais [Rio de Janeiro, 2012].

xiii, 82 p. 29,7 cm (Instituto de Geociências – UFRJ, *M.Sc.*, Programa de Pós-Graduação em Geologia, 2012).

Dissertação – Universidade Federal do Rio de Janeiro, realizada no Instituto de Geociências.

1. Malacofauna; 2. Acumulações bioclásticas; 3. Rio Una; 4. Holoceno; 5. Tafonomia

I – IGEO/UFRJ

II - Título (Série)

Aos meus pais, Areni Delgado Meneguci da Cunha e Walter Joaquim da Cunha,  
a minha irmã, Vanessa Meneguci da Cunha e, especialmente, ao meu companheiro na vida  
Thiago Ferreira de Albuquerque,  
por partilharem comigo todos os momentos bons e ruins  
que a vida nos trouxe até hoje.

## AGRADECIMENTOS

Gostaria de prestar os meus sinceros agradecimentos a todos que, de alguma forma, contribuíram para a execução dessa dissertação, especialmente:

Ao Prof. Dr. João Wagner de Alencar Castro pela orientação nos últimos dois anos;

Ao Prof. Dr. Fábio Ferreira Dias por ter me apresentado o material para realização dessa dissertação, pelo auxílio nos trabalhos de campo e pela confecção do mapa de localização.

A Prof. Dra. Vera Maria Medina da Fonseca pela co-orientação, mesmo que informal, durante a realização dessa dissertação.

A aluna de doutorado Luíza Ponciano pela bibliografia cedida sobre o tema tafonomia;

Aos meus colegas de mestrado Luis Henrique Pereira Barros, Hermínio Ismael, Raquel Baptista, Josiane Kunzler e Camila Leal por partilharem comigo os momentos tão especiais que esse curso de mestrado me proporcionou.

Aos alunos de iniciação científica do Laboratório de Geologia Costeira, Sedimentologia & Meio Ambiente do Museu Nacional, Hugo Neves Macedo e Júlia Serrano, pelo auxílio nas campanhas de campo.

A todos os professores do Programa de Pós-Graduação em Geologia da UFRJ por todos os ensinamentos.

Ao meu pai, Walter Joaquim da Cunha, e a minha mãe, Areni Delgado Meneguci da Cunha, por me acompanharem aos trabalhos de campo.

A Thiago Ferreira de Albuquerque pelo auxílio nas correções do texto e na confecção do *abstract*.

Ao Laboratório de Geologia Costeira, Sedimentologia & Meio Ambiente do Departamento de Geologia e Paleontologia do Museu Nacional/UFRJ por oferecer toda a infra-estrutura necessária para realização dessa dissertação.

A CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) pela concessão da bolsa de mestrado.

“Viver no mundo sem tomar consciência de seu significado é como vagar por uma imensa biblioteca sem tocar os livros.”

Dan Brown em “*O Símbolo Perdido*”

## RESUMO

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.

Aline Meneguci da Cunha

Orientador: João Wagner de Alencar Castro

Resumo da Dissertação de Mestrado submetida ao Programa de Pós-graduação em Geologia, Instituto de Geociências, da Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ciências (Geologia).

A presente dissertação teve como objetivo principal estudar a malacofauna das acumulações bioclásticas distribuídas na planície costeira do rio Una, Cabo Frio e Armação dos Búzios (RJ). Para isso foram realizadas análises taxonômicas, tafonômicas, geocronológicas, paleoecológicas e paleoambientais das espécies de moluscos encontradas em 6 (seis) acumulações bioclásticas: 1 desembocadura do rio Una; 2 canal Marina Porto Búzios; 3 Pântano da Malhada; 4 Fazenda Campos Novos; 5 Condomínio Portal de Búzios; e 6 Fazenda Araçá. A partir das análises foi possível identificar dois tipos principais de acumulações bioclásticas ao longo da planície costeira do rio Una. O tipo 1 trata-se de assembleias alóctones, tendo como características principais alto grau de fragmentação, formado por espécies de moluscos que habitam diferentes substratos, tem diferentes hábitos de vida e vivem em batimetrias desde mais rasas até mais profundas. São esses os depósitos da desembocadura do rio Una, da Fazenda Campos Novos e da Fazenda Araçá. O tipo 2 trata-se de assembleias parautóctones, tendo como características principais baixo grau de fragmentação, formada por espécies que habitam os mesmo tipos de substrato, apresentam hábitos de vida e batimetrias similares. São esses os depósitos do canal Marina Porto Búzios, Pântano da Malhada e Condomínio Portal de Búzios. As idades obtidas por radiocarbono em amostras do canal Marina Porto Búzios e do Condomínio Portal de Búzios de 6.190 a 6.330 anos cal A.P. e 6.240 a 6.330 anos cal. A.P. respectivamente, são similares a outras idades obtidas na região e estão associadas à última transgressão marinha holocênica.

Palavras-chave: Malacofauna; Acumulações bioclásticas; rio Una; Holoceno.

**ABSTRACT**

MOLLUSCAN FAUNA OF THE HOLOCENE BIOCLASTIC ACUMULATIONS OF THE UNA BASE RIVER, CABO FRIO AND ARMAÇÃO DOS BÚZIOS, RJ: Taxonomic identification, Taphonomic and Palaeoenvironmental Considerations and Geochronology.

Aline Meneguci da Cunha

Orientador: João Wagner de Alencar Castro

*Abstract* da Dissertação de Mestrado submetida ao Programa de Pós-graduação em Geologia, Instituto de Geociências, da Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ciências (Geologia).

The present dissertation aimed to study the molluscs accumulations of bioclastic distributed in the costal plain of the Una river, Cabo Frio and Armação de Búzios (RJ). For that reason, taxonomic studies has been performed taphonomic, geochronological, paleoenvironmental and paleoecological analyses in molluscs species found in 6 (six) bioclastic accumulations: the mouth of the Una river; Marina Porto Búzios Channel; Malhada swamp; Campos Novos Farm; Portal de Búzios Condominium and Araçá Farm. There were identified two main types of bioclastic accumulations along the coastal plain of the Una river. The type 1 is an allochthonous assemblage, and the main features of high levels of fragmentations, the species are of molluscs that inhabit different substrates have different habits of life in bathymetry from shallow to deep. These are the deposits of the mouth of the Una river, Campos Novos Farm and Araçá Farm. The type 2 it is parautochthonous assemblage, with low degrees of fragmentation, is made up of species that inhabit the same type of substrate, and have habits of life similar bathymetry. These are the deposits of Marina Porto Búzios Channel, Malhada swamp and Portal de Búzios Condominium. The radiocarbon ages obtained on samples of the Marina Porto Búzios Channel and Portal de Búzios Condominium from 6190 to 6330 years cal. BP and from 6240 to 6330 years cal. BP, respectively, are similar to the other ages obtained in the region are associated with the Last Holocene marine transgression.

Key-Words: molluscs, bioclastic accumulations, Una river, Holocene.

## SUMÁRIO

	AGRADECIMENTOS .....	v
	RESUMO .....	vii
	<i>ABSTRACT</i> .....	viii
1.	INTRODUÇÃO .....	1
2.	LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO .....	3
3.	OBJETIVOS .....	4
	3.1 GERAIS .....	4
	3.2 ESPECÍFICOS .....	4
4.	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA .....	5
	4.1 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....	5
	4.2 O QUATERNÁRIO .....	8
	4.2.1 Variações do nível do mar durante o Quaternário .....	8
	4.2.2 Indicadores de variação do nível relativo do mar .....	12
	4.3 ACUMULAÇÕES BIOCLÁSTICAS .....	13
	4.3.1 Classificações e origem .....	13
	4.3.2 Informações tafonômicas das acumulações bioclásticas .....	15
5.	DIAGNÓSTICO AMBIENTAL.....	19
	5.1 GEOLOGIA REGIONAL .....	19
	5.2 CARACTERÍSTICAS GEOMORFOLÓGICAS .....	24
	5.3 CARACTERÍSTICAS HIDROGRÁFICAS .....	26
	5.4 CLIMA .....	26
	5.5 CARACTERÍSTICAS OCEANOGRÁFICAS .....	27
6.	MATERIAL E MÉTODOS .....	28
	6.1 ETAPAS DE CAMPO .....	28
	6.1.1 Aquisição de material .....	28
	6.1.1 Descrição dos aspectos qualitativos das acumulações bioclásticas .....	33
	6.2 ETAPAS DE LABORATÓRIO E GABINETE .....	34
	6.2.1 Triagem das amostras .....	34
	6.2.2 Análise tafonômica .....	34
	6.2.3 Identificação taxonômica .....	37
	6.2.4 Identificação dos parâmetros paleoecológicos e paleoambientais ..	37

6.2.5	Datação por $C^{14}$ e razão $C^{13}/C^{12}$ .....	37
7.	<b>RESULTADOS</b> .....	39
7.1	<b>ANÁLISE TAFONÔMICA</b> .....	39
7.1.1	Desembocadura do rio Una (Afloramento 1) .....	39
7.1.2	Canal Marina Porto Búzios (Afloramento 2) .....	41
7.1.3	Pântano da Malhada (Afloramento 3) .....	44
7.1.4	Fazenda Campos Novos (Afloramento 4) .....	46
7.1.5	Condomínio Portal de Búzios (Afloramento 5) .....	49
7.1.6	Fazenda Araçá (afloramento 6) .....	51
7.2	<b>IDENTIFICAÇÃO TAXONÔMICA</b> .....	54
7.2.1	Desembocadura do rio Una (Afloramento 1) .....	54
7.2.2	Canal Marina Porto Búzios (Afloramento 2) .....	56
7.2.3	Pântano da Malhada (Afloramento 3) .....	57
7.2.4	Fazenda Campos Novos (Afloramento 4) .....	57
7.2.5	Condomínio Portal de Búzios (Afloramento 5) .....	59
7.2.6	Fazenda Araçá (Afloramento 6) .....	59
7.3	<b>IDENTIFICAÇÃO DOS PARÂMETROS PALECOLÓGICOS E PALEOAMBIENTAIS</b> .....	61
7.4	<b>GEOCRONOLOGIA E RAZÃO <math>C^{13}/C^{12}</math></b> .....	65
8.	<b>DISCUSSÃO</b> .....	67
9.	<b>CONCLUSÕES</b> .....	75
	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	78

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1</b>	Mapa de localização da área de estudo no contexto da região dos Lagos Fluminenses .....	3
<b>Figura 2</b>	Pontos de coleta de moluscos visitados por Brito & Carvalho (1978) nas planícies costeiras dos rios São João e Una .....	6
<b>Figura 3</b>	Modelo geral da evolução geológica das planícies costeiras das porções leste e nordeste do litoral brasileiro durante o quaternário .....	11
<b>Figura 4</b>	Mapa geológico de Cabo Frio e Armação dos Búzios .....	19
<b>Figura 5</b>	Diques encontrados na Praia Brava de Cabo Frio .....	20
<b>Figura 6</b>	Diques encontrados na Praia Brava em Armação dos Búzios .....	20
<b>Figura 7</b>	Falésias mortas da Formação Barreiras expostas na Praia Rasa, Cabo Frio .....	22
<b>Figura 8</b>	Campo de dunas na Praia do Perú, Cabo Frio .....	23
<b>Figura 9</b>	Esboço geomorfológico da planície costeira do rio São João e rio Una .....	25
<b>Figura 10</b>	Pontos de coleta selecionados ao longo da planície costeira do rio Una, municípios de Cabo Frio e Armação dos Búzios .....	28
<b>Figura 11</b>	Coleta de material bioclástico na localidade canal Marina Porto Búzios ....	29
<b>Figura 12</b>	Foz do rio Una, localizada na Praia Rasa, Cabo Frio, RJ .....	30
<b>Figura 13</b>	Visão geral do canal Marina Porto Búzios .....	30
<b>Figura 14</b>	Açude escavado no Pântano da Malhada expondo a camada bioclástica ....	31
<b>Figura 15</b>	Visão geral da localidade Fazenda Campos Novos .....	31
<b>Figura 16</b>	Açude escavado no interior do Condomínio Portal de Búzios expondo a acumulação bioclástica .....	32
<b>Figura 17</b>	Visão geral do areal localizado no interior da Fazenda Araçá .....	32
<b>Figura 18</b>	Geometria das concentrações fossilíferas .....	34
<b>Figura 19</b>	Acumulação bioclástica localizada na desembocadura do rio Una .....	39
<b>Figura 20</b>	Acumulação bioclástica do canal Marina Porto Búzios .....	42
<b>Figura 21</b>	Acumulação bioclástica do Pântano da Malhada .....	44
<b>Figura 22</b>	Acumulação bioclástica da Fazenda Campos Novos .....	46
<b>Figura 23</b>	Camada bioclástica localizada no canal Marina Porto Búzios .....	50
<b>Figura 24</b>	Montes de areia contendo conchas de moluscos no areal da Fazenda Araçá .....	52
<b>Figura 25</b>	Fragmento de <i>Thais haemastoma</i> identificada na acumulação bioclástica da Fazenda Campos Novos apresentando alteração biológica do tipo incrustação e bordas arredondadas .....	68
<b>Figura 26</b>	Acumulação bioclástica muito densa formada na Praia Rasa por ondas de tempestade .....	69
<b>Figura 27</b>	Exemplar de <i>Thais haemastoma</i> identificada na localidade Fazenda Araçá ..	70
<b>Figura 28</b>	Fragmento de bolacha-do-mar identificado na localidade Fazenda Araçá ..	70
<b>Figura 29</b>	Exemplar de <i>Lucina pectina</i> com as valvas articuladas encontrada no Condomínio Portal de Búzios .....	72

**LISTA DE QUADROS**

<b>Quadro 1</b>	Codificação das assinaturas tafonômicas utilizadas nos resultados da análise tafonômica nas tabelas de 1 a 11 .....	36
<b>Quadro 2a</b>	Parâmetros paleoecológicos e Parâmetros Paleoambientais da malacofauna da planície costeira do rio Una, Municípios de Cabo Frio e Armação dos Búzios, Estado do Rio de Janeiro .....	63
<b>Quadro 2b</b>	(continuação) Parâmetros paleoecológicos e Parâmetros Paleoambientais da malacofauna da planície costeira do rio Una, Municípios de Cabo Frio e Armação dos Búzios, Estado do Rio de Janeiro .....	64

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1</b>	Frequência das assinaturas tafonômicas nos bivalvíos atuais encontrados na desembocadura do rio Una .....	40
<b>Tabela 2</b>	Frequência das assinaturas tafonômicas nos gastrópodes atuais encontrados na desembocadura do rio Una .....	41
<b>Tabela 3</b>	Frequência das assinaturas tafonômicas nos bivalvíos encontrados no canal Marina Porto Búzios .....	43
<b>Tabela 4</b>	Frequência das assinaturas tafonômicas nos gastrópodes encontrados no Canal Marina Porto Búzios .....	44
<b>Tabela 5</b>	Frequência das assinaturas tafonômicas nos bivalvíos encontrados no Pântano da Malhada .....	45
<b>Tabela 6</b>	Frequência das assinaturas tafonômicas nos bivalvíos encontrados na Fazenda Campos Novos .....	47
<b>Tabela 7</b>	Frequência das assinaturas tafonômicas nos gastrópodes encontrados na Fazenda Campos Novos .....	48
<b>Tabela 8</b>	Frequência das assinaturas tafonômicas nos escafópodes encontrados na Fazenda Campos Novos .....	49
<b>Tabela 9</b>	Frequência das assinaturas tafonômicas nos bivalvíos encontrados no Condomínio Portal de Búzios .....	51
<b>Tabela 10</b>	Frequência das assinaturas tafonômicas nos bivalvíos encontrados na Fazenda Araçá .....	53
<b>Tabela 11</b>	Frequência das assinaturas tafonômicas nos escafópodes encontrados na Fazenda Araçá .....	54
<b>Tabela 12</b>	Espécies de gastrópodes encontrados na desembocadura do rio Una .....	55
<b>Tabela 13</b>	Espécies de bivalvíos encontrados na desembocadura do rio Una .....	55
<b>Tabela 14</b>	Espécies de gastrópodes encontrados na localidade canal Marina Porto Búzios .....	56
<b>Tabela 15</b>	Espécies de bivalvíos encontrados na localidade canal Marina Porto Búzios .....	56
<b>Tabela 16</b>	Espécies de bivalvíos encontrados na localidade Pântano da Malhada .....	57
<b>Tabela 17</b>	Espécies de gastrópodes encontrados na localidade Fazenda Campos Novos .....	57
<b>Tabela 18</b>	Espécies de bivalvíos encontrados na localidade Fazenda Campos Novos	58
<b>Tabela 19</b>	Espécies de escafópodes encontrados na localidade Fazenda Campos Novos .....	58
<b>Tabela 20</b>	Espécies de bivalvíos encontrados na localidade Condomínio Portal de Búzios .....	59
<b>Tabela 21</b>	Espécies de gastrópodes encontrados na localidade Fazenda Araçá .....	60
<b>Tabela 22</b>	Espécies de bivalvíos encontrados na localidade Fazenda Araçá .....	60
<b>Tabela 23</b>	Espécies de escafópodes encontrados na localidade Fazenda Araçá .....	61
<b>Tabela 24</b>	Resultados das datações ao radiocarbono obtidas bem como as razões $C^{13}$ e $C^{12}$ .....	66

## 1. INTRODUÇÃO

Assembléias fossilíferas ou acumulações bioclásticas podem ser definidas como qualquer acumulação relativamente densa de partes duras de origem biogênica, independente da composição taxonômica, estado de preservação, ou grau de modificação *post-mortem* (KIDWELL *et al.*, 1986). Podem ser formadas por restos esqueléticos de vertebrados, carapaças de invertebrados, espículas de esponjas, tecas, restos de vegetais, etc.

Segundo Holz & Simões (2002), os principais processos responsáveis pela formação de acumulações bioclásticas no ambiente costeiro/marinho são as ondas de tempestade, as ondas de tempo bom, fluxos de tempestade, correntes unidirecionais ou oscilatórias de longa duração e a produtividade biológica. No entanto, oscilações do nível do mar também pode ser um processo responsável pela formação desse tipo de depósito.

Durante um evento transgressivo, caracterizado pelo avanço do nível do mar em direção ao continente, ocorrem à formação de ambientes costeiros sobrepondo-se aos ambientes continentais. Entre os primeiros destacam-se as lagunas, estuários, planícies de maré, deltas, canais de maré, etc. Nesses ambientes de sedimentação ocorre o desenvolvimento de uma fauna de invertebrados específica formada principalmente por moluscos, crustáceos, esponjas, equinodermas, entre outros. Quando ocorre um rebaixamento do nível do mar verifica-se, em algumas situações, eventos de mortandade em massa da fauna formando densas acumulações bioclásticas com ampla extensão lateral.

Estudos paleoambientais em depósitos bioclásticos relacionados a oscilações do nível relativo do mar são amplamente realizados na Argentina e no Uruguai (FARINATI & ZAVALLA, 1995; AGUIRRE & FARINATI, 1999; FARINATI & ZAVALLA, 2005; MARTINEZ *et al.*, 2006; entre outros). No entanto, no Brasil, esse tipo de depósito é mais utilizado como fonte de material carbonático para datações e o viés paleoambiental ainda é pouco explorado.

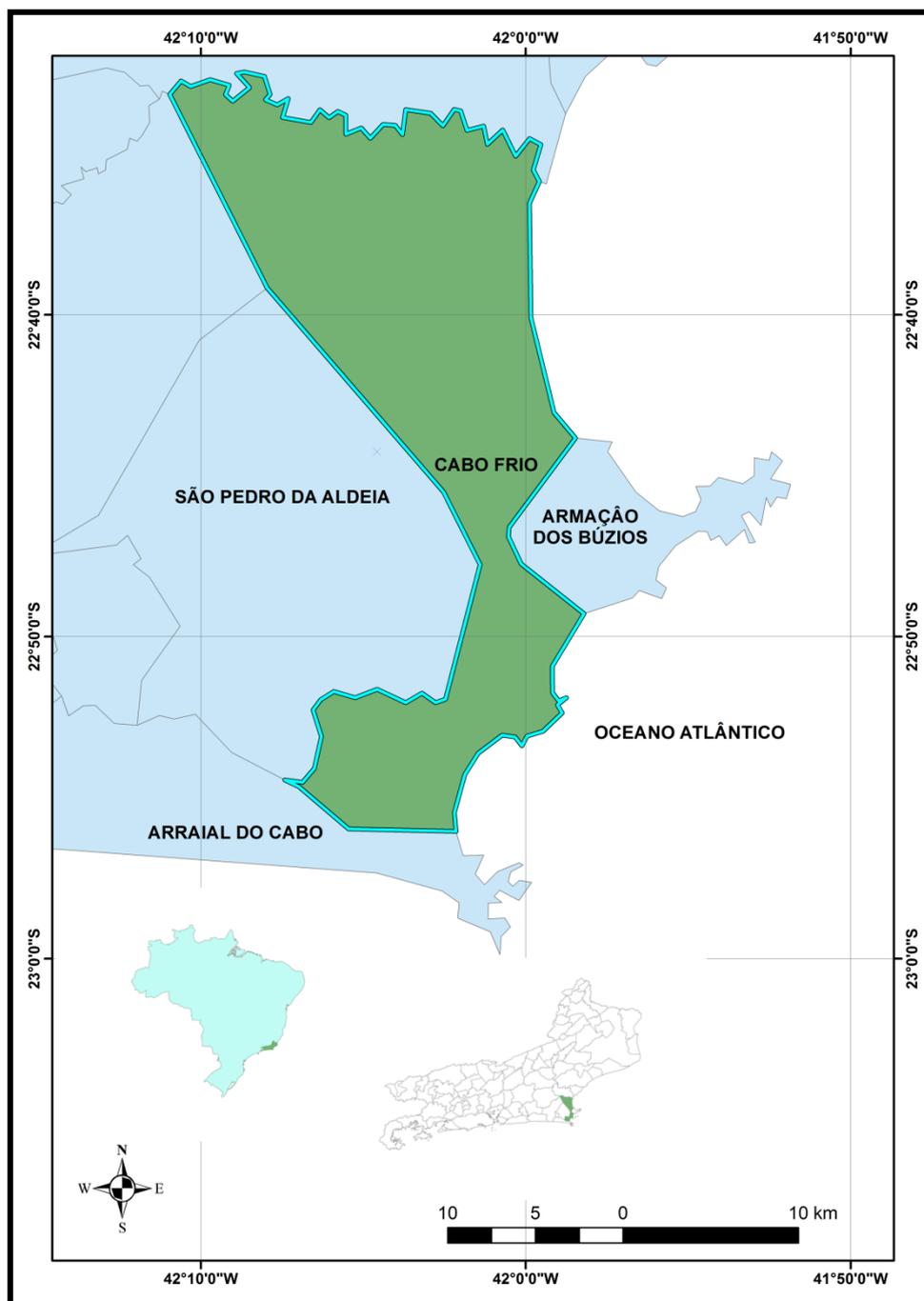
Segundo Sant'Anna, (1976) as acumulações bioclásticas compostas predominantemente por conchas de moluscos são depósitos amplamente distribuídos nas planícies costeiras quaternárias brasileiras. Na região de Cabo Frio e Armação dos Búzios, litoral norte do estado do Rio Janeiro, algumas ocorrências vêm sendo citadas na bibliografia desde a década de setenta (BRITO & CARVALHO, 1978; SENRA *et al.*, 2003a; SENRA *et al.*, 2003b; SENRA *et al.*, 2004; CASTRO *et al.*, 2004; CASTRO *et al.*,

2007). A descoberta desses depósitos na região se deu principalmente após a escavação de canais de drenagem pelo extinto DNOS (Departamento Nacional de Obras e Saneamento) para a drenagem da região que é muito baixa e pantanosa.

As acumulações bioclásticas encontradas na região são uma importante fonte de informações paleoambientais principalmente sobre os eventos transgressivos e regressivos ocorridos em Cabo Frio e Armação dos Búzios. Estudos tafonômicos, taxonômicos e paleontológicos complementados por estudos geocronológicos, possibilitam interpretações paleoambientais mais precisas com relação aos processos responsáveis pela formação dessas acumulações bioclásticas.

## 2. LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo compreende os Municípios de Cabo Frio e Armação de Búzios, litoral norte do estado do Rio de Janeiro (Figura 1).



**Figura 1** - Mapa de localização da área de estudo no contexto da região dos Lagos Fluminenses.

### **3. OBJETIVOS**

#### **3.1 GERAIS**

O presente trabalho tem como objetivo principal estudar a malacofauna das camadas bioclásticas de seis pontos distribuídos na planície costeira do rio Una, Cabo Frio, RJ. Para isso, foram realizados estudos taxonômicos, tafonômicos e geocronológicos associados ao estudo dos parâmetros ecológicos das espécies de moluscos encontradas nestes depósitos.

#### **3.2 ESPECÍFICOS**

- Levantar dados sobre grau de empacotamento, geometria, grau de seleção e matriz sedimentar das acumulações bioclásticas.
- Identificar taxonomicamente as espécies de moluscos que ocorrem em cada localidade.
- Realizar análise tafonômica nos moluscos encontrados em cada localidade.
- Identificar os parâmetros paleoecológicos e paleoambientais com base nas espécies encontradas em cada depósito.
- Discutir possíveis diferenças com relação à composição, estado de preservação e idade dos depósitos encontrados na planície costeira do rio Una.

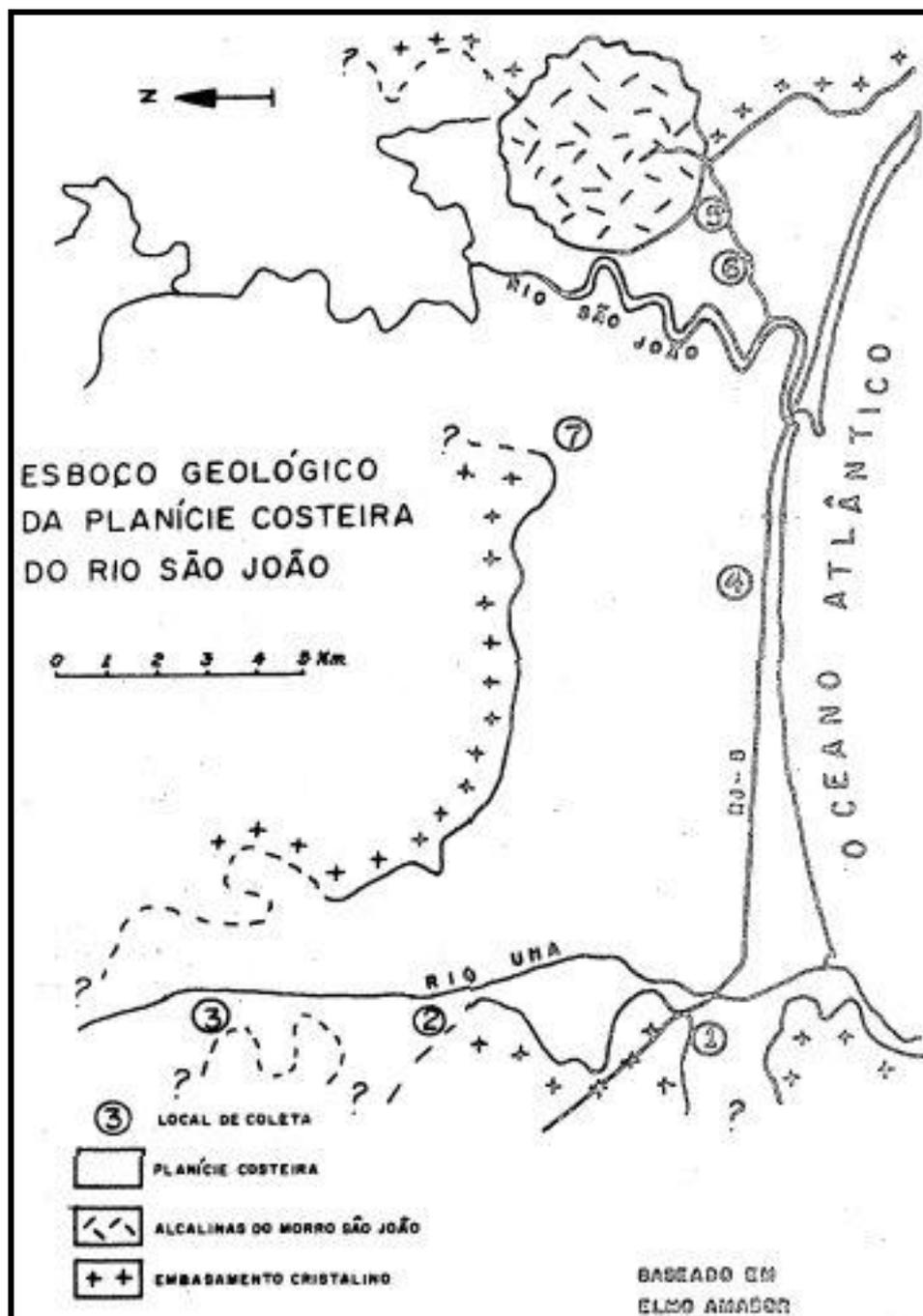
## 4. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

### 4.1 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Acumulações bioclásticas quaternárias de origem marinha compostas predominantemente por conchas de moluscos são amplamente distribuídas ao longo da costa da América do Sul. Diversos estudos já foram realizados na Argentina (AGUIRRE & WHATLEY, 1995; FARINATI & ZAVALLA, 1995; AGUIRRE & FARINATI, 1999; FARINATI & ZAVALLA, 2005; FARINATI *et al.*, 2006; entre outros) e no Uruguai (FIGUEIRAS, 1961; MARTÍNEZ, 1988; MARTÍNEZ, 1990; CLAVIJO *et al.*, 2005; MARTÍNEZ *et al.*, 2006; entre outros). Tanto os estudos realizados na Argentina quanto os estudos realizados no Uruguai envolvem aspectos taxonômicos, tafonômicos, paleoecológicos e paleoambientais da malacofauna encontrada. Alguns enfocam também a relação das variações do nível relativo do mar com a formação desses depósitos.

No Brasil alguns estudos foram desenvolvidos em acumulações encontradas na região Sul (FORTI-ESTEVEZ, 1974; LOPES & BUCHMANN, 2008; RITHER & ERTHAL, 2011; entre outros), enfocando principalmente aspectos taxonômicos, tafonômicos e paleoambientais. No entanto, é notório que os estudos realizados na Argentina e no Uruguai são muito mais numerosos que os estudos realizados no Brasil.

No estado do Rio de Janeiro, as ocorrências de camadas de acumulação de conchas na região de Cabo Frio vêm sendo descritas desde década de setenta. Brito & Carvalho (1978) se propuseram a verificar a extensão do avanço marinho na planície costeira do rio São João utilizando como base o estudo de restos de invertebrados (principalmente moluscos), assim como os diferentes tipos de ambiente em que as acumulações de conchas foram formadas. Para tanto foram coletadas amostras em sete pontos aproveitando os canais de drenagem do antigo Departamento Nacional de Obras de Saneamento (DNOS) e das fazendas da região, três desses pontos estão localizados ao longo do rio Una (Figura 2). Os autores concluíram que a planície costeira do rio São João foi durante “o máximo da transgressão Flandriana” ( $4.995 \pm 80$  anos A.P.) uma enseada aberta com vários microambientes interiores com fundos arenosos, lamosos ou de substrato duro influenciada localmente por desembocaduras de rios. A associação de invertebrados é tipicamente holocênica indicando águas rasas e calmas com salinidade variável, desde alta até salobra.



**Figura 2** -Pontos de coleta de moluscos visitados por Brito & Carvalho (1978) nas planícies costeiras do rios São João e Una.

Senra *et al.*, (2003a) estudaram os aspectos paleoambientais da malacofauna holocênica do pântano da Malhada compreendendo a reserva de Tauá e a planície fluvial do rio Una. A análise taxonômica possibilitou concluir que a maior diversidade se encontra na Reserva de Tauá, que deveria corresponder à parte mais profunda de uma paleolaguna. A análise tafonômica das poucas espécies encontradas na planície fluvial do rio Una possibilitou concluir que esses foram depositados em condições variáveis de energia.

Senra *et al.*, (2003b) realizaram estudos tafonômicos e paleoambientais na malacofauna da Reserva de Tauá (pântano da Malhada) e concluíram que estes teriam se depositado em ambiente semelhante ao da laguna de Araruama.

Senra *et al.*, (2004) estudaram conchas de moluscos marinhos em quatro localidades na planície costeira de Cabo Frio entre Armação dos Búzios e Casimiro de Abreu. As localidades citadas neste trabalho são a Reserva de Tauá, Fazenda Campos Novos, Fazenda Araçá e Fazenda da Barra. Segundo os autores, a composição taxonômica da malacofauna estudada difere nas diversas localidades, definindo pelo menos três paleoambientes distintos. A Reserva de Tauá aponta para um paleoambiente inicial de manguezais, em locais abrigados como baías, lagoas ou estuários, sucedidos por condições hipersalinas como as encontradas na atual Lagoa de Araruama. Nas localidades Fazenda Campos Novos e Fazenda Araçá, o paleoambiente indicado pelas espécies de moluscos indicam o desenvolvimento de mangues, e condições litorâneas de águas rasas e agitadas.

Castro *et al.*, (2007) estudaram a extensa camada, densamente empacotada, de bioclastos com predominância de conchas de moluscos na Reserva de Tauá, borda leste do pântano da Malhada. Segundo os autores, sua distribuição espacial constitui um dos mais importantes registros de nível do mar mais elevado que o atual durante o Holoceno em todo estado do Rio de Janeiro. A esses depósitos foram atribuídos uma idade pelo método radiocarbônico de 5.034 a 5.730 A.P. (CASTRO *et al.* 2004).

Dias *et al.*, (2007) se propuseram a estudar a evolução da Paleolaguna da Malhada – Reserva de Tauá, e verificaram que a região do pântano da Malhada foi afogada após uma subida do nível do mar há 5.034 – 5.730 anos cal. AP. Com o rebaixamento do nível do mar ocorrido a partir de 4.900 anos AP, as bordas da paleolaguna foram gradativamente expostas, deixando extensos depósitos de conchas de moluscos. O contínuo rebaixamento do nível do mar propiciou o fechamento do canal da laguna pela sedimentação predominantemente eólica, favorecida pela exposição de sedimentos que antes estavam submersos e regime de ventos com elevada capacidade de transporte.

Bernardes *et al.*, (2007) atribuíram uma datação pelo método de radiocarbono ao material coletado na Fazenda Campos Novos,  $5.430 \pm 110$  A.P., que se encontra dentro dos limites cronológicos de outros depósitos análogos.

Bernardes (2008) em sua dissertação de mestrado realizou o estudo dos indicadores tafonômicos da malacofauna da planície litorânea de Cabo Frio utilizando como base as

camadas bioclásticas do sítio Paz - pântano da Malhada e fazenda Campos Novos - pântano do Ramalho. A partir de suas análises, o autor concluiu que o ambiente dominante na planície costeira era de um amplo estuário com variados subambientes, como apontado pelas diferenças no caráter das tafocenoses e litologias entre Sítio da Paz e Campos Novos.

## **4.2 O QUATERNÁRIO**

O Quaternário é o período mais recente da história da Terra que tem como principal característica as mudanças climáticas, responsáveis pela evolução da paisagem atual. Esse período que compreende um intervalo de tempo de aproximadamente 2.3 milhões de anos é dividido em pleistoceno e Holoceno. Durante todo o Quaternário são encontrados registros de intensas glaciações que duraram aproximadamente 100 mil anos intercalados por curtos períodos de aquecimento que duram aproximadamente 10 mil anos, denominados de períodos interglaciais. O Holoceno, que é a época atual, é um interglacial que possibilitou a evolução humana tal qual é conhecida atualmente.

As variações climáticas ocorridas durante o Quaternário têm uma forte influência na evolução da paisagem atual. Essa influência pode ser notada principalmente nas formas de relevo, nos vales fluviais e nas áreas costeiras.

### **4.2.1 Variações do nível do mar durante o Quaternário**

O ambiente costeiro, por ser muito dinâmico, sofre grande influência das mudanças climáticas visíveis do período Quaternário, sendo uma de suas consequências mais marcantes a variação do nível relativo do mar. Segundo Suguio *et al.* (2005) as variações dos paleoníveis marinhos são controladas principalmente por:

- a) flutuações nos volumes das bacias oceânicas, principalmente em consequência da tectônica de placas, causando a tectoeustasia;
- b) flutuações nos volumes das águas contidas nas bacias oceânicas, principalmente por fenômenos de glaciação e de deglaciação, dando origem a glacioeustasia; e
- c) deformações das superfícies oceânicas, principalmente por causas gravitacionais, causando a geoidoeustasia.

Dominguez *et al.* (1981) propôs um modelo de evolução costeira para o trecho entre o norte estado do Rio de Janeiro e o Rio Grande do Norte, onde a principal característica é a presença de “tabuleiros” terciários da Formação Barreiras entre as planícies quaternárias e as serras pré-cambrianas de rochas cristalinas. A descrição desse modelo é descrita abaixo e exemplificado na figura 3.

**a) Estágio A (deposição dos sedimentos continentais da Formação Barreiras):** Após um longo período de clima quente e úmido, um espesso manto de intemperismo (regolito) foi formado e no final do Neógeno o clima tornou-se semi-árido, caracterizado por chuvas torrenciais e pouco frequentes. A vegetação tornou-se escassa e expôs o regolito a erosão. Os produtos dessa erosão foram transportados predominantemente por movimentos de massa (fluxo gravitacional) até os sopés das montanhas, na forma de leques aluviais coalescentes.

**b) Estágio B (Máximo da Transgressão Antiga):** O limite atingido pelo máximo dessa transgressão marinha é indicado por uma linha de falésias mortas (escarpas inativas) esculpidas da Formação Barreiras.

**c) Estágio C (deposição dos sedimentos continentais pós-Barreiras):** Após o máximo da transgressão anterior e durante a transgressão subsequente, o paleoclima readquiriu as características semi-áridas que propiciaram a sedimentação de novos leques aluviais nos sopés das escarpas esculpidas na Formação Barreiras.

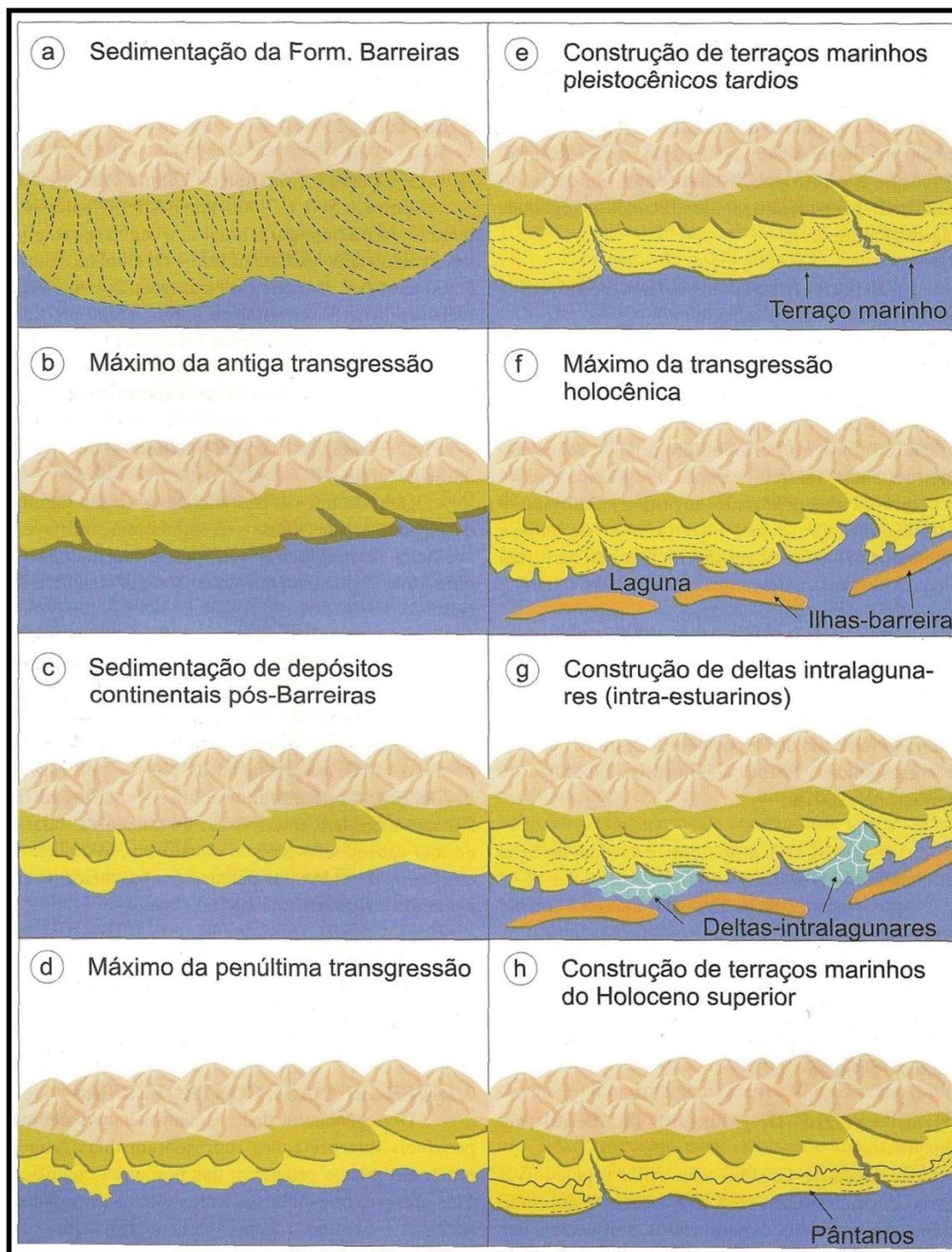
**d) Estágio D (Máximo da Penúltima Transgressão):** Há aproximadamente 120.000 anos A.P., o nível relativo do mar estava  $8 \pm 2$  m acima do atual, os sedimentos continentais dos estágios anteriores foram parcialmente erodidos e os cursos fluviais inferiores dos rios foram afogados e transformados em estuários e lagunas.

**e) Estágio E (construção de terraços marinhos pleistocênicos):** Nesse estágio, teve início uma nova regressão, quando terraços arenosos cobertos por cristas praias foram formados, originando-se extensas planícies costeiras.

**f) Estágio F (Máximo da Última Transgressão):** Entre 6.500 e 7.000 anos A.P., o nível relativo do mar atingiu o atual e, a seguir, continuou a subir até atingir um máximo de 4 a 5 m acima do atual, há cerca de 5.500 A.P. Durante essa transgressão, os terraços pleistocênicos foram total ou parcialmente erodidos. Uma paisagem comum dessa fase foi à formação de sistemas ilhas-barreira/lagunas, principalmente nas desembocaduras fluviais.

**g) Estágio G (construção de deltas intralagunares):** Quando um rio desembocava nessas lagunas, despejando as suas águas e os sedimentos, formava-se um delta intralagunar, ou intra-estuarino, cujas dimensões dependiam dos tamanhos das lagunas e dos rios.

**h) Estágio H (construção dos terraços marinhos holocênicos):** Após cerca de 5.500 A.P., o nível relativo do mar sofreu uma descida progressiva até a posição atual, não sem antes passar por rápidas oscilações. Ao mesmo tempo que construiu os terraços marinhos, a descida do nível relativo do mar causou a transformação gradual de lagunas em lagos, seguidos por pântanos e, só então, os rios passaram a fluir diretamente para o oceano.



**Figura 3** - Modelo geral da evolução geológica das planícies costeiras das porções leste e nordeste do litoral brasileiro durante o quaternário, válido para o trecho entre o norte estado do Rio de Janeiro e o Rio Grande do Norte. Fonte: Martin et al.(1996) modificado, Apud Suguio et al. (2005).

#### 4.2.2 Indicadores de variação do nível relativo do mar

Segundo Suguio *et al.* (2005) podem ser constatados três tipos diferentes de indicadores de paleoníveis marinhos mais altos que o atual:

**a) indicadores geológicos:** são representados por terraços de construção marinha, terraços de abrasão marinha e as rochas de praia. Os depósitos sedimentares marinhos, como os terraços de construção marinha, situados acima do nível do mar atual, geralmente são evidências de paleoníveis do mar acima do atual. Os terraços de abrasão marinha representam superfícies erosivas sustentadas por rochas mais antigas do embasamento, que podem ser sedimentares ou cristalinas. São originados pela energia das ondas que, inicialmente, dão origem aos entalhes marinhos de dimensões reduzidas, que aumentam de tamanho e podem progredir até cavernas marinhas e, finalmente, com o colapso dos tetos das cavernas, transformam-se em terraços de abrasão marinha. As rochas praias caracterizam-se por arenitos ou conglomerados de paleopraias, em geral cimentados por carbonato de cálcio e contendo também conchas de moluscos e outros biodetritos, como espinhos de ouriços, algas calcárias e fragmentos de corais. Um estudo detalhado da granulometria e das estruturas sedimentares primárias dessas rochas pode fornecer indicações sobre subambientes praias onde foram sedimentadas e definir com relativa precisão a posição do paleonível do mar no momento de sua deposição.

**b) indicadores biológicos:** são representados por restos biogênicos ligados a partes de animais ou vegetais marinhos ou fósseis-traço diversos, encontrados nas vizinhanças do nível do mar atual. Podem apresentar-se na forma de incrustações de vermetídeos, ostras, corais e tocas de ouriços, situadas acima da zona de vida atual desses organismos. Esses indicadores fornecem materiais carbonáticos de suas carapaças, datadas pelo método do radiocarbono (carbono radioativo) ou por outros métodos geocronológicos. Icnofósseis também podem ser considerados indicadores biológicos de variação do nível relativo do mar, como é o caso dos tubos fósseis do crustáceo *Callichirus*, encontrados em terraços de construção marinha holocênicos e pleistocênicos. Paleomanguezais também são considerados indicadores biológicos de variação do nível do mar, fornecendo uma grande quantidade de matéria orgânica para datação pelo método do radiocarbono.

**c) indicadores arqueológicos:** são representados pelos sambaquis, depósitos formados por grupos de pescadores-coletores que povoavam a costa durante a pré-história. Fornecem somente informações sobre as posições-limite de paleolinhas de costa. São empregados duas premissas básicas, segundo Suguio *et al.* (1992), a primeira admite que os sambaquis muito afastados da linha de costa atual sugeririam períodos de nível do mar mais alto que o atual, e a segunda assume que no início da sua construção, o substrato encontrava-se emerso, isto é, acima do nível de maré alta na época.

### 4.3 ACUMULAÇÕES BIOCLÁSTICAS

#### 4.3.1 Classificações e origem

Kidwell *et al.* (1986) define acumulações bioclásticas (ou concentração esquelética) como qualquer acumulação de partes duras de origem biogênica, independentemente da composição taxonômica, estado de preservação ou intensidade de modificação *post-mortem*. Apesar de macroinvertebrados e vertebrados serem mais representativos nessas acumulações, ostracodes e algas pode constituir concentrações, assim como pequenos elementos tais como espículas de esponja, radiolários, foraminíferos, entre outros. As acumulações bioclásticas não estão restritas a uma escala física, e podem refletir um período de tempo muito breve ou muito prolongado.

Segundo Kidwell *et al.* (*op cit*), uma acumulação bioclástica pode ser constituída de elementos únicos, denominada assembleia homogênia, ou pode ser constituída por vários tipos de fósseis, sendo assim chamada de assembleia heterogênia. Segundo os mesmos autores é possível caracterizar três categorias de assembleias:

**a) assembleias autóctones:** são compostas de espécimes derivados de uma comunidade local e preservados em posição de vida. Muitas assembleias autóctones são ecologicamente homogêneas e são registros de mortandade em massa. No entanto, podem ser ecologicamente heterogêneas, devido à mistura temporal (*time-averaging*) ou de sucessivas condensações faunísticas de espécies ecologicamente diferentes, que colonizam o substrato em resposta às flutuações na salinidade ou oxigenação da água ou progressiva mudança nas propriedades do substrato (de lodoso para cascalhoso formado por biodetritos).

**b) assembleias parautóctones:** são compostas por espécies autoctónes que tiveram qualquer grau de retrabalhamento, mas não foram transportadas para fora de seu hábitat de vida original. Os espécimes podem ser reorientados, desarticulados e concentrados por agentes biológicos (bioturbadores, predadores, escavadores) e por processos físicos como a compactação de camadas sedimentares provocada pelo peso de camadas superiores.

**c) assembleias alóctones:** são compostas por espécimes transportados para fora de seu hábitat de vida.

Kidwell *et al.* (1986) classifica ainda as concentrações esqueléticas (acumulações bioclásticas) em concentrações biogênicas, concentrações sedimentológicas e concentrações diagenéticas.

As concentrações de origem biogênica podem ser divididas em dois subtipos: concentração biogênica intrínseca e concentração biogênica extrínseca.

A primeira, a concentração biogênica intrínseca, é formada pelo organismo que produz as partes duras, ou seja, concentração resultante do comportamento gregário intrínseco, em vida ou morte, onde o organismo é responsável pela acumulação esquelética. A assembleia fóssil formada é tipicamente autóctone ou parautóctone. Essas concentrações podem registrar uma colonização preferencial de larvas em locais onde são abundantes os adultos, como ocorrem entre os gastrópodes vermetídeos, as ostras e algumas vieiras; um único evento de colonização de espécies oportunistas caracterizado por uma população de grande tamanho; ou um densa agregação efêmera de organismos com esqueletos associados com alimentação, desova ou muda.

A segunda, a concentração biogênica extrínseca, é produzida por outros organismos que interagem com organismos esqueléticos ou suas partes duras descartadas. Essas assembleias são tipicamente parautóctones ou alóctones. Exemplos incluem partes duras ricas em massas fecais, buracos em conchas preenchidos produzidos por predadores e escavadores, acumulações produzidas por conchas transportadas por aves, entre outros.

As concentrações sedimentológicas resultam de processos físicos, geralmente hidráulicos, em que as partes duras de origem biogênica comportam-se como partículas sedimentares e a matriz não bioclástica é retrabalhada ou não acumulada, causando a concentração dos bioclastos.

As concentrações diagenéticas são criadas ou significativamente aprimoradas por processos físicos e químicos que atuam depois do sepultamento das partes duras. Muitas assembleias fósseis são alteradas de alguma forma pela diagênese, mas somente onde a densidade é significativamente aumentada são estas classificadas como concentrações diagenéticas.

As acumulações bioclásticas podem ser classificadas quanto a composição taxonômica segundo Kidwell *et al.* (1986) em monotípica, quando é composta somente por um único tipo de esqueleto como, por exemplo, uma camada composta somente por organismos bivalvíos, ou politípica, quando é formada por organismos com tipos esqueléticos diferentes como, por exemplo, camadas formadas por bivalvíos, gastrópodes, escafópodes, etc.

#### **4.3.2 Informações tafonômicas registradas nas acumulações bioclásticas**

A tafonomia (do grego: *tafos* = sepultamento; *nomos* = leis) de acordo com Behresmeyer & Kidwell (1985) é a ciência que compreende o estudo dos processos de preservação e como eles afetam as informações no registro fóssil. A tafonomia compreende duas amplas subdivisões, a *bioestratinomia* e a *fossildiagênese*. A bioestratinomia envolve a história sedimentar dos restos esqueléticos desde sua morte até o seu sepultamento final (HOLZ & SIMÕES, 2002). A fossildiagênese abrange todos os processos físicos e químicos que alteram os restos esqueléticos, após o seu soterramento e metamorfismo (FLESSA *et al.*, 1992).

A análise tafonômica tem como principal objetivo classificar assembleias fossilíferas em autóctones, parautóctones ou alóctones (KIDWELL *et al.*, 1986). Para isso são realizadas as análises dos parâmetros descritos abaixo, segundo Brett (1990) e Farinati e Zavalla (1995):

#### **Desarticulação**

É o primeiro dos processos de destruição *postmortem*. São afetados somente os organismos de natureza multiesquelética. Nos moluscos, os bivalvíos sofrem o processo de desarticulação a partir da desintegração do ligamento orgânico que unem as valvas, deixando-as expostas a ação das correntes de fundo e das ondas. Os ligamentos das valvas

que unem as conchas dos bivalvíos são evidentemente muito resistentes, e podem permanecer intactos por meses, apesar da fragmentação da concha.

Anoxia obviamente inibe a ação microbiana e experimentos indicam que bactérias anaeróbicas destroem ligamentos e tecidos cognitivos em questão de poucas semanas a meses.

Agentes bióticos, incluindo carniceiros e escavadores infaunais podem acelerar muito a desarticulação. A ação desses organismos é impedida em ambientes anaeróbicos, favorecendo a preservação de organismos articulados.

Agentes físicos tais como correntes e turbidez de ondas também podem produzir desarticulação. No entanto se organismo for transportado pouco antes de sua morte ou logo depois dela, pode não ocorrer desarticulação. Porém, uma vez deteriorados os tecidos conectivos, mesmo correntes muito fracas podem gerar a desarticulação completa. Ausência de turbidez e correntes podem promover a preservação de organismos articulados.

A desarticulação ocorre em função da energia do ambiente, da distância do transporte e também tem grande influência do hábito de vida do animal.

### **Fragmentação**

Resulta tanto de impactos físicos de objetos, como também de agentes bióticos tais como predadores e carniceiros. Alguma fragmentação produzida por predadores pode ocorrer antes mesmo da morte do organismo. Fragmentos distintos ou padrões de quebra podem ser reconhecidos em certos casos, como por exemplo, a fratura curvada produzida em gastrópodes pela ação de caranguejos predadores. No entanto, na maioria dos casos, o dano da predação é dificilmente distinguível da fragmentação física.

As conchas tendem a se quebrar ao longo de linhas pré-existentes como linhas de crescimento ou ornamentação como as costelas. A resistência a fragmentação relaciona-se a vários aspectos da morfologia esquelética e composição, incluindo espessura e curvatura da concha, microarquitetura e porcentagem de matriz orgânica. Em geral, as conchas nacaradas são muito mais resistentes a quebra por impacto, enquanto que conchas não nacaradas são mais frágeis.

A decomposição bacteriana de conchas de matriz orgânica muito fraca as torna muito mais suscetíveis a fragmentação por outros agentes. O tempo de exposição também é um forte agente gerador de fragmentação. Algas endolíticas e fungos enfraquecem a estrutura da concha e facilita a quebra. Um alto grau de fragmentação sugere quebra e retrabalhamento persistentes, talvez por ação de ondas normais. Eventos extraordinários como tempestades também podem gerar correntes e ondas que poderão causar fragmentação intermitente.

### **Abrasão**

A abrasão ou polimento físico resulta no arredondamento dos elementos esqueléticos e na perda de detalhes superficiais. A extensão da abrasão em qualquer tipo de esqueleto reflete a energia do ambiente, tempo de exposição e tamanho da partícula do agente abrasivo. Em geral, a taxa de abrasão aumenta com o aumento do tamanho do grão do agente abrasivo, por exemplo, grãos de tamanho argila não produzem abrasão significativa nos esqueletos, enquanto grãos tamanho areia e cascalho são provavelmente agentes abrasivos mais eficazes.

Dois fatores influenciam fortemente a resistência relativa das conchas: tamanho relativo do grão no sedimento e microarquitetura do esqueleto. Esqueletos com microestruturas densas tais como estrutura lamelar em cruzada em moluscos, são relativamente duras e resistentes a abrasão. Conchas moderadamente porosas e/ou ricas em matéria orgânica mostram durabilidades intermediárias, enquanto que aquelas muito porosas são abradidas rapidamente e seletivamente removidas do registro fóssil.

### **Alteração biológica (incrustação e perfurações)**

Como na abrasão, a espessura da concha, o conteúdo orgânico e talvez a densidade podem influenciar diretamente as taxas de bioerosão nos esqueletos. Comumente associadas a perfurações de esponjas e incrustações de algas endolíticas, a bioerosão apresenta taxas elevadas em muitos ambientes marinhos. Estima-se que cerca de 16% a 20% do peso de conchas de moluscos em ambiente marinho moderno seja perdido por ano pela ação de perfuração de esponjas e algas.

## **Dissolução**

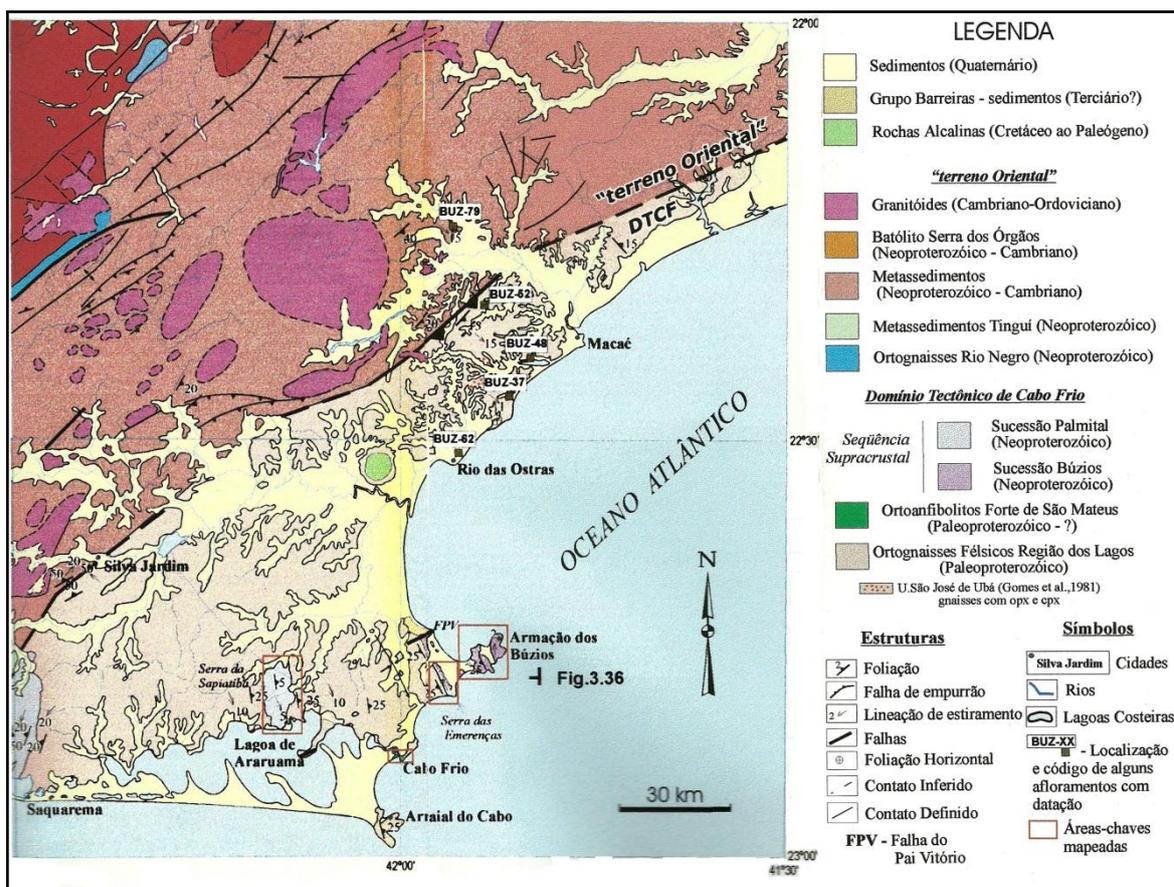
Resulta da instabilidade química de esqueletos mineralizados em águas marinhas ou em sedimentos com poros preenchidos por água. A dissolução pode ter início na interface água-sedimento e continuar em profundidades consideráveis dentro do sedimento. A bioturbação de sedimentos comumente promove dissolução pela mistura de água marinha fresca e pela oxidação de sulfetos que produzem ácidos dentro dos poros preenchidos por água nos sedimentos.

Geralmente há um ordenamento da resistência dos compostos químicos diante da dissolução, como segue: fosfato > sílica > calcita de equinoderma > outros esqueletos de calcita. Além disso, materiais esqueléticos contendo uma alta proporção de matéria orgânica, como é o caso das conchas nacaradas, são relativamente mais resistentes a dissolução do que aqueles com mineralogia carbonática pura.

## 5. DIAGNÓSTICO AMBIENTAL

### 5.1 GEOLOGIA REGIONAL

A geologia da região de Cabo Frio e Armação de Búzios é marcada pela presença de rochas Paleoproterozóicas, Mesoproterozóicas, Neoproterozóicas, Neógenas e Quaternárias, conforme demonstra a figura 4.



**Figura 4** - Mapa geológico de Cabo Frio e Armação dos Búzios. Fonte Schmitt (2001) modificado de Fonseca (1998).

As rochas Paleoproterozóicas fazem parte do "Complexo Região dos Lagos", constituídos por ortognaisses bandados/dobrados, cinzentos, de composição tonalítica a granítica, com abundantes paleodiques anfíbolíticos deformados, parcialmente fundidos em alguns locais com geração de venulações graníticas sintectônicas à deformação regional. Petrograficamente são biotita-plagioclásio-microclina ortognaisses tonalíticos, localmente com variações portadoras de hornblenda. São identificadas duas gerações de paleodiques (Figuras 5 e 6), a primeira mais antiga, caracterizada por níveis finos dispostos

concordantemente com a foliação dos ortognaisses, e a segunda mais jovem, que guarda características de um corpo intrusivo, nitidamente discordante da foliação preferencial dos ortognaisses encaixantes (SILVA & CUNHA, 2001).



**Figura 5** - *Diques encontrados na Praia Brava de Cabo Frio.*



**Figura 6** - *Diques encontrados na Praia Brava em Armação dos Búzios.*

As rochas Meso/Neoproterozóicas fazem parte do Complexo Búzios e são representados por paragnaisses expostos no Cabo Búzios. Caracterizam-se por três associações litológicas muito bem definidas. A primeira consiste em sillimanita-biotita xisto, sillimanita-cianita-k-feldspato gnaiss, granada quartzo gnaiss e quartzito feldspático. A segunda compreende duas formas de ocorrência: níveis de até 20 cm de espessura, boudinados e intercalados nas associações pelíticas e anfibolíticas, e níveis de

biotita-diopsídio gnaiss com espessura de no máximo seis metros. A terceira associação é constituída de anfibólito, diopsídio-anfibólito gnaiss e granada-anfibólito gnaiss. Em Cabo Frio (forte São Mateus) alguns gnáissicos são constituídos pela alternância de “bancos” de espessura decimétrica compostos por metarenitos feldspáticos e bancos de espessura centimétrica a decimétrica de metapelitos/grauvacas. Essas estruturas rítmicas representam depósitos turbidíticos metamorfizados, e acham-se associados a esses depósitos anfibólitos, geralmente granadíferos, podendo representar horizontes vulcano-clásticos (SCHMITT, 2001).

As rochas meso-cenozóicas estão representadas no Maciço Alcalino do Morro de São João que ocorre a 5km a NW do distrito de Barra de São João, composto por sienitos nefelínicos no sopé do morro homônimo, com notável expressão topográfica cônica (806 metros de altitude), em meio a terrenos pré-cambrianos com relevo arrasado. A Intrusão Alcalina da Ilha do Cabo Frio localiza-se em Arraial do Cabo e abrange toda a ilha oceânica em frente ao Cabo Frio, pontal do Atalaia, designada de ilha do Cabo Frio (SILVA & CUNHA, 2001).

Os depósitos Neógenos presentes na região pertencem a Formação Barreiras, depósito fluvial que aflora desde Cabo Frio, no Rio de Janeiro e se estende até o litoral do estado do Amapá. O pacote sedimentar é constituído por três unidades: areias grossas a conglomeráticas, com matriz caulínica e estruturas de estratificação cruzada planar na base do pacote; a unidade intermediária composta de interlaminções de areias grossas quartzosas com matriz areno-argilosa e argilas arroxeadas levemente arenosas; e no topo um nível de argilas de cores vermelha a branca (BEZERRA *et al.*, 2006).

Martin *et al.* (1997) afirmam que a sedimentação da Formação Barreiras ocorreu provavelmente durante o Plioceno, quando o clima era semi-árido, sujeito a chuvas esporádicas torrenciais formando amplas faixas de leque aluvial no sopé das encostas. Com o nível do mar mais baixo, esses sedimentos entulharam a plataforma continental e com a subida do nível do mar, a sedimentação do Grupo Barreiras findou e o depósito começou a ser erodido formando extensas falésias (Figura 7).



**Figura 7** - Falésias mortas da Formação Barreiras expostas na Praia Rasa, Armação dos Búzios.

De acordo Martin *et al.* (1997), os depósitos Quaternários da região são representados por depósitos marinhos e continentais de idade pleistocênica e holocênica.

Os depósitos marinhos pleistocênicos estão representados nas formas de terraços marinhos, caracterizados por sedimentos arenosos brancos na superfície e acastanhados em profundidade. Sedimentos com cor escura podem ser atribuídos a presença de matéria orgânica. Nas porções mais internas das planícies costeiras podem variar de 8 a 10 metros de altitude, diminuindo rumo ao mar. A superfície é marcada por alinhamentos de cristas de praias, que podem ser mais ou menos facilmente distinguíveis dos terraços marinhos holocênicos.

Entre Rio da Ostras e Barra de São João, os depósitos marinhos pleistocênicos reduzem-se a uma estreita faixa na margem oceânica e alguns poucos vestígios rumo ao interior. Nos vales atualmente ocupados pelos rios São João e Una, esses vestígios erodidos ganham maior importância. Entre Cabo Frio e Arraial do Cabo a maior parte dos depósitos arenosos litorâneos também deve ser de idade pleistocênica e essa afirmação é confirmada por uma datação por radiocarbono superior a 30.000 anos A.P., assim como a forte impregnação por ácidos húmicos e pela ausência total de conchas (MARTIN *et al.*, 1997).

Os terraços marinhos holocênicos situam-se externamente em relação aos pleistocênicos e normalmente separados dos mesmos por áreas baixas e pantanosas. São normalmente áreas mais baixas e, diferentemente dos terraços pleistocênicos podem conter

grandes quantidades de conchas de moluscos. Exibem alinhamentos de cristas de praias mais contínuos e pouco espaçados. Depósitos de areias marinhas holocênicas ocorrem de modo contínuo na região estudada e apresentam-se com extensões de dezenas de metros até vários quilômetros, principalmente próximo as desembocaduras fluviais mais importantes (MARTIN *et al.*, 1997). Os depósitos lagunares são de idade holocênica, e são encontrados nas zonas baixas separando terraços pleistocênicos e holocênicos ou nos cursos inferiores de grandes vales fluviais. Estes sedimentos sílticos e/ou arenoargilisos são ricos em matéria orgânica, e podem conter grande quantidade de conchas de moluscos de ambientes lagunares. Durante a fase de submersão, que antecedeu o nível máximo de 5.100 anos A.P., 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 A.P., em consequência da regressão marinha, as lagunas tenderam a ressecção ao mesmo tempo em que forma colmatadas e substituídas por áreas pântanosas (MARTIN *et al.*, 1997).

No final do Holoceno 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 8).



**Figura 8** - Campo de dunas na Praia do Perú, Cabo Frio.

## 5.2 CARACTERÍSTICAS GEOMORFOLÓGICAS

De acordo com Silva e Cunha (2001), a planície costeira do rio Una está localizada na Unidade Geomorfológica Baixada do rio São João. Essa área compreende os extensos fundos de vales dos rios São João, Una e das Ostras, preenchidos por sedimentos de origem fluvial e fluviolagunar. Esses fundos de vales são delimitados pelas colinas baixas da superfície aplainada da Região dos Lagos ou por colinas isoladas e as vertentes íngremes situadas no sopé da escarpa da serra do Taquaruçu.

Os autores descrevem que esta baixada foi originada a partir do empilhamento de uma seqüência de cristas de cordões arenosos, a partir do último máximo transgressivo no embaçamento compreendido entre o cabo de Búzios e o promontório de Rio das Ostras. A sedimentação marinha isolou, à sua retaguarda, corpos lagunares, que ocuparam os fundos de vales dos rios citados. Posteriormente, essas lagunas foram ressecadas e parcialmente recobertas por sedimentos aluviais até os dias atuais, caracterizando as planícies fluviolagunares dos baixos cursos dos rios São João, Una e das Ostras.

Resquícius de cordões arenosos pleistocênicos são identificados no interior da planície fluviolagunar do rio Una. As bacias de drenagens que convergem para os rios São João, Una e das Ostras drenam uma extensa área que compreende a superfície aplainada da Região dos Lagos e as vertentes dos maciços costeiros da Região dos Lagos, o Maciço intrusivo de Rio Bonito e a escarpa da serra do Taquaruçu (SILVA & CUNHA, 2001).

Sant'anna (1975), em um estudo geomorfológico da área de Barra de São João, fez uma série de observações geomorfológicas no trecho de litoral entre a planície costeira do rio São João e rio Una. De acordo com a autora, essa baixada se dispõe em forma de um arco aberto que se estende desde a barra do rio das Ostras, ao norte, até ao sul da barra do rio Una (figura 9).

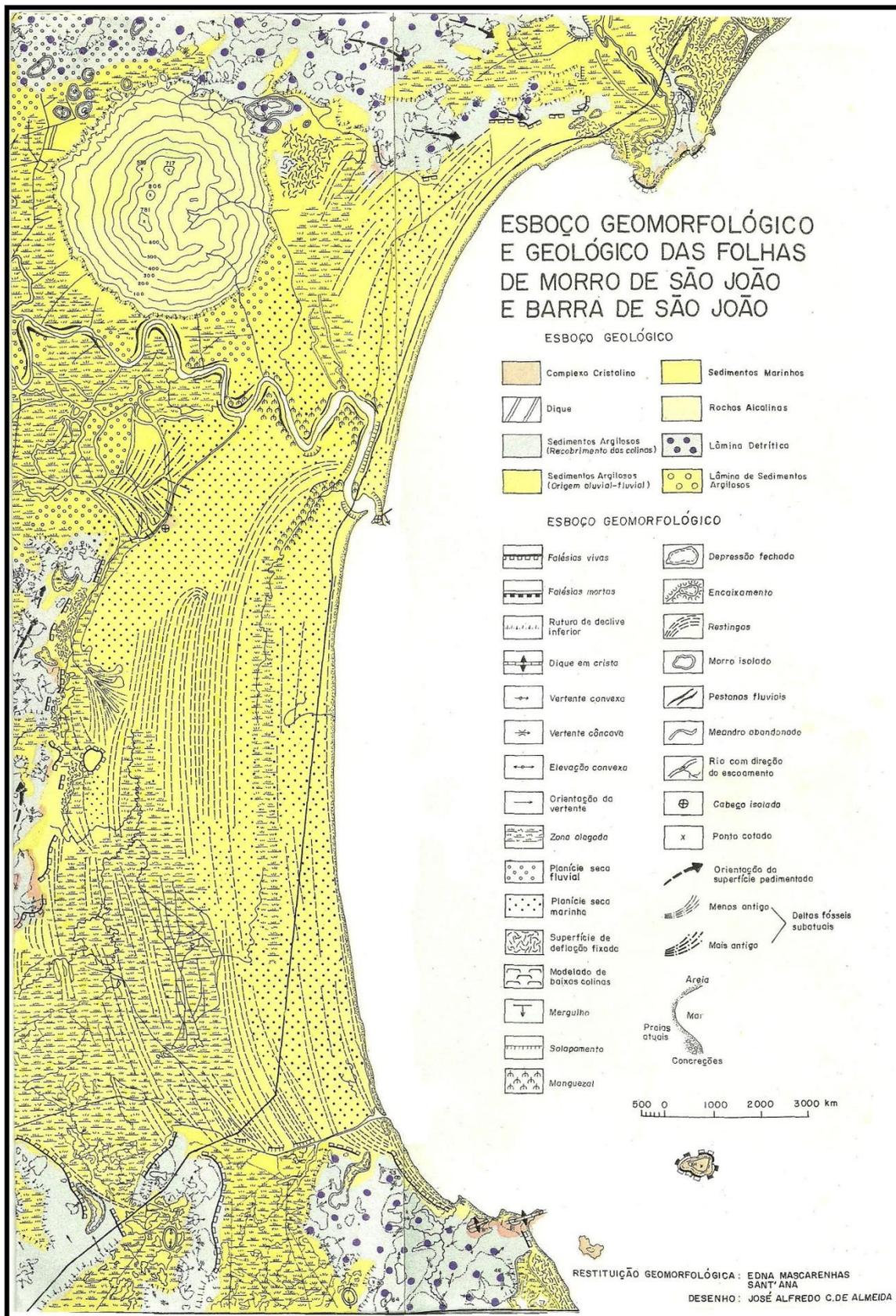


Figura 9 - Esboço geomorfológico da planície costeira do rio São João e rio Una. Fonte Sant'anna (1975).

### 5.3 CARACTERÍSTICAS HIDROGRÁFICAS

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.

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 retelinizados 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.

### 5.4 CLIMA

As principais características climáticas de Cabo Frio e Armação dos Búzios são a baixa pluviosidade, constância dos ventos e altas taxas de evaporação (DAU, 1960). Essas características conferem a região um microclima semi-árido.

Segundo Martin *et al.* (1996) essa anomalia climática pode ser atribuída ao fenômeno da ressurgência que ocorre na região. Dau (1960) descreve a ressurgência como um fenômeno no qual ocorre o afloramento, muito próximo à costa, da corrente fria das Malvinas, que até este ponto corre em profundidade. Durante o Holoceno a ressurgência sofreu mudanças de intensidade com fases onde foi pouco percebida e fases que ocasionou um aumento na diversidade biológica marinha (OLIVEIRA, 2008).

O funcionamento da ressurgência é controlado pelo regime dos ventos, sendo ativada pelos ventos de NE e desaparece com ventos do setor sul, ligados à passagem das frentes frias. Os ventos de NE são mais frequentes na primavera e no verão. Em consequência, as águas oceânicas de superfície ficam frias, durante esse período do ano, o que impede as chuvas convectivas. Segundo Martin *et al.* (1996) e Tanaka (1986), durante o inverno os ventos do setor sul são mais frequentes, tornando as águas oceânicas mais quentes.

Quanto à pluviosidade, o período relativamente mais seco vai de junho a setembro, enquanto os meses mais chuvosos são dezembro e janeiro. A baixo índice de pluviosidade está relacionado com o grande afastamento da serra do Mar, com a presença de ventos fortes e constantes que desviam rapidamente para o interior as massas úmidas (DAU, 1960).

A evaporação é praticamente constante através de todo o ano, variando apenas cerca de 12 mm entre os valores totais mensais extremos. As maiores taxas de evaporação ocorrem em agosto, quando ocorrem as pluviosidades mais baixas, e em janeiro, verifica-se com a maior precipitação do ano. Isso se deve a alta frequência, nesses dois meses, do vento dessecante alísio do nordeste (DAU, 1960).

O vento mais significativo na região é o alísio de nordeste, sendo um vento constante durante o ano todo. 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).

## **5.5 CARACTERÍSTICAS OCEANOGRÁFICAS**

O clima de ondas predominantes é o de tempo bom, com ondulações variando no quadrante nordeste, caracterizado por ondas com período significativo entre 2,5m e 3,5m (PINHO, 2003). A maré caracteriza-se como assimétrica, semidiurna com desigualdade, e sua amplitude é de aproximadamente 1,0 m (SAVI, 2007).

## 6. MATERIAL E MÉTODOS

Para realização do projeto de dissertação mestrado foram realizadas 5 (cinco) campanhas de coleta de material bioclástico em 6 (seis) afloramentos distribuídos ao longo do rio Una (Figura 10). Em cada ponto foram coletados aproximadamente 3 dm<sup>3</sup> de material (MARTINEZ *et al.*, 2006). O material malacológico foi processado no Laboratório de Geologia Costeira, Sedimentologia e Meio Ambiente – LAGECOST do Departamento de Geologia e Paleontologia do Museu Nacional /UFRJ.



**Figura 10** - Pontos de coleta selecionados ao longo da planície costeira do rio Una, Municípios de Cabo Frio e Armação dos Búzios. 1 – Desembocadura do rio Una; 2 – Canal Marina Porto Búzios; 3 – Pântano da Malhada; 4 – Fazenda Campos Novos; 5 – Condomínio Portal de Búzios; e 6 – Fazenda Araçá.

### 6.1 ETAPAS DE CAMPO

#### 6.1.1 Aquisição de material

A coleta foi realizada ao longo dos canais de drenagem associadas à bacia hidrográfica do rio Una. Optou-se em realizar as coletas durante a estação seca correspondente ao outono e inverno. Tal fato deve-se a frequentes inundações no período chuvoso correspondente ao verão principalmente. Em cada ponto, foi coletado com o

auxílio de martelo geológico e pá de jardinagem aproximadamente 3 dm<sup>3</sup> de material bioclástico (Figura 11). Em seguida, o material foi encaminhado ao Laboratório de Geologia Costeira, Sedimentologia & Meio Ambiente – LAGECOST do Departamento de Geologia & Paleontologia / Museu Nacional - UFRJ, onde foi realizada a triagem e as análises iniciais.



**Figura 11** - Coleta de material bioclástico na localidade canal Marina Porto Búzios.

Ao longo da bacia hidrográfica do rio Una, foram selecionados 6 (seis) pontos denominados de:

- 1.Desembocadura do rio Una:** localizado na praia Rasa, Município de Armação dos Búzios, a aproximadamente quatro km do trevo de Búzios. As coordenadas, identificadas a partir do GPS, são 22° 42' 9.2'' S e 41° 59' 23.9'' W, *datum* WGS 84 (Figura 12).



**Figura 12** - *Foz do rio Una, localizada na Praia Rasa, Cabo Frio, RJ.*

**2. Canal Marina Porto Búzios:** localizado na Avenida José Bento Ribeiro Dantas, estrada de acesso ao Município de Armação de Búzios, nas proximidades da Marina Porto Búzios. As coordenadas identificadas a partir do GPS, são  $22^{\circ}45'49''$  S e  $41^{\circ}57'27''$  W, datum WGS84. (Figura 13):



**Figura 13** - *Visão geral do canal Marina Porto Búzios.*

**3. Pântano da Malhada:** localizado no Município de Armação dos Búzios. Seguir pela estrada ao lado da praia Rasa, no primeiro trevo dobrar a direita. Após 1,1 Km virar a direita e 0,1 km depois virar a esquerda. Seguir por aproximadamente 2 km até a porteira

da reserva Tauá. As coordenadas identificadas a partir do GPS são  $22^{\circ} 45' 10,8893''$  S e  $41^{\circ} 59' 55,8272''$  W, *datum* WGS84. (Figura 14).



**Figura 14** - Açude escavado no Pântano da Malhada expondo a camada bioclástica.

**4. Fazenda Campos Novos:** seguir pela Rodovia Amaral Peixoto (RJ-106) sentido Macaé. Cerca de 0,8 Km antes do trevo de Búzios, entrar a esquerda em uma estrada de chão. Seguir aproximadamente 1 km até chegar a última propriedade. As coordenadas geográficas obtidas a partir do GPS são  $22^{\circ} 43' 14''$  S e  $42^{\circ} 48' 13''$  W, *datum* WGS84 (Figura 15).



**Figura 15** - Visão geral da localidade Fazenda Campos Novos.

**5. Condomínio Portal de Búzios:** localizado na Rodovia Amaral Peixoto (RJ-106) na altura de Campos Novos. O Condomínio fica ao lado direito sentido Macaé. As coordenadas obtidas a partir de GPS são  $22^{\circ}44'53''\text{S}$ ,  $42^{\circ}03'29''\text{W}$ , *datum* WGS84 (Figura 16).



**Figura 16** - Açude escavado no interior do Condomínio Portal de Búzios expondo a acumulação bioclástica.

**6. Fazenda Araçá:** seguir pela Rodovia Amaral Peixoto, sentido Macaé. Após passar a ponte que cruza o rio Una, pegar a estrada de terra ao lado de seu curso. A estrada faz uma curva a direita abandonando o curso do rio Una. Após trezentos metros de uma ponte que cruza um largo canal, encontra-se a porteira da Fazenda Araçá. As coordenadas obtidas a partir do GPS são  $22^{\circ}42'52''\text{S}$  e  $42^{\circ}04'27''\text{W}$ , *datum* WGS84 (Figura 17).



**Figura 17** - Visão geral do areal localizado no interior da Fazenda Araçá.

### 6.1.1 Descrição dos aspectos qualitativos das acumulações bioclásticas

Durante as etapas de campo foram levantados dados sobre o grau de empacotamento, grau de seleção, geometria, matriz sedimentar, estrutura interna e espessura das camadas bioclásticas. Os parâmetros utilizados para identificar cada uma das características foram baseados em Kidwell *et al.* (1986) e Kidwell & Holland (1991), como descrito a seguir:

Quanto ao grau de empacotamento as acumulações bioclásticas foram classificadas como densamente empacotadas, moderadamente empacotadas e fracamente empacotadas. Os depósitos densamente empacotados são suportados pelos bioclastos. A matriz sedimentar geralmente é fina e é comum o contato entre os bioclastos que compõem a camada. Os depósitos moderadamente empacotados são suportados pela matriz sedimentar, mas os bioclastos encontram-se próximos uns aos outros. Os depósitos fracamente empacotados são suportados pela matriz e os bioclastos estão dispersos nos sedimentos.

Quanto ao grau de seleção as acumulações bioclásticas foram classificadas como bem selecionadas, moderadamente selecionadas e mal selecionadas. Os depósitos bem selecionados apresentam a maioria dos bioclastos com a mesma classe de tamanho. Os depósitos moderadamente selecionados (ou bimodais) apresentam duas classes de tamanho predominantes. Os depósitos mal selecionados não apresentam predomínio de qualquer classe de tamanho.

Quanto à geometria da camada, as acumulações bioclásticas foram classificadas como *pod*, *clump*, lente, cunha e camada. Modelos desses tipos de camadas estão representados na figura 18.

Quanto à estrutura interna, as acumulações bioclásticas foram classificadas em simples ou complexas. Os depósitos com estrutura interna simples são internamente homogêneos em relação aos seus atributos bioestratinômicos, sedimentológicos e paleoecológicos. Os depósitos com estrutura interna complexa exibem variação lateral e vertical de suas feições bioestratinômicas, sedimentológicas e paleoecológicas.

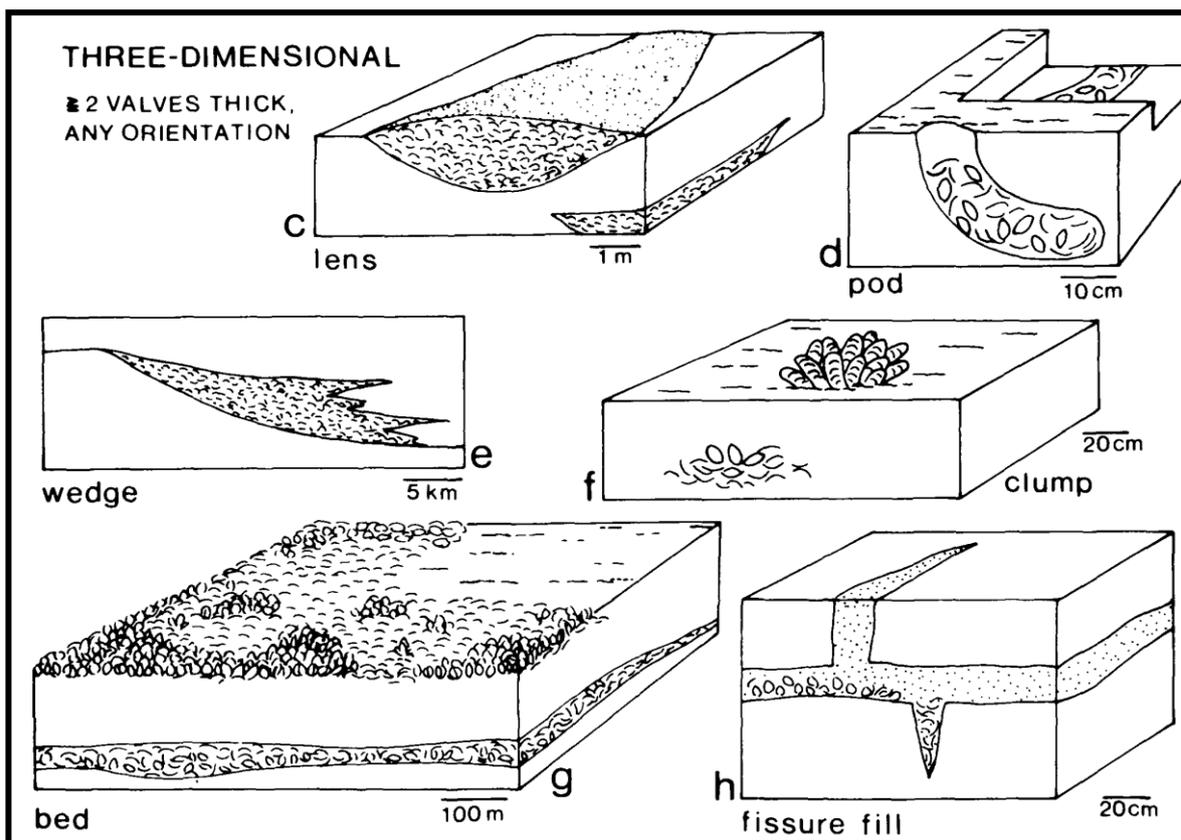


Figura 18 - Geometria das concentrações fossilíferas. Fonte Kidwell et al. (1986).

## 6.2 ETAPAS DE LABORATÓRIO E GABINETE

### 6.2.1 Triagem das amostras

Ao chegar ao laboratório, o material foi lavado em água corrente com o auxílio de uma peneira de “arroz” para retirada dos sedimentos aderidos as conchas. Após essa etapa, o material foi posto para secar naturalmente para depois ser encaminhado para as análises tafonômicas, taxonômicas e paleoambientais.

### 6.2.2 Análise tafonômica

Na análise tafonômica foram utilizados ao todo 9 assinaturas tafonômicas para bivalvíos e 7 assinaturas tafonômicas para gastrópodes e escafópodes.

As assinaturas tafonômicas utilizadas foram tipo de valva (somente para bivávios), classe de tamanho, grau de articulação (somente para biválvios), grau de fragmentação, grau de abrasão, grau de dissolução, bioerosão, estado das bordas e coloração. Os parâmetros utilizados para cada assinatura foram baseados em Davies *et al.* (1989) e Callender *et al.* (1992). Todos os táxons foram incluídos na análise como proposto por Best & Kidwell (2000 a; 2000 b).

Após a coleta dos dados das assinaturas tafonômicas as tabelas de codificação das assinaturas foram transcritas para o programa Microsoft Office Excel 2003 como proposto por Ponciano (2008). Neste programa, os percentuais dos valores de cada categoria das assinaturas tafonômicas de cada afloramento foram calculados. Todos esses dados são apresentados de forma resumida nas tabelas de 1 a 11 (págs. 41 a 54).

No quadro 1 são apresentados os significados das siglas utilizadas nas tabelas de 1 a 11 bem como os intervalos de valores e suas respectivas codificações.

**Quadro 1 -** Codificação das assinaturas tafonômicas utilizadas nos resultados da análise tafonômica nas tabelas de 1 a 11 (Modificado de Ponciano, 2008).

Assinatura Tafonômica	Sigla utilizada nas tabelas	Intervalo de valores	Significado das codificações
Tipo de valva	TV	0 – 2	0 = fragmento 1 = valva direita 2 = valva esquerda
Classe de tamanho	CT	0 – 7	0 = bioclastos menores que 4mm 1 = bioclastos entre 4 a 10 mm 2 = bioclastos entre 11 a 20 mm 3 = bioclastos entre 21 a 30 mm 4 = bioclastos entre 31 a 40 mm 5 = bioclastos entre 41 a 50 mm 6 = bioclastos entre 51 a 60 mm 7 = bioclastos entre 61 a 70 mm 8 = bioclastos de 71 a 80 mm 9 = bioclastos de 81 a 90 mm 10 = bioclastos de 91 a 100 mm 11 = bioclastos de 101 a 110mm
Grau de articulação	GAT	0 – 1	0 = articulado 1 = desarticulado
Grau de fragmentação	GF	0 – 3	0 = inteiro 1 = pouco fragmentado (até 70% do bioclasto preservado) 2 = moderadamente fragmentado (até 50% do bioclasto preservado) 3 – intensamente fragmentado (menos de 50% do bioclasto preservado)
Grau de abrasão	GAB	0 – 2	0 = sem abrasão 1 = abrasão moderada 2 = abrasão intensa
Grau de dissolução	GD	0 – 2	0 = sem dissolução 1 = dissolução moderada 2 = dissolução intensa
Bioerosão	BIO	0 – 2	0 = sem bioerosão 1 = incrustação 2 = perfuração
Estado das bordas	EB	0 – 2	0 = sem modificações aparentes 1 = angulosa 2 = arredondada

### 6.2.3 Identificação taxonômica

A identificação taxonômica dos moluscos foi realizada a partir da classificação de Rios (1994). Para identificação dos moluscos menores que 0,5 cm foi necessária a utilização de lupa que se encontra disponível no Laboratório de Paleoinvertebrados do Museu Nacional da UFRJ.

### 6.2.4 Identificação dos parâmetros paleoecológicos e paleoambientais

Para a análise de parâmetros ecológicos foram analisadas as variáveis hábitat, hábito de vida e batimetria. Só foi possível atribuir esses parâmetros ecológicos aos espécimes passíveis de identificação. Essas informações estão presentes na literatura, pois todas as espécies holocênicas ainda são encontradas na costa brasileira até os dias atuais.

### 6.2.5 Datação por $C^{14}$ e razão $C^{13}/C^{12}$

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 esta 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, eles 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, à idade do organismo quando morreu pode ser conhecida.

Segundo Silva *et al.* (1979) no  $CO_2$  atmosférico puro o valor da razão  $C^{13}/C^{12}$  de -7 partes por mil. Valores mais negativos são devidos a mistura com dióxido de carbono orgânico, derivado da respiração dos vegetais e decaimento do húmus. Já a razão  $C^{13}/C^{12}$  no bicarbonato marinho, em equilíbrio com o  $CO_2$  atmosférico, situa-se entre +1,0 e +2,0 partes por mil, dependendo da temperatura, mas o teor de bicarbonato observado em águas

superficiais e subterrâneas é duas a cinco vezes maior. O valor normal para calcários marinhos varia entre 0 e +3 partes por mil. Para os calcários de água doce o valor estaria entre -10 e -13 por mil.

No processo de seleção do material para datação e para razão  $C^{13}/C^{12}$  foi empregado o método aplicado por Fujiwara *et al.* (2004) que utiliza critérios tafonômicos e ecológicos para escolha de amostras. Foram enviadas 2 (duas) amostras para datação por  $C^{14}$  para o Beta Analytic Laboratory – Miami / Estado Unidos. Foram selecionadas para datação exemplares inteiros de *Anomolocardia brasiliiana* coletados na localidade canal Marina Porto Búzios assim como amostras de *Anomolocardia brasiliiana* coletadas em depósito arqueológico no Condomínio Portal de Búzios.

## 7. RESULTADOS

### 7.1 ANÁLISE TAFONÔMICA

#### 7.1.1 Desembocadura do rio Una (Afloramento 1)

Na desembocadura do rio Una foi identificado um depósito de conchas atual com padrão horizontal caracterizado por matriz sedimentar constituída por areia média a grossa, fracamente empacotado e moderadamente selecionado (figura 19).



**Figura 19** - Acumulação bioclástica localizada na desembocadura do rio Una.

#### **Classe Bivalvia**

Grande parte dos bioclastos representantes da classe Bivalvia encontra-se fragmentados, com um percentual de 78,30% (Tabela 1). A classe de tamanho predominante é 1 (um), com bioclastos entre 4 a 10 mm, mostrando uma seleção moderada. Não ocorrem conchas articuladas. A maioria dos bioclastos apresenta um grau de abrasão de moderado a alto, respectivamente de 61,40% e 30,20% (Tabela 1).

A dissolução também está presente em mais de 75% dos bioclastos, com grau de moderado a alto (Tabela 1). A alteração biológica mais freqüente foi à incrustação, presente em 46,70% das amostras de bioclastos. Um percentual de 51,00% dos fragmentos apresentou borda arredondada em (Tabela 1). A coloração original dos bioclastos está

presente em 35,70% dos bioclastos e a mesma se encontra alterada em 32,10% dos bioclastos (Tabela 1).

**Tabela 1** - *Frequência das assinaturas tafonômicas nos bivalvíos atuais encontrados na desembocadura do rio Una. As assinaturas tafonômicas foram codificadas da seguinte forma: TV – tipo de valva; CT – classe de tamanho; GAT – grau de articulação; GF – grau de fragmentação; GAB – grau de abrasão; GD – grau de dissolução; BIO – bioerosão; EB – estado das bordas; COL – coloração. Os significados dos intervalos de valores encontram-se no quadro 1 (pág. 36).*

DESEMBOCADURA DO RIO UNA						TOTAL DE BIOCLASTOS		
FREQUÊNCIA DAS ASSINATURAS TAFONÔMICAS						BIVALVÍOS: 679		
TV 0-2 (%)	CT 0-11 (%)	GAT 0-1 (%)	GF 0-3 (%)	GAB 0-2 (%)	GD 0-2 (%)	BIO 0-2 (%)	EB 0-2 (%)	COL 0-2 (%)
0 78,30	0 0,60	1 100,00	0 16,50	0 8,40	0 22,90	0 48,90	0 15,50	0 32,20
1 12,40	1 52,30		1 6,20	1 61,40	1 49,40	1 4,40	1 33,50	1 35,70
2 9,30	3 3,10		2 17,50	2 30,20	2 27,70	2 46,70	2 51,00	2 32,10
	4 0,10		3 54,80					

### Classe Gastropoda

Nos bioclastos referentes à classe Gastropoda, o percentual de fragmentados é superior a 95,00%. Um total de 76,30% pertencem a classe de tamanho 1 (um), com bioclastos entre 4 e 10 mm, demonstrando seleção moderada. Abrasão moderada está presente em 79,10% dos bioclastos e dissolução moderada em 70,90% (Tabela 2). Nos gastrópodes a principal alteração biológica observada foram as perfurações, em 79,10% dos bioclastos, e 48,40% apresentaram alteração na coloração original da concha (Tabela 2).

**Tabela 2** - *Frequência das assinaturas tafonômicas nos gastrópodes atuais encontrados na desembocadura do rio Una. As assinaturas tafonômicas foram codificadas da seguinte forma: CT- classe de tamanho; GF – grau de fragmentação; GAB – grau de abrasão; GD – grau de dissolução; BIO – bioerosão; EB – estado das bordas; COL- coloração. Os significados dos intervalos de valores encontram-se no quadro 1 (pág. 36).*

DESEMBOCADURA DO RIO UNA				TOTAL DE BIOCLASTOS		
FREQUÊNCIA DAS ASSINATURAS TAFONÔMICAS				GASTRÓPODES: 313		
CT 0-11 (%)	GF 0-3 (%)	GAB 0-2 (%)	GD 0-2 (%)	BIO 0-2 (%)	EB 0-2 (%)	COL 0-2 (%)
1 76,30	0 5,40	0 1,20	0 7,30	0 22,8	0 7,60	0 25,30
2 22,80	1 12,60	1 79,10	1 70,90	1 7,9	1 13,30	1 26,30
3 0,90	2 44,60	2 19,50	2 21,80	2 69,3	2 79,10	2 48,40
	3 37,40					

### 7.1.2 Canal Marina Porto Búzios (Afloramento 2)

A acumulação bioclástica localizada no canal Marina Porto Búzios apresenta 0,12m de espessura, geometria tabular e estrutura interna simples. Caracteriza-se por uma camada densamente empacotada com matriz sedimentar constituída por areia lamosa de coloração amarronzada a amarelada (figura 20).



**Figura 20** - *Acumulação bioclástica do canal Marina Porto Búzios.*

### **Classe Bivalvia**

Os bioclastos da classe Bivalvia encontrados na localidade canal Marina Porto Búzios estão, em 66,80%, entre a classe de tamanho 1 (um), representada por bioclastos entre 4 a 10 mm (Tabela 3). 97,40% dos bioclastos estão desarticulados, mas foi possível identificar a presença de alguns bioclastos com as valvas articuladas (3,60%). Grande parte dos bioclastos, um total de 72,40%, apresenta-se sem nenhuma fragmentação. A abrasão está ausente em 58,80% e aparece de forma moderada 40,20% dos bioclastos. A dissolução intensa está presente em 74,00% e moderada nos 26,00% restantes, ou seja, nenhum bioclasto foi encontrado sem qualquer sinal de dissolução (Tabela 3).

A alteração biológica do tipo perfuração foi observada em 16,40% dos bioclastos e 86,60% não apresentou qualquer tipo de sinal de alteração por parte de organismos perfuradores ou incrustantes. Por conta do baixo grau de fragmentação dos bioclastos, 78,80% dos bioclastos apresenta as bordas sem alterações aparentes. A coloração está ausente em 58,00% dos bioclastos e presente em 33,20 % (Tabela 3). Poucos foram os bioclastos que apresentaram coloração alterada (8,80%).

**Tabela 3 -** *Frequência das assinaturas tafonômicas nos bivalvíos encontrados no canal Marina Porto Búzios. As assinaturas tafonômicas foram codificadas da seguinte forma: TV – tipo de valva; CT – classe de tamanho; GAT – grau de articulação; GF – grau de fragmentação; GAB – grau de abrasão; GD – grau de dissolução; BIO – bioerosão; EB – estado das bordas; COL- coloração. Os significados dos intervalos de valores encontram-se no quadro 1 (pág.36).*

CANAL MARINA PORTO BÚZIOS						TOTAL DE BIOCLASTOS		
FREQUÊNCIA DAS ASSINATURAS TAFONÔMICAS						BIVALVÍOS: 250		
TV 0-2 (%)	CT 0-11 (%)	GAT 0-1	GF 0-3 (%)	GAB 0-2 (%)	GD 0-2 (%)	BIO 0-2 (%)	EB 0-2 (%)	COL 0-2 (%)
0	0	0	0	0	1	0	0	0
22,00	12,40	3,60	72,40	58,80	26,00	86,60	78,80	58,00
1	1	1	1	1	2	2	1	1
42,00	66,80	97,40	18,40	40,20	74,00	16,40	7,60	33,20
2	3		2	2			2	2
36,00	18,40		6,80	0,60			13,60	8,80
	4		3					
	2,40		2,40					

### Classe Gastropoda

Os bioclastos da classe Gastropoda encontrados na localidade canal Marina Porto Búzios apresentam tamanho predominante 2 (dois), bioclastos entre 11 a 20 mm. Mais de 85,00% dos bioclastos analisados estão fragmentados e 60,70% apresentam abrasão moderada. A dissolução está presente em 95,00% e alteração biológica do tipo perfuração foi observada em 92,90% dos bioclastos. A coloração original das conchas bem como alteração de coloração está totalmente ausente nos bioclastos analisados.

**Tabela 4** - *Frequência das assinaturas tafonômicas nos gastrópodes encontrados no Canal Marina Porto Búzios. As assinaturas tafonômicas foram codificadas da seguinte forma: CT- classe de tamanho; GF – grau de fragmentação; GAB – grau de abrasão; GD – grau de dissolução; BIO – bioerosão; EB – estado das bordas; COL- coloração. Os significados dos intervalos de valores encontram-se no quadro 1 (pág. 36).*

CANAL MARINA PORTO BÚZIOS				TOTAL DE BIOCLASTOS		
FREQUÊNCIA DAS ASSINATURAS TAFONÔMICAS				GASTRÓPODES: 84		
CT 0-11 (%)	GF 0-3 (%)	GAB 0-2 (%)	GD 0-2 (%)	BIO 0-2 (%)	EB 0-2 (%)	COL 0-2 (%)
1 21,40	0 11,90	0 14,30	0 3,60	0 7,10	0 13,10	2 100,00
2 58,30	1 47,60	1 60,70	1 46,40	2 92,90	1 69,00	
3 20,30	2 23,80	2 25,00	2 50,00		2 17,99	
	3 16,70					

### 7.1.3 Pântano da Malhada (Afloramento 3)

A acumulação bioclástica localizada no Pântano da Malhada apresenta 0,55 m de espessura. A camada apresenta geometria tabular com estrutura interna simples. Caracteriza-se por uma camada densamente empacotada com matriz sedimentar constituída por lama com coloração cinza clara (figura 21).



**Figura 21** - *Acumulação bioclástica do Pântano da Malhada.*

## Classe Bivalvia

No Pântano da Malhada 80,00% dos bioclastos encontrados pertencem a classe de tamanho 2 (dois), com bioclastos entre 11 e 20 mm (Tabela 5). 97,60% dos bioclastos encontram-se desarticulados, no entanto algumas valvas foram encontradas articuladas (2,40%).

Os bioclastos inteiros totalizam um percentual de 82,80%, e abrasão moderada está presente em 51,80% (Tabela 5). Dissolução moderada está presente em 75,90% dos bioclastos e somente uma pequena fração (13,90) não apresentou sinais de dissolução.

A alteração biológica está ausente em 62,00% e são encontradas perfurações em 38,00% nos bioclastos (Tabela 5). 85,30% dos bioclastos não apresentam qualquer tipo de alteração das bordas e a coloração está ausente em 82,40% dos bioclastos (Tabela 5).

Nessa localidade não foram identificados bioclastos representantes das classes Gatropoda e a Scaphopoda.

**Tabela 5** - *Frequência das assinaturas tafonômicas nos bivalvíos encontrados no Pântano da Malhada. As assinaturas tafonômicas foram codificadas da seguinte forma: TV – tipo de valva; CT – classe de tamanho; GAT – grau de articulação; GF – grau de fragmentação; GAB – grau de abrasão; GD – grau de dissolução; BIO – bioerosão; EB – estado das bordas; COL- coloração. Os significados dos intervalos de valores encontram-se no quadro 1 (pág.36).*

PÂNTANO DA MALHADA						TOTAL DE BIOCLASTOS		
FREQUÊNCIA DAS ASSINATURAS TAFONÔMICAS						BIVALVIOS: 245		
TV 0-2 (%)	CT 0-11 (%)	GAT 0-1	GF 0-3 (%)	GAB 0-2 (%)	GD 0-2 (%)	BIO 0-2 (%)	EB 0-2 (%)	COL 0-2 (%)
0 13,90	1 11,00	0 2,40	0 82,80	0 47,80	0 13,90	0 62,00	0 85,30	0 82,40
1 40,40	2 80,00	1 97,60	1 5,70	1 51,80	1 75,90	2 38,00	1 13,10	1 17,60
2 45,70	3 7,30		2 2,80	2 0,40	2 10,20		2 1,60	
	4 1,20		3 8,70					
	5 0,40							

#### 7.1.4 Fazenda Campos Novos (Afloramento 4)

A acumulação bioclástica da localidade Fazenda Campos Novos apresenta 0,94 m de espessura. A camada caracteriza-se por geometria tabular com estrutura interna complexa. Caracteriza-se por uma camada moderadamente empacotada com matriz sedimentar constituída por areia lamosa de coloração amarronzada (Figura 22).



**Figura 22** - Acumulação bioclástica da Fazenda Campos Novos.

#### Classe Bivalvia

Os bioclastos representantes da classe Bivalvia encontrados na localidade fazenda Campos Novos estão em 80,10% fragmentados e a classe de tamanho predominante é a 1 (um), com bioclastos entre 4 e 10 mm e não foram identificadas conchas articuladas (Tabela 6).

A abrasão está presente em mais de 50,00% dos bioclastos, a dissolução é pouco significativa, aparecendo em pouco mais de 25,00% dos bioclastos. As taxas de alteração biológica são relativamente baixas, aparecendo em menos de 15,00% dos bioclastos (Tabela 6). Uma considerável parte dos bioclastos encontra-se com as bordas angulosas e 56,00 % não apresenta qualquer sinal de coloração original (Tabela 6).

**Tabela 6** - *Frequência das assinaturas tafonômicas nos bivalvíos encontrados na Fazenda Campos Novos. As assinaturas tafonômicas foram codificadas da seguinte forma: TV – tipo de valva; CT – classe de tamanho; GAT – grau de articulação; GF – grau de fragmentação; GAB – grau de abrasão; GD – grau de dissolução; BIO – bioerosão; EB – estado das bordas; COL- coloração. Os significados dos intervalos de valores encontram-se no quadro 1 (pág.36).*

FAZENDA CAMPOS NOVOS						TOTAL DE BIOCLASTOS		
FREQUÊNCIA DAS ASSINATURAS TAFONÔMICAS						BIVALVÍOS: 166		
TV 0-2 (%)	CT 0-11 (%)	GAT 0-1	GF 0-3 (%)	GAB 0-2 (%)	GD 0-2 (%)	BIO 0-2 (%)	EB 0-2 (%)	COL 0-2 (%)
0 80,10	0 10,80	1 100,00	0 19,40	0 46,30	0 73,50	0 87,30	0 22,30	0 56,00
1 14,40	1 64,40		1 7,80	1 49,40	1 24,10	1 5,40	1 63,80	1 28,30
2 5,40	2 24,20		2 12,00	2 4,10	2 2,40	2 7,30	2 13,90	2 15,70
	4 0,60		3 60,80					

### Classe Gastropoda

Entre os bioclastos representantes da classe Gastropoda encontrados na localidade Fazenda Campos Novos 49,01% pertence a classe de tamanho 1 (um), que abrange os bioclastos que medem entre 4 e 10 mm (Tabela 7). Mais de 75,00% encontram-se fragmentados e mais de 70,00% apresentam abrasão de moderada a intensa.

A dissolução está presente em uma pequena parcela, em somente 29,41%. A alteração biológica do tipo perfuração é encontrada em somente 19,70% dos bioclastos e as incrustações são encontradas em somente 15,60% (Tabela 7). Bioclastos encontra-se com as bordas angulosas em 63,80% e 82,35% não apresentam nenhum vestígio de coloração original (Tabela 7).

**Tabela 7** - *Frequência das assinaturas tafonômicas nos gastrópodes encontrados na Fazenda Campos Novos. As assinaturas tafonômicas foram codificadas da seguinte forma: CT- classe de tamanho; GF – grau de fragmentação; GAB – grau de abrasão; GD – grau de dissolução; BIO – bioerosão; EB – estado das bordas; COL- coloração. Os significados dos intervalos de valores encontram-se no quadro 1 (pág. 36).*

FAZENDA CAMPOS NOVOS				TOTAL DE BIOCLASTOS		
FREQUÊNCIA DAS ASSINATURAS TAFONÔMICAS				GASTROPODES: 51		
CT 0-11 (%)	GF 0-3 (%)	GAB 0-2 (%)	GD 0-2 (%)	BIO 0-2 (%)	EB 0-2 (%)	COL 0-2 (%)
0	0	0	0	0	0	0
25,49	25,49	27,45	70,59	64,70	25,49	82,35
1	1	1	1	1	1	2
49,01	17,65	54,9	27,45	15,60	62,74	17,65
2	2	2	2	2	2	
21,57	7,84	17,65	1,96	19,70	11,77	
3	3					
3,93	49,02					

### Classe Scaphopoda

Os bioclastos representantes da classe Scaphopoda encontrados na localidade Fazenda Campos Novos encontram-se na faixa de tamanho 0 (zero), bioclastos menores que 4 mm, intensamente fragmentados em mais de 90,00% da amostra analisada (Tabela 8).

Um moderado grau de abrasão está presente em 62,22% dos bioclastos e a dissolução ausente em 82,22%. A alteração biológica é quase ausente, 97,78% apresentam-se sem qualquer sinal perfuração ou incrustação (Tabela 8). 84,44% dos bioclastos encontram-se com bordas angulosas e coloração original praticamente ausente (97,78%).

**Tabela 8** - *Frequência das assinaturas tafonômicas nos escafópodes encontrados na Fazenda Campos Novos. As assinaturas tafonômicas foram codificadas da seguinte forma: CT- classe de tamanho; GF – grau de fragmentação; GAB – grau de abrasão; GD – grau de dissolução; BIO – bioerosão; EB – estado das bordas; COL- coloração. Os significados dos intervalos de valores encontram-se no quadro 1 (pág. 36).*

FAZENDA CAMPOS NOVOS				TOTAL DE BIOCLASTOS		
FREQUÊNCIA DAS ASSINATURAS TAFONÔMICAS				ESCAFÓPODES: 45		
CT 0-11 (%)	GF 0-3 (%)	GAB 0-2 (%)	GD 0-2 (%)	BIO 0-2 (%)	EB 0-2 (%)	COL 0-2 (%)
0 68,89	0 8,88	0 37,78	0 82,22	0 97,78	0 8,89	0 97,78
1 20,00	1 1,22	1 62,22	1 17,78	2 2,22	1 84,44	2 2,22
2 4,44	2 33,34				2 6,67	
3 4,44	3 55,56					
4 2,23						

### 7.1.5 Condomínio Portal de Búzios (Afloramento 5)

A camada bioclástica identificada na localidade Condomínio Portal de Búzios apresenta 0,13 m de espessura, geometria tabular e estrutura interna simples. Caracteriza-se por uma camada densamente empacotada com matriz sedimentar constituída por areia lamosa amarronzada (figura 23).



**Figura 23** - *Camada bioclástica localizada no canal Marina Porto Búzios.*

### **Classe Bivalvia**

Na localidade condomínio Portal de Búzios 72,03% dos bioclastos está entre a classe de tamanho 2 (dois), com bioclastos entre 11 e 20 mm (Tabela 9). 98,47% dos bioclastos se encontram desarticulados, no entanto foram encontrados alguns articulados (1,53%). 60,15% dos bioclastos se encontram sem nenhum grau de fragmentação (Tabela 9).

Abrasão moderada está presente em 59,00 % e a dissolução está presente em mais de 90,00% dos bioclastos analisados. A alteração biológica se apresenta de forma discreta em pouco mais de 25,00% dos bioclastos (Tabela 9). 63,98% apresentam as bordas sem nenhuma alteração e coloração original está ausente em 84,29% dos bioclastos (Tabela 9).

**Tabela 9** - *Frequência das assinaturas tafonômicas nos bivalvíos encontrados no Condomínio Portal de Búzios. As assinaturas tafonômicas foram codificadas da seguinte forma: TV – tipo de valva; CT – classe de tamanho; GAT – grau de articulação; GF – grau de fragmentação; GAB – grau de abrasão; GD – grau de dissolução; BIO – bioerosão; EB – estado das bordas; COL- coloração. Os significados dos intervalos de valores encontram-se no quadro 1 (pág. 36).*

CONDOMÍNIO PORTAL DE BÚZIOS						TOTAL DE BIOCLASTOS		
FREQUÊNCIA DAS ASSINATURAS TAFONÔMICAS						BIVÁLVIOS: 261		
TV 0-2 (%)	CT 0-11 (%)	GAT 0-1	GF 0-3 (%)	GAB 0-2 (%)	GD 0-2 (%)	BIO 0-2 (%)	EB 0-2 (%)	COL 0-2 (%)
0 16,29	1 9,53	0 1,53	0 60,15	0 32,95	0 7,66	0 75,86	0 63,98	0 84,29
1 45,53	2 72,03	1 98,47	1 26,82	1 59,00	1 65,52	1 0,77	1 14,94	1 10,73
2 36,13	3 12,64		2 4,58	2 8,05	2 26,82	2 23,37	2 21,08	3 4,98
	4 3,1		3 8,43					
	5 1,81							
	6 0,42							
	8 0,42							

### 7.1.6 Fazenda Araçá (afloramento 6)

Na Fazenda Araçá não foi possível realizar o levantamento envolvendo aspectos relacionados à espessura, grau de empacotamento, geometria, estrutura interna da camada e matriz sedimentar. Tal fato deve-se a intervenções antrópicas realizadas no local. Essas intervenções impossibilitaram a execução do referido levantamento (figura 24). No entanto, a análise tafonômica nos bioclastos foi realizada.



**Figura 24** - Montes de areia contendo conchas de moluscos no areal da Fazenda Araçá.

### **Classe Bivalvia**

Nos bioclastos representantes da classe Bivalvia, a classe de tamanho predominante é a 2 (dois), com bioclastos entre 11 a 20 mm, em 41,81% da amostra analisada (Tabela 10). No entanto foram encontrados bioclastos desde muito pequenos, com classe de tamanho 1 (um), até bioclastos muito grandes, com classe de tamanho 8 (oito).

Nenhum bioclasto foi encontrado articulado e mais de 50,00% dos bioclastos estão fragmentados. A abrasão está ausente em 66,85% dos bioclastos e a dissolução ausente em 86,06% (Tabela 10). Não foi encontrado qualquer sinal de alteração biológica em 80,49% dos bioclastos.

As bordas de 37,33% dos bioclastos encontram-se angulosas enquanto 47,00 % não demonstram qualquer sinal de alteração. A coloração original a concha está presente em 31,10% e apresenta-se alterada em 40,86% dos bioclastos (Tabela 10).

**Tabela 10 -** *Frequência das assinaturas tafonômicas nos bivalvíos encontrados na Fazenda Araçá. As assinaturas tafonômicas foram codificadas da seguinte forma: TV – tipo de valva; CT – classe de tamanho; GAT – grau de articulação; GF – grau de fragmentação; GAB – grau de abrasão; GD – grau de dissolução; BIO – bioerosão; EB – estado das bordas; COL – coloração. Os significados dos intervalos de valores encontram-se no quadro 1 (pág. 36).*

FAZENDA ARAÇÁ						TOTAL DE BIOCLASTOS		
FREQUÊNCIA DAS ASSINATURAS TAFONÔMICAS						BIVÁLVIOS: 287		
TV 0-2 (%)	CT 0-11 (%)	GAT 0-1	GF 0-3 (%)	GAB 0-2 (%)	GD 0-2 (%)	BIO 0-2 (%)	EB 0-2 (%)	COL 0-2 (%)
0 51,57	0 10,80	1 100,00	0 38,21	0 66,85	0 86,06	0 80,49	0 47,00	0 28,04
1 26,83	1 33,80		1 8,01	1 24,39	1 11,50	1 37,33	1 37,33	1 31,10
2 21,60	2 41,81		2 9,06	2 8,76	2 2,44	2 15,67	2 15,67	2 40,86
	3 9,74		3 45,72					
	4 2,40							
	5 1,10							
	8 0,35							

### Classe Gastropoda

Os bioclastos encontrados na localidade Fazenda Araçá representantes da classe Gastrópoda apresentam tamanhos que variam de 0 (58,00%), bioclastos menores que 4mm, e 11 (2,00%), bioclastos entre 111 e 120 mm (Tabela 11). A fragmentação está ausente em 78,00% dos bioclastos, que apresentam também abrasão ausente em 78,00% e dissolução ausente em 86,00%. A alteração biológica está ausente em 78,00% e a coloração original da concha está ausente em 84,00% dos bioclastos analisados (Tabela 11).

**Tabela 11** - Frequência das assinaturas tafonômicas nos escafópodes encontrados na Fazenda Araçá. As assinaturas tafonômicas foram codificadas da seguinte forma: CT- classe de tamanho; GF – grau de fragmentação; GAB – grau de abrasão; GD – grau de dissolução; BIO – bioerosão; EB – estado das bordas; COL- coloração. Os significados dos intervalos de valores encontram-se no quadro 1 (pág. 52).

FAZENDA ARAÇÁ				TOTAL DE BIOCLASTOS		
FREQUÊNCIA DAS ASSINATURAS TAFONÔMICAS				GASTRÓPODES: 50		
CT 0-11 (%)	GF 0-3 (%)	GAB 0-2 (%)	GD 0-2 (%)	BIO 0-2 (%)	EB 0-2 (%)	COL 0-2 (%)
0 58,00	0 72,00	0 78,00	0 86,00	0 90,00	0 78,00	0 84,00
1 26,00	1 20,00	1 20,00	1 12,00	2 10,00	1 10,00	1 10,00
2 6,00	2 4,00	2 2,00	1 2,00		2 2,00	2 6,00
3 2,00	3 4,00					
4 2,23						
8 2,00						
11 2,00						

## 7.2 IDENTIFICAÇÃO TAXONÔMICA

### 7.2.1 Desembocadura do rio Una (Afloramento 1)

#### Classe Gastropoda

Foi possível identificar na acumulação bioclástica atual encontrada na desembocadura do rio Una 5 (cinco) espécies de moluscos da classe Gastropoda (tabela 12). A espécie de gastrópode mais significativa nessa localidade é *Crepidula aculeata*, com 219 espécimes quantificados.

**Tabela 12** - Espécies de gastrópodes encontrados na desembocadura do rio Una.

TABELA DE DIVERSIDADE DE ESPÉCIES DE MOLUSCOS		CLASSE: GASTROPODA	
LOCALIDADE: DESEMBOCADURA DO RIO UNA		TOTAL DE BIOCLASTOS: 324	
ESPÉCIE	INTEIROS	FRAGMENTOS	TOTAL
<i>Fissurella rosea</i> (Gmelin, 1791)	1	4	5
<i>Collisela subrugosa</i> (Orbigny, 1846)	x	8	8
<i>Calliostoma adpersum</i> (Philippi, 1851)	1	27	28
<i>Hipponix antiquatus</i> (Linnaeus, 1767)	4	1	5
<i>Crepidula aculeata</i> (Gmelin, 1791)	10	209	219
Fragmentos indeterminados	x	59	59

### Classe Bivalvia

Foi possível identificar na acumulação bioclástica atual encontrada na desembocadura do rio Una 16 espécies de moluscos da classe Bivalvia (tabela 13) A espécie de bivalvío mais representativa no depósito é *Pitar fulminatus*, com 120 espécimes quantificados.

**Tabela 13** - Espécies de bivalvíos encontrados na desembocadura do rio Una.

TABELA DE DIVERSIDADE DE ESPÉCIES DE MOLUSCOS		CLASSE: BIVÁLVIA	
LOCALIDADE: DESEMBOCADURA DO RIO UNA		TOTAL DE BIOCLASTOS: 663	
ESPÉCIE	INTEIROS	FRAGMENTOS	TOTAL
<i>Anadara brasiliiana</i> (Lamarck, 1819)	19	4	23
<i>Anadara baughmani</i> Hertlein, 1951	6	7	13
<i>Anadara ovalis</i> (Bruguère, 1789)	10	1	11
<i>Anadara</i> sp.	8	2	10
Mitilídeo indeterminado	x	1	1
<i>Ostrea</i> sp.	x	49	49
<i>Pecten ziczac</i> (Linnaeus, 1758)	1	1	2
<i>Diplodonta patagonica</i> (Orbigny, 1842)	3	2	5
<i>Trachycardium muricatum</i> (Linnaeus, 1758)	2	3	5
<i>Tellina</i> sp.	1	4	5
<i>Tagelus divisus</i> (Spengler, 1794)	2	1	3
<i>Donax hanleyanus</i> Philippi, 1892	2	x	2
<i>Tivela mactroides</i> (Born, 1778)	10	5	15
<i>Pitar fulminatus</i> (Menke, 1828)	40	80	120
<i>Corbula caribaea</i> Orbigny, 1842	1	x	1
<i>Pholas campechiensis</i> Gmelin, 1791	x	2	2
Fragmentos indeterminados	x	404	404

## 7.2.2 Canal Marina Porto Búzios (Afloramento 2)

### Classe Gastropoda

Foi possível identificar no depósito encontrado na localidade Canal Marina Porto Búzios 2 (duas) espécies representantes da classe Gastropoda (tabela 14). Dentre os gastrópodes a espécie mais representativa no depósito é *Cerithium atratum*, com 73 espécimes identificados.

**Tabela 14** - Espécies de gastrópodes encontrados na localidade canal Marina Porto Búzios.

TABELA DE DIVERSIDADE DE ESPÉCIES DE MOLUSCOS		CLASSE: GASTRÓPODA	
LOCALIDADE: CANAL MARINA PORTO BÚZIOS		TOTAL DE BIOCLASTOS: 84	
ESPÉCIE	INTEIROS	FRAGMENTOS	TOTAL
<i>Cerithium atratum</i> (Bruguère, 1792)	10	73	83
<i>Bulla striata</i> (Bruguère, 1792)	x	1	1

### Classe Bivalvia

Foi possível identificar no depósito encontrado na localidade Canal Marina Porto Búzios 5 espécies representantes da classe Bivalvia (tabela 15). A espécie mais representativa é *Anomalocardia brasiliana*, com 194 espécimes identificados.

**Tabela 15** Espécies de bivalvíos encontrados na localidade canal Marina Porto Búzios.

TABELA DE DIVERSIDADE DE ESPÉCIES DE MOLUSCOS		CLASSE: BIVÁLVIA	
LOCALIDADE: CANAL MARINA PORTO BÚZIOS		TOTAL DE BIOCLASTOS: 259	
ESPÉCIE	INTEIROS	FRAGMENTOS	TOTAL
<i>Ostrea</i> sp.	10	33	43
<i>Lucina pectinata</i> (Splenger, 1798)	4	4	8
<i>Tellina nitens</i> C. B. Adams, 1845	1	1	2
<i>Anomalocardia brasiliana</i> (Gmelin, 1791)	164	30	194
<i>Pitar fulminatus</i> (Menke, 1828)	1	2	3

### 7.2.3 Pântano da Malhada (Afloramento 3)

#### Classe Bivalvia

Na localidade Pântano da Malhada só foram encontrados representantes da classe Bivalvia (tabela 16) e foi possível identificar um total de três espécies, sendo a mais representativa delas *Anomalocardia brasiliana*, com 222 espécimes quantificados.

**Tabela 16** - Espécies de bivalvíos encontrados na localidade Pântano da Malhada.

TABELA DE DIVERSIDADE DE ESPÉCIES DE MOLUSCOS		CLASSE: BIVÁLVIA	
LOCALIDADE: PÂNTANO DA MALHADA		TOTAL DE BIOCLASTOS: 245	
ESPÉCIE	INTEIROS	FRAGMENTOS	TOTAL
<i>Tellina nitens</i> C. B. Adams, 1845	5	15	20
<i>Anomalocardia brasiliana</i> (Gmelin, 1791)	197	25	222
<i>Pitar fulminatus</i> (Menke, 1828)	1	1	2
Fragmentos indeterminados	x	1	1

### 7.2.4 Fazenda Campos Novos (Afloramento 4)

#### Classe Gastropoda

Na localidade Fazenda Campos Novos foram encontrados 7 (sete) espécies representantes das classes Gastropoda (tabela 17). A mais representativa *Cerithium atratum*, com 9 espécimes quantificados

**Tabela 17** - Espécies de gastrópodes encontrados na localidade Fazenda Campos Novos.

TABELA DE DIVERSIDADE DE ESPÉCIES DE MOLUSCOS		CLASSE: GASTRÓPODA	
LOCALIDADE: FAZENDA CAMPOS NOVOS		TOTAL DE BIOCLASTOS: 51	
ESPÉCIE	INTEIROS	FRAGMENTOS	TOTAL
<i>Neritina virginea</i> (Linnaeus, 1758)	5	1	6
<i>Cerithium atratum</i> (Bruguière, 1792)	1	8	9
<i>Crepidula aculeata</i> (Gmelin, 1791)	1	X	1
<i>Thais haemastoma</i> (Linnaeus, 1767)	1	1	2
<i>Anachis</i> sp.	1	X	1
<i>Olivella</i> sp.	3	1	4
<i>Bulla striata</i> (Bruguière, 1792)	1	2	3
Fragmentos indeterminados	x	25	25

## Classe Bivalvia

Na localidade Fazenda Campos Novos foram encontradas 10 espécies representadas da classe Bivalvia (tabela 18). A mais abundante é *Pitar fulminatus*, com 64 espécimes quantificados.

**Tabela 18** Espécies de bivalvíos encontrados na localidade Fazenda Campos Novos.

TABELA DE DIVERSIDADE DE ESPÉCIES DE MOLUSCOS		CLASSE: BIVÁLVIA	
LOCALIDADE: FAZENDA CAMPOS NOVOS		TOTAL DE BIOCLASTOS: 259	
ESPÉCIE	INTEIROS	FRAGMENTOS	TOTAL
<i>Diplodonta patagônica</i> (Orbigny, 1842)	x	5	5
Mitilídeo indeterminado	x	9	9
<i>Ostrea</i> sp.	x	14	14
<i>Lucina pectinata</i> (Splenger, 1798)	x	12	12
<i>Trachycardium muricatum</i> (Linnaeus, 1758)	4	1	5
<i>Anadara</i> sp.	3	4	7
<i>Tellina nitens</i> C. B. Adams, 1845	2	X	2
<i>Anomalocardia brasiliana</i> (Gmelin, 1791)	1	X	1
<i>Pitar fulminatus</i> (Menke, 1828)	30	34	64
<i>Corbula caribaea</i> Orbigny, 1842	5	1	6
Fragmentos indeterminados	41	X	41

## Classe Scaphopoda

Na localidade Fazenda Campos Novos somente uma espécie da classe Scaphopoda, *Antalis disparile*, com 45 espécimes quantificados (tabela 19).

**Tabela 19** Espécies de escafópodes encontrados na localidade Fazenda Campos Novos.

TABELA DE DIVERSIDADE DE ESPÉCIES DE MOLUSCOS		CLASSE: SCAPHOPODA	
LOCALIDADE: FAZENDA CAMPOS NOVOS		TOTAL DE BIOCLASTOS: 45	
ESPÉCIE	INTEIROS	FRAGMENTOS	TOTAL
<i>Antalis disparile</i> (Orbigny, 1842)	4	41	45

### 7.2.5 Condomínio Portal de Búzios (Afloramento 5)

#### Classe Bivalvia

Na localidade Condomínio Portal de Búzios só foram identificados representantes de moluscos da classe Bivalvia (tabela 20). Foi possível identificar um total de 5 espécies, sendo a mais representativa *Anomalocardia brasiliana*, com 231 espécimes quantificados.

**Tabela 20** - Espécies de bivalvíos encontrados na localidade Condomínio Portal de Búzios.

TABELA DE DIVERSIDADE DE ESPÉCIES DE MOLUSCOS		CLASSE: BIVÁLVIA	
LOCALIDADE: CONDOMÍNIO PORTAL DE BÚZIOS		TOTAL DE BIOCLASTOS: 261	
ESPÉCIE	INTEIROS	FRAGMENTOS	TOTAL
<i>Crassostrea rizophorae</i> (Guilding, 1828)	x	8	8
<i>Lucina pectinata</i> (Splenger, 1798)	2	6	8
<i>Tellina nitens</i> C. B. Adams, 1845	x	9	9
<i>Anomalocardia brasiliana</i> (Gmelin, 1791)	148	83	231
<i>Pitar fulminatus</i> (Menke, 1828)	3	x	3
Fragmentos indeterminados	x	2	2

### 7.2.6 Fazenda Araçá (Afloramento 6)

#### Classe Gastropoda

Na localidade Fazenda Araçá foram identificados 8 espécies representantes das classes Gastropoda (tabela 21). A espécie mais representativa é *Olivella* sp.2, com 27 espécimes quantificados.

**Tabela 21** - Espécies de gastrópodes encontrados na localidade Fazenda Araçá.

TABELA DE DIVERSIDADE DE ESPÉCIES DE MOLUSCOS		CLASSE: GASTRÓPODA	
LOCALIDADE: FAZENDA ARAÇÁ		TOTAL DE BIOCLASTOS: 50	
ESPÉCIE	INTEIROS	FRAGMENTOS	TOTAL
<i>Neritina virginea</i> (Linnaeus, 1758)	x	1	1
<i>Cerithium atratum</i> (Bruguère, 1792)	x	1	1
<i>Thais haemastoma</i> (Linnaeus, 1767)	3	2	5
<i>Nassarius vibex</i> (Say, 1822)	2	x	2
<i>Olivella</i> sp. 1	4	x	4
<i>Olivella</i> sp. 2	20	7	27
<i>Turbonilla</i> sp. 1	1	2	3
<i>Turbonilla</i> sp. 2	6	1	7

### Classe Bivalvia

Na localidade Fazenda Araçá foram identificadas 17 espécies representantes da classe Bivalvia (tabela 22). A espécie mais representativa foi *Tivela mactroides*, com 50 espécimes quantificados.

**Tabela 22** - Espécies de bivalvíos encontrados na localidade Fazenda Araçá.

TABELA DE DIVERSIDADE DE ESPÉCIES DE MOLUSCOS		CLASSE: BIVÁLVIA	
LOCALIDADE: FAZENDA ARAÇÁ		TOTAL DE BIOCLASTOS: 261	
ESPÉCIE	INTEIROS	FRAGMENTOS	TOTAL
<i>Anadara brasiliiana</i> (Lamarck, 1819)	3	3	6
<i>Anadara</i> sp.	10	x	10
<i>Ostrea</i> sp.	2	2	4
<i>Pecten ziczac</i> (Linnaeus, 1758)	1	x	1
<i>Pecten</i> sp.	x	2	2
<i>Lucina pectinata</i> (Splenger, 1798)	1	x	1
<i>Divaricella quadrissulcata</i> (Orbigny, 1842)	12	9	21
<i>Diplodonta patagônica</i> (Orbigny, 1842)	8	3	11
<i>Tellina versicolor</i> De Kay, 1843	7	x	7
<i>Tellina nitens</i> C. B. Adams, 1845	x	2	2
<i>Tellina martinicensis</i> Orbigny, 1853	1	1	2
<i>Anomalocardia brasiliiana</i> (Gmelin, 1791)	14	16	30
<i>Tivela mactroides</i> (Born, 1778)	32	18	50
<i>Pitar fulminatus</i> (Menke, 1828)	2	8	10
<i>Dosinia concentrica</i> (Born, 1778)	2	3	5
<i>Corbula caribaea</i> Orbigny, 1842	25	x	25
<i>Pholas campechiensis</i> Gmelin, 1791	x	12	12
Fragmentos indeterminados	x	83	83

## Classe Scaphopoda

Na localidade Fazenda Araçá foram identificadas 2 (duas) espécies representantes da classe Scaphopoda, *Dentalium americanum* e *Antalis disparile*, ambos com dois espécimes identificados cada.

**Tabela 23** - Espécies de escafópodes encontrados na localidade Fazenda Araçá.

TABELA DE DIVERSIDADE DE ESPÉCIES DE MOLUSCOS		CLASSE: SCAPHOPODA	
LOCALIDADE: FAZENDA ARAÇÁ		TOTAL DE BIOCLASTOS: 4	
ESPÉCIE	INTEIROS	FRAGMENTOS	TOTAL
<i>Dentalium americanum</i> Chenu, 1843	1	1	2
<i>Antalis disparile</i> (Orbigny, 1842)	1	1	2

### 7.3 IDENTIFICAÇÃO DOS PARÂMETROS PALEOECOLÓGICOS E PALEOAMBIENTAIS

No depósito atual localizado na desembocadura do rio Una foram identificadas espécies que não partilham do mesmo hábitat. Foram encontradas espécies de fundos rochosos, fundos arenosos, fundos lamosos, fundos cascalhosos e raízes de plantas. Os hábitos de vida também são diversos: infaunal não aderido, epifaunal aderido e epifaunal não aderido. As batimetrias também são diversas, desde espécies de águas rasas como *Fissurella rosea*, que vive em profundidades de 0 a 10 m até *Anadara baughmani* que vive em profundidades de 15 a 120 m.

No depósito localizado no canal Marina Porto Búzios foram identificadas espécies de bivalvíos e gastrópodes que compartilham o mesmo hábitat, areia e lama. Entre os bivalvíos, todas as espécies têm hábito infaunal não aderido e entre os gastrópodes, todas as espécies têm hábito epifaunal não aderido. Praticamente todas as espécies vivem em batimetrias entre 0 a 30 m, com exceção de *Tellina nitens* que pode habitar profundidades maiores, entre 1 a 120 m.

No depósito localizado no Pântano da Malhada, onde somente foram identificados representantes da classe Bivalvia, todas as espécies compartilham o mesmo hábitat, areia e lama, o mesmo hábito de vida, infaunal não aderido, e vivem em profundidades que podem

variar entre 0 a 30 m, com exceção de *Tellina nitens* que pode habitar profundidades maiores, entre 1 a 120 m.

No depósito localizado na Fazenda Campos Novos, assim como no depósito atual da desembocadura do rio Una, foram identificadas espécies que não partilham do mesmo hábitat. Os hábitos de vida também são diversificados. Quanto a batimetria, foram encontradas espécies que vivem águas rasas, como *Bulla striata* que vive em profundidades entre 0 a 10 m, e também *Diplodonta patagônica*, que podem ser encontradas em profundidades de 32 a 102 m.

No depósito localizado no Condomínio Portal de Búzios, assim como no depósito do Pântano da Malhada, foram encontrados somente espécies da classe Bivalvia, que colonizam o mesmo hábitat, areia e lama, e apresentam o mesmo hábito de vida infaunal não aderido, com exceção de *Crassostrea rizophorae* que habita fundos cascalhosos ou raízes de mangue e tem hábito epifaunal aderido. As espécies encontradas também ocupam batimetrias entre 0 e 50, com exceção de *Tellina nitens* vive em profundidades de 1 a 120 m.

No depósito da Fazenda Araçá, assim como no depósito atual da desembocadura do rio Una e no depósito da Fazenda Campos Novos, foram encontradas espécies que ocupam habitats diferentes, que possuem hábitos de vida diferentes e vivem em batimetrias desde muito rasas, como é o caso de *Thais haemastoma* que vive em batimetrias entre 0 a 10 m, até batimetrias mais profundas como é o caso de *Diplodonta patagônica* que vive em profundidade entre 36 e 102 m.

Um detalhamento de todas as espécies e seus respectivos habitats, hábitos de vida,

**Quadro 2a** - Parâmetros paleoecológicos e Parâmetros Paleoambientais da malacofauna da planície costeira do rio Una, Municípios de Cabo Frio e Armação dos Búzios, Estado do Rio de Janeiro (continua na próxima folha).

ESPÉCIE	PARÂMETROS PALEOECOLÓGICOS E PALEOAMBIENTAIS			LOCALIDADES DE OCORRÊNCIA					
	HÁBITAT	HÁBITO DE VIDA	BATIMETRIA (m)	DRU	CMP	PM	FCN	CPB	FA
<i>F. rósea</i>	rochas entremaré escondida em algas verdes	epifaunal aderido	0-10						
<i>C. subrugosa</i>	rochas e destroços, se alimentando de microalgas	epifaunal aderido	0-10						
<i>C. adspesum</i>	areia e lama	epifaunal não aderido	0-25						
<i>N. virginea</i>	Lama, raízes de mangue, cascalho	epifaunal não aderido	0-30						
<i>C. atratum</i>	areia e lama	epifaunal não aderido	0-30						
<i>H. antiquatus</i>	acima de rochas entremarés ou em cascalho	epifaunal não aderido	x						
<i>C. aculeata</i>	rochas, cascalho, restos de conchas e raízes de mangue	epifaunal aderido	13-36						
<i>T. haemastoma</i>	rochas entremarés, bancos de ostras, destroços e bóias	epifaunal aderido	0-10						
<i>Anachis</i> sp.	x	x	x						
<i>Olivella</i> sp. 1	x	x	x						
<i>Olivella</i> sp. 2	x	x	x						
<i>Turbonilla</i> sp.1	x	x	x						
<i>Turbonilla</i> sp. 2	x	x	x						
<i>B. striata</i>	areia e lama	epifaunal não aderido	0-10						
<i>N. vibex</i>	areia e lama, se alimentando de animais mortos	epifaunal não aderido	x						
<i>A. brasiliiana</i>	areia e lama	infaunal não aderido	15-75						
<i>A. baughmani</i>	areia	infaunal não aderido	15-120						
<i>A. ovalis</i>	rochas, corais e bóias	infaunal não aderido	0-10						
<i>Anadara</i> sp.	x	x	x						

**Quadro 2b** - (continuação) Parâmetros paleoecológicos e Parâmetros Paleoambientais da malacofauna da planície costeira do rio Una, Municípios de Cabo Frio e Armação dos Búzios, Estado do Rio de Janeiro.

ESPÉCIE	PARÂMETROS PALEOECOLÓGICOS E PALEOAMBIENTAIS			LOCALIDADES DE OCORRÊNCIA					
	HÁBITAT	HÁBITO DE VIDA	BATIMETRIA (m)	DRU	CMP	PM	FCN	CPB	FA
Mitilídeo indet.	x	epifaunal aderido	x						
<i>Ostrea</i> sp.	x	epifaunal aderido	x						
<i>C. rizophorae</i>	rochas, cascalho, plantas	epifaunal aderido	0-50						
	aquáticas e raízes								
<i>P. ziczac</i>	areia e algas calcáreas	x	15-75						
<i>Pecten</i> sp.	x	x	x						
<i>L. pectinata</i>	areia e lama	infaunal não aderido	0-30						
<i>D. quadrissulcata</i>	areia	infaunal não aderido	0-100						
<i>D. patagônica</i>	areia e lama	infaunal não aderido	36-102						
<i>T. muricatum</i>	areia, lama e areia entre rochas	infaunal não aderido	0-30						
<i>T. versicolor</i>	areia	infaunal não aderido	2.-50						
<i>T. nitens</i>	areia e cascalho	infaunal não aderido	1-120						
<i>T. martinicensis</i>	areia e lama	infaunal não aderido	2.-40						
<i>tellina</i> sp.	x	x	x						
<i>T. divisus</i>	areia	infaunal não aderido	0-10						
<i>D. haneyanus</i>	areia entremarés	infaunal não aderido	0-10						
<i>A. brasiliana</i>	areia e lama	infaunal não aderido	0-30						
<i>T. mactroides</i>	areia	infaunal não aderido	0-30						
<i>P. fulminatus</i>	areia e lama	infaunal não aderido	0-30						
<i>D. concentrica</i>	areia	infaunal não aderido	0-6						
<i>C. caribaea</i>	areia e lama	infaunal não aderido	10.-30						
<i>P. campechiensis</i>	rochas, areia e lama	infaunal não aderido	0-10						
<i>D. americanum</i>	areia e lama	infaunal não aderido	10.-100						
<i>A. disparile</i>	areia e lama	infaunal não aderido	5.-80						

#### 7.4 Geocronologia e Razão $C^{13}/C^{12}$

Foram datadas ao radiocarbono 2 (duas) amostras, sendo uma proveniente da localidade canal Marina Porto Búzios (Afloramento 2) e a outra da localidade Condomínio Portal de Búzios (Afloramento 5). Datações ao radiocarbono obtidas em trabalhos anteriores pelo LAGECOST (Laboratório de Geologia Costeira, Sedimentologia e Meio Ambiente/DGP/MN/UFRJ) também foram utilizadas para auxiliar a interpretação dos dados. Além das idades, foram obtidas também as razões  $C^{13}/C^{12}$  que dão informação sobre influência marinha ou continental na amostra.

A idade calibrada obtida na localidade 1, canal Marina Porto Búzios foi 6.190 a 6.330 anos cal. A.P. A razão  $C^{13}/C^{12}$  ficou em -1.4 (Tabela 24). A idade está de acordo com as idades obtidas em depósitos similares na região. O resultado da razão  $C^{13}/C^{12}$  demonstra uma influência continental no depósito.

A idade calibrada obtida na localidade 5, Sambaqui localizado no Condomínio Portal de Búzios foi 6.240 a 6.330 anos cal. A.P. (Tabela 24) A idade está de acordo com a datação realizada anteriormente na acumulação bioclástica natural realizada por Dias (2009) de 5.997 a 6.335 anos cal. A.P. O resultado da razão  $C^{13}/C^{14}$  foi -2.8, e foi mais negativo do que o depósito natural que foi de -1.4 (Tabela 24). Esses resultados demonstram influência continental nesses depósitos.

**Tabela 24 -** Resultados das datações ao radiocarbono obtidas nessa dissertação e em trabalhos anteriores, bem como as razões C/13 e C/12, nas amostras provenientes da planícies costeira do rio Una, Municípios de Cabo Frio e Armação dos Búzios, RJ.

CÓDIGO DA AMOSTRA	LABORATÓRIO	LOCALIZAÇÃO	TIPO DE AMOSTRA	COORDENADAS GEOGRÁFICAS	IDADE CONVENCIONAL	IDADE CALIBRADA 2 SIGMA	13C/12C
LAGECOST 71 (esta dissertação)	<i>Beta Analytic Inc.</i> 310447	Canal Marina Porto Búzios	<i>Anomalocardia brasiliana</i>	22° 45' 48.9" S 41° 57' 27.8" W	5.460 ± 40 A.P.	6.190 a 6.330 anos cal. A.P.	-1.4
LAGECOST 1456 (Dias, 2009)	<i>Head of Radiation Hygienic Monitoring Laboratory</i>	Pântano da Malhada	<i>Anomalocardia brasiliana</i>	22° 45' 10,8893" S 41° 59' 55,8272" W	5.540 ± 70 A.P.	5.574 a 6.063 anos cal. A.P.	x
SEM CÓDIGO DIVULGADO (Bernardes <i>et al.</i> , 2007)	<i>Laboratório de Trítio e Carbono da Universidade de La Plata</i>	Fazenda Campos Novos	<i>Anomalocardia brasiliana</i>	22° 43' 14" S 42° 2' 13" W	5.620 ± 80 A.P.	6.063 – 5.574 anos cal. A.P. (Dias, 2009)	x
LAGECOST SHELL (Dias, 2009)	<i>Beta Analytic Inc.</i>	Condomínio Portal de Búzios	<i>Anomalocardia brasiliana</i>	22° 44' 53" S 42° 03' 29" W	5.780 ± 70 A.P.	5.997 a 6.335 anos cal. A.P.	-1.5
LAGECOST 72 (esta dissertação)	<i>Beta Analytic Inc.</i> 310448	Condomínio Portal de Búzios	<i>Anomalocardia brasiliana</i> (material arqueológico)	22° 44' 53" S 42° 03' 29" W	5.870 ± 30 A.P.	6.240 a 6.330 anos cal. A.P.	-2.8

## 8. DISCUSSÃO

Nas camadas bioclásticas distribuídas ao longo da planície costeira do rio Una foram observados o grau de empacotamento, estrutura interna da camada, matriz sedimentar e geometria. Foi possível perceber dois diferentes tipos de acumulações: acumulação bioclástica **densamente empacotada**, moderadamente selecionada, matriz sedimentar composta por areia lamosa ou lama e estrutura interna simples; e acumulação bioclástica **fracamente empacotada**, moderadamente selecionada, matriz sedimentar composta por areia ou areia lamosa e estrutura interna complexa. A diferença no grau de empacotamento da camada pode estar relacionada com diferentes ambientes de sedimentação.

Kidwell *et al.* (1986) classificam as acumulações bioclásticas em concentrações depositadas de forma biogênica e concentrações formadas de forma sedimentológica. As concentrações biogênicas são formadas a partir da própria produtividade biológica dos organismos contidos no depósito. As concentrações sedimentológicas são formadas por bioclastos carreados por algum agente físico, e os mesmos são tratados como partícula sedimentar e carreados até o local onde são depositados mecanicamente.

Ainda segundo Kidwell *et al.* (1986) em ambientes lagunares e estuarinos as concentrações biogênicas incluem aquelas produzidas por grupos de espécies oportunistas, mortandade em massa produzida por flutuação de salinidade, temperatura ou oxigênio, bem como aprisionamento. Já as concentrações sedimentológicas são tipicamente formadas por ondas de tempestade, depósitos de inundação e leques de sobre-lavagem (*overwash*).

O fraco grau de empacotamento bem como o moderado grau de seleção da camada bioclástica atual da desembocadura do rio Una (afloramento 1) e da Fazenda Campos Novos (afloramento 4) dão um caráter de concentração sedimentológica aos depósitos, segundo a classificação de Kidwell *et al.* (1986). Não foi possível observar essas características no depósito da Fazenda Araçá (afloramento 6). No entanto os outros parâmetros analisados levam a crer que a mesma também se trata de uma acumulação sedimentológica.

A análise tafonômica realizada no depósito atual localizado na desembocadura do rio Una, no depósito da Fazenda Campos Novos e no depósito da Fazenda Araçá, permitiu a realização de algumas observações. As altas taxas de fragmentação observadas em bivalvíos e gastrópodes podem estar relacionadas a um intenso retrabalhamento por transporte hidráulico. O transporte também pode ter gerado em grande parte dos bioclastos altos índices de abrasão. O arredondamento das bordas bem como a presença de incrustações e perfurações na

superfície das conchas pode representar longos períodos de exposição na interface água-sedimento (figura 25).



**Figura 25** - *Fragmento de Thais haemastoma identificada na acumulação bioclástica da Fazenda Campos Novos apresentando alteração biológica do tipo incrustação e bordas arredondadas.*

No depósito da Fazenda Araçá foi possível identificar bioclastos com coloração alterada misturados com bioclastos com coloração original. Não é possível saber se essa mistura de material foi de origem natural, por ação de ondas de tempestade, ou de origem antrópica, já que o material foi coletado em montes de areia escavados na localidade com o auxílio de dragas. A fragmentação nesse depósito também pode ter sido gerado pela ação de dragas.

Foi possível observar em uma das campanhas de campo uma extensa acumulação bioclástica formada por ondas de tempestade na praia Rasa, local onde se localiza a desembocadura do rio Una (Figura 26). Esse registro corrobora a incidência desse tipo de evento na área de estudo e o tipo de depósito sedimentar que pode ser formado.



**Figura 26** - *Acumulação bioclástica muito densa formada na Praia Rasa por ondas de tempestade.*

Lopes & Buchmann (2008) encontraram intenso grau de fragmentação e abrasão em acumulações bioclásticas sub-atuais na planície costeira do Rio Grande do Sul, e associaram a formação desses depósitos a eventos de tempestade que retiram o material da plataforma e lançam os mesmos na praia e nesta continuam sendo retrabalhados por ondas de tempo bom. Esse mesmo processo pode estar ocorrendo na praia Rasa onde localiza-se a desembocadura do rio Una e pode ter sido o principal processo que gerou os depósitos da Fazenda Campos Novos e da Fazenda Araçá em uma condição de nível relativo da mar mais alto que o atual na região.

A identificação taxonômica das espécies da acumulação bioclástica atual da desembocadura do rio Una foi possível somente em uma parte dos bioclastos devido às altas taxas de fragmentação dos bioclastos. No entanto a diversidade se mostrou relativamente alta, com 5 (cinco) espécies representantes da classe Gastropoda e 16 espécies da classe Bivalvia. É notória a maior ocorrência de espécies de bivalvíos no depósito tanto na diversidade de espécies quanto na quantidade de bioclastos quantificados. Um maior potencial de preservação entre os bivalvíos pode estar relacionado com o hábito de vida infaunal predominante nessa classe de molusco.

Na acumulação bioclástica da fazenda Campos Novos também não foi possível identificar todos os bioclastos do depósito. Mas nessa localidade, além de representantes das classes Bivalvia e Gastropoda, também foram encontrados representantes da classe

Scaphopoda. A diversidade é menor que o depósito encontrado na desembocadura do rio Una, mas esse fato pode estar relacionado com um problema de amostragem.

Na acumulação bioclástica da Fazenda Araçá foram encontrados também representantes das classes Gastropoda, Bivalvia e Scaphopoda. Esse depósito se mostrou muito interessante, pois foram encontrados exemplares de *Thais haemastoma* muito grandes, chegando a 0,12 m, assim como exemplares de *Pholas campechiensis*, com 0,8 m (figura 27). Além da malacofauna, foram encontrados também vários fragmentos de bolacha-do-mar, elementos tipicamente marinhos (figura 28).



**Figura 27** - Exemplar de *Thais haemastoma* identificada na localidade Fazenda Araçá. (escala em centímetros)



**Figura 28** - Fragmento de bolacha-do-mar identificada na localidade Fazenda Araçá. (escala em centímetros)

Com a identificação dos parâmetros paleoecológicos e paleoambientais foi possível perceber que a malacofauna presente nos depósitos da desembocadura do rio Una, da Fazenda Campos Novos e da Fazenda Araçá apresentam espécies com habitats, hábitos de vida e batimetrias variadas. A mistura de moluscos de parâmetros ambientais e ecológicos variados ocorre provavelmente durante eventos de tempestade que, segundo Holz & Simões (2002), pode retrabalhar significativamente as camadas de fundo e esse material fica suspenso durante o tempo de duração da tempestade e é depositado posteriormente em um mesmo local.

As camadas bioclásticas do canal Marina Porto Búzios (afloramento 2), do Pântano da Malhada (afloramento 3) e do Condomínio Portal de Búzios (afloramento 5) são densamente empacotas. Foi possível observar que nos depósitos ocorrem organismos juvenis e adultos. Segundo Holz & Simões (2002) durante eventos catastróficos, grande parte da população de um determinado ambiente é atingido formando um depósito onde são encontrados indivíduos jovens, adultos e senis.

A análise tafonômica permitiu perceber que o grau de fragmentação das conchas é relativamente baixo e pode ter sido gerado durante a coleta ou lavagem do material, pois as conchas se mostram muito frágeis. Essa fragilidade das conchas está relacionada com altas taxas de dissolução, ocorrendo em praticamente todas as conchas dos três depósitos. De acordo com Ritter & Erthal (2011) a dissolução é o processo tafonômico mais expressivo em ambientes lagunares e pode ser acentuada em função da presença de vegetação, do emaranhado de raízes e da pluviosidade regular de regiões subtropicais. As áreas de ocorrência das camadas do canal marina porto Búzios, do Pântano da Malhada e do Condomínio Portal de Búzios são regiões pantanosas que sofrem com inundações periódicas que podem ser a principal causa desse alto índice de dissolução nos depósitos. Os altos índices de dissolução podem ser responsáveis pela falta de coloração nas conchas dos três depósitos.

Os poucos fragmentos que ocorrem tem bordas angulosas, o que demonstra que os bioclastos não foram retrabalhados por transporte hidráulico que tende a deixar as bordas arredondadas. Cabe ressaltar novamente que essa fragmentação pode ter sido causada durante a coleta ou durante a lavagem do material, gerando as bordas angulosas.

A abrasão nos bioclastos provenientes dos três depósitos ocorre de forma moderada em somente uma parte dos bioclastos, o que significa pouco tempo de exposição na interface água-sedimento. Isso pode estar relacionado com o fato de nesses depósitos serem mais predominantes os bivalvíos, que são organismos que na sua maioria possuem hábito infaunal.

Alteração biológica do tipo incrustação não foi observada em nenhum bioclasto em nenhum dos três depósitos. Somente no depósito do Canal Marina Porto Búzios foram encontrados altos índices de perfuração nos gastrópodes da espécie *Cerithium atratum*, provavelmente relacionados com o hábito de vida desse animal que é epifaunal, acarretando um longo tempo de exposição na interface água-sedimento desse organismo.

Nas três localidades a maioria das valvas e bivalvíos estavam desarticuladas. No entanto, foi verificada a presença de conchas articuladas (Figura 29). O alto índice de desarticulação pode estar relacionado com ação de agentes biológicos como organismos bioturbadores, predadores e escavadores, ou pela ação de processos físicos como, por exemplo, compactação da camada (KIDWELL *et al.*, 1986).



**Figura 29** - Exemplar de *Lucina pectinata* com as valvas articuladas encontrada no Condomínio Portal de Búzios.

Os três depósitos apresentam uma baixa diversidade de espécies e o predomínio é da classe Bivalvia. Somente no depósito do canal Marina Porto Búzios foram encontrados gastrópodes. A espécie predominante nos três depósitos é *Anomalocardia brasiliiana*. Essa espécie se prolifera em ambientes hipersalínicos. Atualmente uma espessa camada desse bivalvío é encontrada na laguna de Araruama, localizada na Região dos Lagos Fluminenses. Esses organismos se adaptaram e se proliferaram muito bem nas condições hipersalínicas que esse ambiente apresenta atualmente.

Dentre as espécies encontradas nos depósitos do canal Marina Porto Búzios, Pântano da Malhada e Condomínio Portal de Búzios predominam as que apresentam hábito infaunal

não aderido, habitam areia e lama e vivem em batimetrias entre 0 a 30 m. Cabe ressaltar que a matriz sedimentar do depósito Canal Marina Porto Búzios é areia lamosa, do Pântano da Malhada é lama e a do Condomínio Portal de Búzios é areia lamosa. Isso significa que os bioclastos estão depositados em camadas sedimentares que representam o seu hábitat de vida. Algumas conchas de *Crassostrea rizophorae* foram encontradas incrustadas em conchas de *Anomalocardia brasiliiana*, como se essas servissem de substrato duro para aquelas. Todas as espécies encontradas nos três depósitos habitam ambientes lagunares e estuarinos atualmente.

De acordo com as idades obtidas pelo método do radiocarbono o depósito do Canal Marina Porto Búzios e o depósito do Condomínio Portal de Búzios podem ser contemporâneos, apresentando idades de 6.190 a 6.330 anos cal. A.P. e 6.240 a 6.330 anos cal. A.P., respectivamente. A idade calibrada obtida no sambaqui nesse trabalho está dentro do intervalo de idade obtida por Dias (2009) na acumulação bioclástica atual de 5.997 a 6.335 anos cal. A.P. que ocorre também no Condomínio Portal de Búzios. As idades obtidas no Canal Marina Porto Búzios e no sambaqui localizado no Condomínio Portal Búzios são similares a idades obtidas por Bernardes *et al.* (2007) para o depósito da Fazenda Campos Novos de 5.997 a 6.063 anos cal A.P. e Pântano da Malhada por Dias (2009) de 5.734 a 6.132 anos cal. A.P. Essas idades demonstram que a formação desses depósitos está relacionada com eventos transgressivos que ocorreram na região durante o Holoceno.

Segundo Dias (2009), a cerca de 5.500 anos A.P. o nível do mar na região de Cabo Frio e Búzios não ultrapassou 2 (dois) metros acima do nível atual. O depósito do Canal Marina Porto Búzios encontra-se a aproximadamente 1 km da linha de praia atual. O depósito do Pântano da Malhada encontra-se a aproximadamente 3,5 km da linha de praia atual. O depósito da Fazenda Campos Novos encontra-se a aproximadamente 5,5 km da linha de praia atual. O depósito do Condomínio Portal de Búzios encontra-se a aproximadamente 9 km da linha de praia atual. O depósito da Fazenda Araçá encontra-se a 8,5 da linha de praia atual. Isso permite perceber que durante o Holoceno o mar ingressou no mínimo 9 km para dentro do continente na região de Cabo Frio e Armação dos Búzios.

Levantamentos altimétricos realizados por Dias (2009) demonstram que o topo da camada bioclástica do Pântano da Malhada está 0,30 m acima do nível do mar atual. O topo da camada bioclástica da Fazenda Campos Novos encontra-se a 0,38 m acima do nível do mar atual. Já a camada bioclástica do Condomínio Portal de Búzios, até o momento a camada mais distal, indica uma altitude de 0,94 m acima do nível do mar atual. Segundo o autor, entre o período de 6.335 a 5.574, parte do vale fluvial do rio Una e seus tributários foram afogados,

formando um extenso paleoestuário. Nessas condições o nível relativo do mar se encontrava entre 0,94 e 2,00 m acima do atual, e esse fato pode ser evidenciado pelas acumulações bioclásticas do Pântano da Malhada e do Condomínio Portal de Búzios. É possível correlacionar também a esse evento as acumulações bioclásticas do Canal Marina Porto Búzios e da Fazenda Campos Novos, pois apresentam idades similares aos depósitos citados pelo autor.

Silva *et al.* (1979) realizaram análises de razão C13/12 em amostras de moluscos tipicamente marinhos em Belém. No entanto, as amostras foram coletadas no interior do continente a certa distância da costa. Os valores obtidos demonstraram forte influência continental, com valores de -3,23, provavelmente associada ao carbono derivado da matéria orgânica vegetal deste ambiente. Os valores da razão C13/12 obtidos nessa dissertação para os depósitos do Canal Marina Porto Búzios de -1.4, e para o sambaqui do Condomínio Portal de Búzios de -2.8 demonstra uma maior influência continental nos depósitos, que pode estar relacionada ao desenvolvimento de um estuário que provavelmente ocorreu na região.

Ainda é necessário o estudo mais detalhado sobre a distribuição das acumulações bioclásticas na planície costeira do Rio Una, principalmente um levantamento de novos depósitos. O material proveniente da Fazenda Araçá ainda necessita de análise geocronológica, e para isso faz-se necessário sondagens na localidade para coleta de material bem como para reconhecimento da profundidade e aspectos qualitativos da camada bioclástica. Segundo Brito & Carvalho (1978) toda a região da bacia do Rio São João, onde está inserido o Rio Una, foi durante o Holoceno uma enseada aberta com microambientes distintos influenciados localmente pelas desembocaduras fluviais. Os autores reconheceram nesse trabalho 7 (sete) acumulações bioclásticas compostas predominantemente por conchas de moluscos e afirmam que muitas outras podem ocorrer na região.

Estudos mais detalhados sobre a distribuição dessas acumulações bem como estudos tafonômicos mais complexos, estudos taxonômicos, estudos paleoambientais, estudos geocronológicos e levantamento altimétrico das camadas poderão fornecer informações valiosas sobre a evolução paleoambiental das planícies costeiras dos rios Una e São João bem como auxiliar nos estudos sobre variação do nível relativo do mar nesse trecho do litoral.

## 9. CONCLUSÕES

A partir dos estudos tafonômicos das acumulações bioclásticas distribuídas na planície costeira do rio Una, foi possível concluir que:

- As acumulações bioclásticas da desembocadura atual do rio Una (afloramento 1), da Fazenda Campos Novos (afloramento 4) e da Fazenda Araçá (afloramento 6) são assembléias alóctones, aquelas compostas por espécies que foram transportadas para fora de seu ambiente de vida.
- As acumulações bioclásticas do canal Marina Porto Búzios (afloramento 2), do Pântano da Malhada (afloramento 3) e do Condomínio Portal de Búzios (afloramento 5) são assembléias parautóctones, aquelas compostas por espécies autoctónes que tiveram algum grau de retrabalhamento, mas não foram transportadas para fora de seu hábitat de vida original. Os espécimes podem ser reorientados, desarticulados e concentrados por agentes biológicos (bioturbadores, predadores, escavadores) e por processos físicos.

A partir dos estudos taxonômicos das acumulações bioclásticas distribuídas na planície costeira do rio Una, foi possível concluir que:

- As acumulações bioclásticas da desembocadura atual do rio Una (afloramento 1), da Fazenda Campos Novos (afloramento 4) e da Fazenda Araçá (afloramento 6) apresentam uma alta diversidade com espécies que habitam ambientes diversos, corroborando a origem alóctone dos depósitos.
- As acumulações bioclásticas do canal Marina Porto Búzios (afloramento 2), do Pântano da Malhada (afloramento 3) e do Condomínio Portal de Búzios (afloramento 5) apresentam baixa diversidade e predominância de *Anomalocardia brasiliiana* que é uma espécie que se prolifera em ambientes hipersalínicos. A baixa diversidade e a presença de uma espécie oportunista corroboram a origem parautóctone do depósito.

A partir dos estudos dos parâmetros paleoambientais das acumulações bioclásticas distribuídas na planície costeira do rio Una, foi possível concluir que:

- Nas acumulações bioclásticas da desembocadura atual do rio Una (afloramento 1), da Fazenda Campos Novos (afloramento 4) e da Fazenda Araçá (afloramento 6) ocorre uma mistura de espécies de moluscos de habitats, hábitos de vida e batimetrias diversos. A mistura desse tipo de material em uma camada pode ser proveniente de transporte hidráulico, o que também corrobora a origem alóctone do depósito.
- Nas acumulações bioclásticas do canal Marina Porto Búzios (afloramento 2), do Pântano da Malhada (afloramento 3) e do Condomínio Portal de Búzios (afloramento 5) as espécies identificadas apresentam habitats, hábitos de vida e batimetrias similares. A matriz sedimentar das camadas é formada pelo substrato que as espécies habitam, podendo corroborar a origem para autóctone das camadas.

A partir dos estudos geocronológicos e razão C13/C12 das acumulações bioclásticas distribuídas na planície costeira do rio Una, foi possível concluir que:

- As idades obtidas por radiocarbono no depósito do canal Marina Porto Búzios e no depósito do Condomínio Portal de Búzios podem ser relacionadas com outras idades obtidas anteriormente e que os depósitos podem ser associados ao paleoestuário que ocupou a planície costeira do rio Una durante o período de 6.335 a 5.574 A.P.
- As razões negativas de C13/C12 obtidas nos mesmos depósitos demonstram influência continental provavelmente correlacionada com o desenvolvimento do paleoestuário na região.

Foi possível concluir a partir das discussões e comparações entre os depósitos que:

- As acumulações bioclásticas da desembocadura atual do rio Una (afloramento 1), da Fazenda Campos Novos (afloramento 4) e da Fazenda Araçá (afloramento 6) foram formadas por um agente de alta energia, provavelmente ondas de tempestade, o que gerou um alto grau de fragmentação no depósito. Não é possível indicar um provável ambiente para o depósito, no entanto pela semelhança dos depósitos antigos com o depósito atual é possível correlacioná-los a paleodesembocaduras fluviais em uma condição de nível do mar mais alto que o atual.

- As acumulações bioclásticas do canal Marina Porto Búzios (afloramento 2), do Pântano da Malhada (afloramento 3) e do Condomínio Portal de Búzios (afloramento 5) foram formadas em ambiente restrito, de águas calmas e rasas, com condições de hipersalinidade, provavelmente depósitos formados em ambiente lagunar hipersalínico.
- As assembleias alóctones não são bons indicadores biológicos de variação do nível do mar devido o alto grau de retrabalhamento dos bioclastos. No entanto, assembleias parautóctones e autóctones podem ser consideradas indicadores biológicos de variação do nível do mar, pois são formadas no próprio ambiente em que os organismos viviam. Conhecendo a altimetria da camada em relação ao nível do mar atual, é possível saber a altitude mínima que o nível relativo do mar estava no momento da formação do depósito, já que esse não foi transportado para fora de seu ambiente natural.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGUIRRE, M.L. & WHATLEY R.C. Late Quaternary marginal marine deposits and palaeoenvironments from Northeastern Buenos Aires Province, Argentina: A Review. *Quaternary Science Reviews*, v.14, p. 223-254, 1995.
- AGUIRRE, M. L. & FARINATI, E. A. Taphonomic processes affecting late Quaternary mollusks along the coastal area of Buenos Aires Province (Argentina, Southwestern Atlantic). *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, v. 49, p.283–304, 1999.
- BARBIERI, E. B. Ritmo Climático e Extração de Sal em Cabo Frio, Rio de Janeiro. *Revista Brasileira de Geografia*, v.37, n.4, p. 23–109, 1975.
- BEHRESMEYER, A.K. & KIDWELL, S.M. Taphonomy's contributions to paleobiology. *Palaeobiology*, v.11, p. 105-119, 1985.
- BERNARDES, A. P.; FIGINI, A. J. & SENRA, M. C. E. Datação radiocarbônica dos depósitos de moluscos da planície litorânea de Cabo Frio, RJ. In: CARVALHO, I. S. (Ed.) *Paleontologia: Cenários de vida*. 1ª Ed. Rio de Janeiro: Editora Interciência, v.1, p.727-734, 2007.
- BERNARDES, A. P. *Indicadores tafonômicos da malacofauna da planície litorânea de Cabo Frio (Holoceno), RJ.* (2008). 54f. Dissertação (Mestrado em Geologia) - Instituto de Geociências, Universidade de Federal do Rio de Janeiro.
- BEST, M.M.R.; KIDWELL, S.M. Bivalve taphonomy in tropical mixed siliciclastic carbonate settings: I. Environmental variation in shell condition. *Paleobiology*, Lawrence, v. 26, p. 80–102, 2000a.
- BEST, M.M.R.; KIDWELL, S.M. Bivalve taphonomy in tropical mixed siliciclasticcarbonate settings: II. Effect of bivalve life habits and shell types. *Paleobiology*, Lawrence, v. 26, p.103–115, 2000b.
- BEZERRA, F. H. R.; MELLO, C. L. & Suguio, K. Apresentação: a Formação Barreiras: recentes avanços e antigas questões. *Geologia USP: Série Científica*, v. 6, n. 2, p. 3-6, 2006.
- BEHRENSMEYER, A. K. & KIDWELL, S. M. Source:Taphonomy's Contributions to Paleobiology. *Paleobiology*, v.11, n.1, p. 105-119, 1985.
- BRETT, C.E. Destructive taphonomic processes and skeletal durability. In: *Paleobiology*, p. 211 – 230, 1990.
- BRITO, I.A.M.; CARVALHO M.G.P. Distribuição de invertebrados marinhos na planície costeira do rio São João, estado do Rio de Janeiro. *Anuário do Instituto de Geociências*, v.2, p. 56–70, 1978.
- CASTRO, J.W.A.; CARVALHO, M.A.; MANSUR, K & Soldan, T.K. Paleolaguna de Tauá – Pântano da Malhada / Rio de Janeiro: registro clássico de transgressão marinha holocênica.

In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 42, Araxá, 2004. *Boletim de Resumos*, Araxá, p.685-686.

CASTRO, J.W.A.; SENRA, M.C.E. & RAMOS, R.R.C. Coquinas da paleolaguna da Reserva Tauá – Pântano da Malhada, Cabo Frio, RJ. *Sítios Geológicos e Paleontológicos – SIGEP – UNESCO*, 14p, 2007.

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: *Sítios Geológicos e Paleontológicos*, v. 2, SIGEP, UNESCO, p. 269-276.

CLAVIJO, C.; SCARABINO, F.; ROJAS, A. & Martinez, S. Lista sistemática de los moluscos marinos y estuarinos del Cuaternario de Uruguay. *Comunicaciones de la Sociedad Malacologica del Uruguay*, v.9, p. 381-411, 2005.

COMITÊ DE BACIAS LAGOS SÃO JOÃO. Região Hidrográfica da bacia do rio Una e do Cabo de Búzios. Região dos Lagos, 08 de dezembro 2004. Disponível em: < <http://www.lagossaojoao.org.br/>>. Acesso em: 30.12.2011.

DAU, L. Microclimas das Restingas do Sudeste Brasileiro. *Arquivos do Museu Nacional*, v. 50, p. 79- 124, 1960.

DAVIES, D.J.; POWELL, E.N. & STANTON, R.J. Taphonomic signature as a function of environmental process: shells and shell beds in a hurricane-influenced inlet on the Texas coast. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, v. 72, p. 317–356, 1989.

DIAS, F.F.; CASTRO, J.W.A.; RAMOS, R.R.C.; CARVALHO, M.A.; SEOANE, J.C.S. & SCHEEL-YBERT, R. 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. *Anais*. Belém: ABEQUA, 2007.1 CD-ROM.

DIAS, F. F. *Variações do nível relativo do mar na planície costeira de Cabo Frio e Armação dos Búzios, Rio de Janeiro: Reconstrução paleoambiental holocênica e cenários futuros*. 2009. 163p. Tese (Doutorado em Geologia) Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2009.

DOMINGUEZ, J.M.L.; BITTENCOURT, A.C.S.P. & Martin, L. Esquema evolutivo da sedimentação quaternária nas feições deltaicas dos rios São Francisco (SE/AL), Jequitinhonha (BA), Doce (ES) e Paraíba do Sul (RJ). *Revista Brasileira de Geociências*, v.11, p.225-237, 1981.

FARINATI, E. A. & ZAVALA, C. Análisis tafonómico de moluscos y análisis de facies en la serie Holocena del Río Quequén Salado, Provincia De Buenos Aires, Argentina. In: VI CONGR. ARGENTINO DE PALEONTOLOGÍA Y BIOESTRATIGRAFÍA, Trelew, 1995. *Actas*, p.117–122.

FARINATI, E.A. & ZAVALA, C. Asociaciones de megafósiles de invertebrados en el Neógeno Atlántico de la Patagonia argentina. *Revista de la Sociedad Geológica de España*, v.18, n.3, p.187-194, 2005.

- FARINATI E. A.; SPAGNUOLO, J. O. & ALIOTTA, S. Bioerosión em micromoluscos holocenos del estuario de Bahía Blanca, Argentina *Ameghiniana*, v.43, n.1, p. 231-242, 2006.
- FIGUEIRAS, A. Contribucion al conocimiento de la malacofauna holocena del Uruguay. *Comunicaciones de la Sociedad Malacologica del Uruguay*, v.1, p. 15-21, 1961.
- FLESSA, K. W.; KOWALEWSKI, M. & Walker, S.E. Post-collection Taphonomy: shell destruction and the Chevrolet. *Palaios*, v.7, p. 553-554, 1992.
- FONSECA, MJG. *Mapa geológico do estado do Rio de Janeiro*. DNPM, Rio de Janeiro, 141p, 1998.
- FORTI-ESTEVEZ, I. E. Bioestratigrafia e Paleoecologia (Mollusca) do Quaternário da Planície costeira do Rio Grande do Sul (Brasil) In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 28, Porto Alegre, *Anais*, p. 133-149, 1974
- FUJIWARA, O.; KATAMAKI, T. & T ; MASUDA, F. Sedimentological time-averaging and <sup>14</sup>C dating of marine shells. *Nuclear Instruments and Methods in Physicals Research*, 223-224: 540-544, 2004.
- HOLZ, M. & Simões, M.G. *Elementos fundamentais de Tafonomia*. Porto Alegre, Editora da Universidade, UFRGS, 231 p., 2002.
- KIDWELL, S.; FURSICH, F & AIGNER, T. Conceptual framework for the analysis and classification of fossil concentrations. *Palaios*, v.1, p. 228-238, 1986.
- KIDWELL, S.M.; HOLLAND, S.M. Field discription of coarse bioclastc fabrics. *Palaios*, v.6, p. 426-434, 1991.
- LOPES, R.P. & BUCHMANN, F.S.C. Comparação tafonômica entre duas concentrações fossilíferas (*shell beds*) da Planície Costeira do Rio Grande do Sul, Brasil. *Journal of Geoscience*, v.4, n. 2, p. 65-77, 2008.
- MARTÍNEZ, S. Moluscos fosiles holocenos de la margen occidental de la Laguna Merin (Formacion Villa Soriano, Uruguay). *Comunicaciones de la Sociedad Malacologica del Uruguay*, v.6, n.51, p. 409-418, 1988.
- MARTÍNEZ, S. Taphonomy and Paleoecology of Holocene mollusks from the western margin of the Merin Lagoon (Villa Soriano Fm., Uruguay). *Quaternary of South America and Antarctic Peninsula*, v. 7, p.121-135, 1990.
- MARTÍNEZ, L.; ROJAS, A.; UBILLA, M.; VERDE, M.; PEREA, D. & Piñeiro, G. Molluscan assemblages from the marine Holocene of Uruguay: composition, geochronology and paleoenvironmental signals. *Ameghiniana*, v.43, n.2, p.385-397, 2006.
- MARTIN, L., TASSAYCO-ORTEGA, L.A., FLEXOR, J.M., SUGUIO, K. & TURQ, B. Registro das Variações do Nível do Mar e do Clima nos Sedimentos das Pequenas Lagunas Hipersalinas de Cabo Frio (RJ). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 39, Sergipe-Bahia. *Anais...*, Sergipe-Bahia, Sociedade Brasileira de Geologia, 523-525p., 1996.

MARTIN, L.; SUGUIO, K. & DOMINGUEZ, J.M.L. *Geologia do Quaternário Costeiro do litoral Norte do Rio de Janeiro e do Espírito Santo*. Belo Horizonte, CPRM, 112p., 1997.

OLIVEIRA, A.C.C. *Registro de paleotemperaturas na Plataforma Continental de Cabo Frio, Rio de Janeiro, ao longo dos últimos 13.000 anos*. 2008. 185p. Tese (Doutorado em Geologia) Instituto de Geociências, Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2008.

PINHO, U.F. *Caracterização dos Estados de Mar na Bacia de Campos, Rio de Janeiro*. 2003. 123p. Tese (M.Sc., Engenharia Oceânica) COPPE, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2003.

RIOS, E. C. *Seashells of Brazil*. 2.ed. Rio Grande: Editora da Fundação Universidade do Rio Grande. 492p., 1994.

RITTER, M. N. & ERTHAL, F. Zona tafonomicamente ativa em ambiente estuarino-lagunar com base em moluscos da planície costeira do Rio Grande do Sul, Brasil. *In: Carvalho, I.S., et al., (Eds.) Paleontologia: Cenários da vida*, v. 4, p. 355-379, 2011, Rio de Janeiro, Editora Interciência.

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

SAVI, D.C. Erosão e Acresção Costeira na Enseada dos Anjos, Arraial do Cabo, RJ. *Revista Brasileira de Geofísica*, v.25, n.1, p. 91-9, 2007.

SCHMITT, R. S. *A Orogenia Búzios: Um evento tectono-metamórfico cambro-ordoviciano caracterizado no Domínio Tectônico de Cabo Frio, Faixa Ribeira – sudeste do Brasil*. 2001. 273p. Tese (Doutorado em Geologia). Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2001.

SENRA, M. C. E.; SILVA, L.H.S.; BATISTA, D.S.; ASSIS, C.M. & Barreiro, R.M.C. 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 ASSOCIACAO BRASILEIRA DE ESTUDOS DO QUATERNARIO, IX, 2003, Recife. Anais do Congresso Associação Brasileira de Estudos do Quaternário*. Recife, 2003. 1 CD-ROM. 2003a.

SENRA, M.C.E.; SILVA, L.H.S.; MELLO, K.; BATISTA, D.S. & JUSTO, R.. 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, 2003. 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. Associações faunísticas, ficoflora e sedimentos em depósitos holocênicos da baixada litorânea do Estado do Rio de Janeiro. *Paleontícias*, v.37, p. 15-17, 2004.

SILVA, L.C. & CUNHA, H.C.S. 2001. *Geologia do Estado do Rio de Janeiro*. Brasília, CPRM, CD-ROM.

SILVA, J.R.M.; SUGUIO, K. & SALATI, E. Composição isotópica de carbono e oxigênio de conchas de pelecípodos do litoral brasileiro e seu significado paleambiental. *Boletim do Instituto de Geociências, USP*, v.10, p.79-90, 1979.

SUGUIO, K., ANGULO, R.J., CARVALHO, A.M., CORRÊA, I.C.S., TOMAZELLI, L.J. & VITAL, H. Paleoníveis do Mar e Paleolinhas de Costa. In: SUGUIO *et al.* (Ed.) *Quaternário do Brasil*. Holos Editora, p.114-129, 2005.

TANAKA, K. (1986). *Análise de série temporal de 10 Anos: ressurgência em Cabo Frio*. INPE-3812-RPE/502. Disponível em: < <http://www.criatividadecoletiva.net/cbm-files/15-d1e709092f3f293184f91a93d9f6b287.pdf> >. Acesso em: 27 janeiro de 2012.