

**Universidade Federal do Rio de Janeiro**

**Determinação de Paleoníveis Marinhos a partir de Bioindicadores,  
na Região de Armação de Búzios, Cabo Frio e Arraial do Cabo - RJ**

**Roberta da Silva Moreno**

**CURSO DE GRADUAÇÃO EM GEOLOGIA**

2009



UFRJ

**Determinação de Paleoníveis Marinhos a partir de Bioindicadores, na Região de  
Armação de Búzios, Cabo Frio e Arraial do Cabo - RJ**

**Roberta da Silva Moreno**

Trabalho Final de Curso de Graduação, em Geologia, Instituto de Geociências, da  
Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ, como requisito necessário para  
obtenção de grau em Geologia.

Orientador(es):

Prof. Dr. José Carlos Sicoli Seoane

Dr. Fábio Ferreira Dias

Rio de Janeiro  
Agosto de 2009

**Determinação de Paleoníveis Marinhos a partir de Bioindicadores, na Região de  
Armação dos Búzios, Cabo Frio e Arraial do Cabo - RJ**

Roberta da Silva Moreno

Orientador (es): Prof. Dr. José Carlos Sicoli Seoane

Dr. Fábio Ferreira Dias

Monografia submetida ao Curso de Graduação em Geologia, Instituto de Geociências, da Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ, como requisito necessário à obtenção do grau em Geologia.

Aprovada por:

---

Presidente: Prof. Dr. José Carlos Sicoli Seoane, UFRJ

---

Prof. Dr. João Wagner A. Castro, UFRJ

---

Dr. José Duarte Correa, IBGE

---

Dr. Fábio Ferreira Dias

Rio de Janeiro  
Agosto de 2009

*Dedico esse trabalho aos meus  
Queridos e Amados pais e a minha Irmã*



## **AGRADECIMENTOS**

Ao Professor Orientador Dr. José Carlos Sícoli, pela paciência, dedicação e disciplina. Ao grande companheiro de trabalho Fábio Ferreira Dias, pela dedicação, compromisso e pelo carro que nos foi muito útil em campo.

Aos grandes amigos Daniel Bruno, Bruna, Jucélia, Thiago Piacentini, Shirley, Thaís Helena, Marcelle, Viviane, Rodrigo, Filipe Fratte, Rennan Santos, Carolina, Alcina, Valverde, Raquel, Maura e tantos outros pelo companheirismo, pelas horas engraçadas e tristes, por me compreenderem por todos esses anos de faculdade.

Aos amigos do Laboratório Espaço e a minha querida professora Carla Madureira.

Ao José Duarte que sempre foi muito solícito.

As minhas queridas amigas de colégio, Debby e Eugenia, pela dedicação e amizade. A todos os amigos que compartilharam grandes momentos de minha vida.

Aos familiares, primos, tios e avós que estarão sempre em meu coração.

Um agradecimento especial aos meus pais que sempre me apoiaram em tudo e ao meu amado companheiro Diogo Borges, por estar sempre ao meu lado, nas horas, boas ou ruins, me ajudando, me apoiando e compreendendo.

## RESUMO

MORENO, R.S. Determinação de Paleoníveis Marinhos a partir de Bioindicadores, na Região de Armação dos Búzios, Cabo Frio e Arraial do Cabo – RJ. 2009. 68p. Trabalho Final de Curso (Geologia) – Departamento de Geologia, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2009.

As flutuações dos paleoníveis marinhos estão diretamente associadas aos processos tectônicos e isostáticos. De uma forma geral, mudanças nos volumes das águas dos oceanos, variações nas bacias oceânicas, sobrecargas ou alívio nos continentes, relacionados à geleira ou erosão/ deposição nas bacias sedimentares, interferem no comportamento do nível médio do mar, em escala local ou global. Diferentes metodologias de trabalho são aplicadas no estudo da variação do nível médio do mar desde que haja pelo menos um indicador, sendo ele, geológico, biológico ou arqueológico. O presente trabalho consiste na determinação de paleoníveis marinhos nas praias dos Municípios de Armação dos Búzios, Cabo Frio e Arraial do Cabo, através de bioindicadores. Levantamentos altimétricos dos pontos visitados possibilitaram calcular as cotas dos vermetídeos fósseis e seus homólogos vivos, a fim de definir os paleoníveis. A partir da utilização das curvas de variação do nível do mar disponíveis na literatura, foi possível verificar as idades aproximadas dos recifes “fósseis” de vermetídeos. A cota máxima encontrada foi na praia das Conchas ( $2,54 \pm 0,29$  m). Associando esse dado às curvas descritas o indicador pode ter idade de aproximadamente 3.000 anos. Naquela época o nível relativo do mar deve ter estado entre 2 a 3,5 m acima do atual; E a cota mínima encontrada foi na praia das Emerências ( $0,98 \pm 0,29$  m). Estes resultados mostram que o bioindicador pode ter idade de aproximadamente 2.500 anos, quando o nível atingiu 1,5 a 2,5 m acima do atual. Fatores ambientais podem ter contribuído para o desaparecimento dessa espécie formadora de recife na região de Cabo Frio/Búzios, assim como a fenômeno da ressurgência pode ter interferido. Estudos em diferentes pontos da costa brasileira sobre os vermetídeos afirmam que numa época muito recente as condições ecológicas podem ter sido alteradas

Palavras-chave: Vermetídeo, nível relativo do mar e Búzios/RJ.

## **ABSTRACT**

MORENO, Roberta da Silva. Paleo-sea level determination through bioindicators in Armação dos Búzios, Cabo Frio e Arraial do Cabo - RJ 2009. 68p. Trabalho Final de Curso (Geologia) – Departamento de Geologia, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2009.

The paleo-sea level fluctuations are directly associated to the tectonical and isostatical processes. Generally, sea level interference are mainly caused by seawater volume changes, oceanic basin variations, continental under or over load related to glacier or erosion/sedimentary basin deposition, in a local or global scale. Different methodologies are applied in the sea level studies considering at least one geological, biological or archeological indicator. The present work consists in the paleo-sea level determination through bioindicators in the cities of Armação dos Búzios, Cabo Frio and Arraial do Cabo through a bioindicator. Altimetric survey in different sets allowed to the calculus of the fossil vermetid elevation and its living counterparts in order to set the paleolevels. According to sea level elevations curves available it was possible to set approximate ages of the fossil vermetids reef. The highest vermetid elevation was found in Conchas beach ( $2,54 \pm 0,29$  m). The association of this result with the sea level elevations curves described indicates an age of 3,000 years approximately. On that epoch the sea level should be between 2 to 3,5 m above the current level. The lowest vermetid elevation was found in Emerências beach ( $0,98 \pm 0,29$  m). These results show that the bioindicator has an approximate age of 2,500 years, when the sea level reached from 1,5 to 2,5 m above the current level. Environmental factors might have contributed to the vanish of this reef forming specie in the Cabo Frio/ Búzios region, as the upwelling phenomena as well. Studies developed in different places of brazilian coast about vermetid says that in a recent epoch the ecological conditions might have changed.

Key-Words: Vermetids, relative sea level and Búzios/RJ.

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Localização e acesso à área de estudo	6
<b>Figura 2.</b> Curvas de variação dos níveis relativos do mar	9
<b>Figura 3.</b> Vermetídeos vivos coletados em Angra dos Reis	11
<b>Figura 4.</b> Ocorrência de vermetídeo em Angra dos Reis	12
<b>Figura 5.</b> Mapa geológico da Região de Cabo Frio e Búzios	18
<b>Figura 6.</b> Mapa geológico da Enseada de Armação dos Búzios	15
<b>Figura 7.</b> Mapa hipsométrico da área de estudo, construído sobre modelo digital de elevação disponível em <a href="http://seamless.usgs.gov">http://seamless.usgs.gov</a>	21
<b>Figura 8.</b> Mapa de hidrografia da área, base 1:50.000 do IBGE	25
<b>Figura 9.</b> Praias visitadas sobre imagem <i>Alos Prism</i> (data 28/02/2008), adquirida a partir da JAXA	32
<b>Figura 10.</b> Estação base GPS na Referência de Nível 3073D do IBGE	34
<b>Figura 11.</b> Coleta de dados na Praia do Forno	35
<b>Figura 12.</b> Processamento dos dados da base e de campo	37
<b>Figura 13.</b> Cálculo das estações remotas pelo <i>Ashtech Solutions</i>	38
<b>Figura 14.</b> Relação entre altitudes ortométrica, elipsoidal e ondulação geoidal	40
<b>Figura 15.</b> Praia de José Gonçalves, ocorrência do gênero <i>Phragmatopom</i>	42
<b>Figura 16.</b> Curva de variação do mar a partir de tubos de vermetídeos	43
<b>Figura 17.</b> Curvas de variação do nível relativo do mar nos últimos 7.000 anos no Município de Itapoá	44
<b>Figura 18.</b> Curva de variação do nível relativo do mar de Salvador	45
<b>Figura 19.</b> Curvas de variações dos níveis relativos do mar nos últimos 7.000 anos ao longo do trecho de Santos – São Paulo	46
<b>Figura 20.</b> Ocorrência de incrustações de vermetídeos na Pr. do Forno	48
<b>Figura 21.</b> Ocorrência de incrustações de vermetídeos na Pr. José Gonçalves	49
<b>Figura 22.</b> Ocorrência de incrustações de vermetídeos na Pr. Emerências	49
<b>Figura 23.</b> Ocorrência de vermetídeo de forma isolada	50
<b>Figura 24.</b> Mapa de temperatura da superfície da água	51
<b>Figura 25.</b> Datações de tubos de vermetídeos por C <sup>14</sup>	53
<b>Figura 26.</b> Datações pelo método C <sup>14</sup> das amostras de vermetídeos	54

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1.</b> Praias visitadas em campo	41
<b>Tabela 2.</b> Faixa de vida do gênero <i>Phragmatopom</i>	42
<b>Tabela 3.</b> Idades aproximadas das amostras segundo a curva de Angulo	43
<b>Tabela 4.</b> Idades aproximadas das amostras segundo a curva Souza	44
<b>Tabela 5.</b> Idades aproximadas das amostras segundo curva do Martin	46
<b>Tabela 6.</b> Idades aproximadas das amostras segundo a curva de Suguio	47
<b>Tabela 7.</b> Amostras de vermetídeos relacionadas às curvas de variação relativa do nível do mar	56

## ANEXOS

**ANEXO 1** – Relatório de Estação Geodésica da Referência de Nível 3073D.

**ANEXO 2** – Especificações técnicas do ProMark 2.

## SUMÁRIO

<b>1.</b>	<b>INTRODUÇÃO</b>	<b>1</b>
<b>2.</b>	<b>OBJETIVO</b>	<b>4</b>
<b>3.</b>	<b>LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO</b>	<b>5</b>
<b>4.</b>	<b>FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</b>	
	<b>4.1. CONCEITUAÇÃO DE NÍVEL DO MAR</b>	<b>7</b>
	<b>4.2. VARIAÇÃO DO NÍVEL DO MAR NOS ÚLTIMOS 7.000 ANOS</b>	<b>8</b>
	<b>4.3. CARACTERIZAÇÃO DO BIOINDICADOR VERMETÍDEOS</b>	<b>10</b>
<b>5.</b>	<b>DIAGNÓSTICO AMBIENTAL</b>	
	<b>5.1. GEOLOGIA REGIONAL</b>	<b>13</b>
	<b>5.1.1. Embasamento</b>	<b>13</b>
	<b>5.1.2. Geologia do Meso-Cenozóico</b>	<b>14</b>
	<b>5.1.3. Sedimentação Quaternária</b>	<b>16</b>
	<b>5.2. GEOMORFOLOGIA</b>	<b>20</b>
	<b>5.3. REDE HIDROGRÁFICA</b>	<b>24</b>
	<b>5.4. VEGETAÇÃO</b>	<b>26</b>
	<b>5.5 CLIMA</b>	<b>27</b>
	<b>5.6. ASPECTOS OCEANOGRÁFICOS</b>	
	<b>5.6.1. Clima de ondas</b>	<b>28</b>

5.6.2. Correntes e Marés	29
5.6.3. Ressurgência	29
6. MATERIAIS E MÉTODOS	31
7. RESULTADOS	
7.1. COTA ALTIMÉTRICA DOS INDICADORES	41
7.2. IDADE DOS INDICADORES	43
7.3. OCORRÊNCIA DOS INDICADORES E TEMPERATURA DA SUPERFÍCIE DAS ÁGUAS	48
8. DISCUSSÃO	52
9. CONSIDERAÇÕES	60
10. REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA	62

## 1. INTRODUÇÃO

O litoral brasileiro compreende mais de 8000 km de extensão, abrangendo os mais variados tipos de sistemas costeiros como praias arenosas, falésias ígneas e sedimentares, estuários, dunas e manguezais (Tessler & Goya, 2005).

A configuração atual do litoral brasileiro é a conjunção das características geomorfológicas, resultantes da herança geológica ligada aos eventos de separação gondwânica e afeioamento tectônico Mesozóico e Cenozóico. Além do modelado das planícies costeiras pelas oscilações relativas do nível do mar (Tessler & Goya, 2005).

A Região das Baixadas Litorâneas do Norte Fluminense modelou-se pelas variações do nível relativo do mar durante o Quaternário. Estas desempenharam um papel essencial na evolução das planícies costeiras (Coe *et al.*, 2007).

Para Suguio (2001) “as flutuações dos paleoníveis de mar representam uma consequência das variações reais dos paleoníveis dos oceanos, conhecidas por eustasia, e das mudanças dos terrenos emersos adjacentes, devido à tectônica e/ou isostasia”.

Segundo Suguio (2001) as variações dos níveis dos oceanos são controladas por flutuações nos volumes das bacias oceânicas, devido à tectônica de placas – causando tectono-eustasia; flutuações nos volumes das águas nas bacias oceânicas, em consequência da glaciação e deglaciação –



dando origem a glacioeustasia; e deformações das superfícies oceânicas, devido à causas gravitacionais.

As variações nos níveis dos continentes são controladas por movimentos tectônicos verticais e horizontais causados pela dinâmica interna da terra que provoca deformações na crosta; movimentos isostáticos relacionados às variações nas sobrecargas exercidas pela expansão e retração das geleiras nos continentes, deposição ou erosão em bacias sedimentares ou até mesmo pela regressão e transgressão sobre as plataformas continentais; e deformações das superfícies continentais por causas gravitacionais.

A conjugação destes fatores resulta na variação do nível do oceano em um determinado ponto da crosta. Uns atuam em escala global como as variações dos volumes das águas oceânicas e das bacias oceânicas, enquanto outros atuam em escala regional como as mudanças na superfície dos geóides e superfícies dos continentes. Isso pode causar inconsistências entre reconstruções de posições de antigos níveis marinhos de mesma idade, em diferentes partes da superfície terrestre, (Suguio, 2001).

A reconstrução dos paleoníveis se torna viável com a definição de um indicador, através da identificação da sua posição no espaço e no tempo. Tais indicadores podem ser geológicos, biológicos e arqueológicos. Os indicadores geológicos são os terraços de construção marinha, terraços de abrasão marinha e rochas praias. Os indicadores biológicos são representados por “fósseis”, ou seja, restos biogênicos, colônias ou traços fossilizados identificáveis de seres vivos encontrados na vizinhança imediata do nível do mar. E o indicador arqueológico é representado pelo sambaqui.

Trabalhos diversos, como Souza *et al.*, (2001), utilizaram amostras de vermetídeos, fragmentos de madeira e conchas de *Anomalocardia brasiliiana* para determinar paleoníveis marinhos a partir de datações no litoral norte de Santa Catarina. Angulo *et al.*, (2002) também utilizaram amostras de vermetídeos na determinação de paleoníveis marinhos a partir de datações no litoral paranaense.

Neste sentido, o presente trabalho de conclusão de curso vem, através de um indicador biológico, determinar paleoníveis marinhos na região de Armação de Búzios, Cabo Frio e Arraial do Cabo.

## 2. OBJETIVO

O presente trabalho tem como objetivo geral estudar as variações do nível do mar na região de Armação de Búzios, Cabo Frio e Arraial do Cabo, a partir de indicadores biológicos caracterizados por tubos de vermetídeos.

Como objetivo específico pretende-se:

- Verificar as altitudes ortométricas dos registros de vermetídeos;
- Comparar as curvas pré-existentes;
- Relacionar o desaparecimento dos indicadores formadores de incrustações na Região do Lagos com a temperatura da superfície das águas.

### **3. LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO**

A principal área de estudo situa-se no Município de Armação dos Búzios. Este, por sua vez, insere-se na microrregião dos Lagos e faz parte da Região das Baixadas Litorâneas do Estado do Rio de Janeiro. O acesso a este município faz-se pelas rodovias BR-101/RJ-106, a partir de Niterói em direção ao litoral norte do estado. Segundo o P.M.A.B (2004), o município limita-se a noroeste, oeste e sudoeste com o Município de Cabo Frio e a norte, leste e sudeste com o oceano Atlântico (Figura 1).

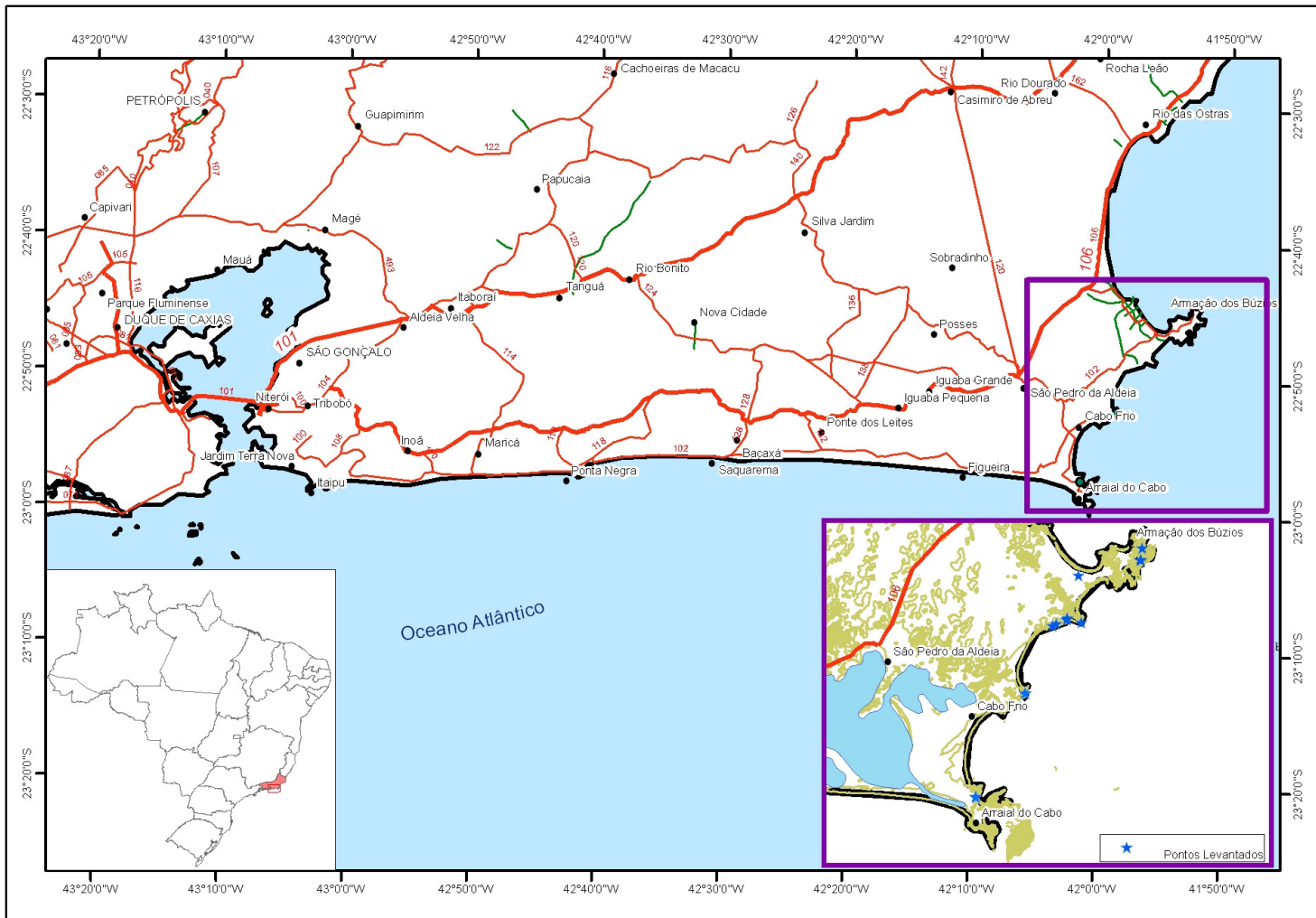


Figura 1. Localização e acesso à área de estudo

## 4. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

### 4.1. CONCEITUAÇÃO DE NÍVEL DO MAR

Para Suguio (2001) nível do mar refere-se à superfície do mar próximo à praia. Esta superfície varia muito, de acordo com a maré, com os agentes meteorológicos etc. Deste modo podem ser reconhecidos diferentes níveis do mar, como:

- Nível de equilíbrio, que representa uma situação teórica em geral acima dos outros níveis, que seria encontrada se não houvesse o efeito gravitacional do sol e da lua;

- Nível médio, que corresponde à superfície em torno da qual oscilam as ondas de maré;

- Nível de maré média é encontrado pela média aritmética dos níveis de marés alta e baixa local;

- O nível médio e o nível de maré são muito próximos entre si na maioria dos oceanos, mas podem diferir sensivelmente quando as marés exibem desigualdades diurnas pronunciadas.

A importância de se precisar melhor o significado desses conceitos reside no fato de que, nos estudos de níveis relativos do mar no Quaternário, a variação que se está procurando determinar é frequentemente menor que a amplitude local das marés. Desta maneira, o objetivo da pesquisa poderia ser o

reconhecimento de mudança eustática de 3m na região do Porto de Itaqui (MA), onde a amplitude de maré é superior a 6m (Suguio, 2001).

#### **4.2. VARIAÇÃO DO NÍVEL DO MAR NOS ÚLTIMOS 7.000 ANOS**

Suguio (2003) utilizou-se de dados obtidos por diferentes indicadores, evidenciando paleoníveis do mar diferentes do atual, esboçou curvas parciais ou completas das flutuações dos níveis relativos do mar nos últimos 7.000 anos, em vários trechos do litoral brasileiro, conforme figura 2.

Estes trechos possuem comportamentos geológicos uniformes, principalmente em termos morfoestruturais, são relativamente curtos (60 a 80 km) e apresentam número suficiente (20 a 30) de indicadores datados (Suguio *op cit*).

O autor constatou que nos setores estudados os níveis relativos do mar estiveram situados acima do atual, com as seguintes peculiaridades:

- o nível médio atual do mar foi ultrapassado, pela primeira vez, entre 7.000 e 6.500 anos AP;
- há cerca de 5.100 anos AP o nível do mar subiu entre 3 a 5 m acima do atual;
- há cerca de 3.900 anos AP o nível relativo do mar deve ter estado 1,5 a 2 m abaixo do atual;

- há aproximadamente 3.000 anos AP o nível do mar ascendeu entre 2 a 3,5 m acima do atual;
- há 2.800 anos AP ocorreu novamente uma pequena descensão, atingindo provavelmente um nível inferior ao atual;
- há cerca de 2.500 anos AP foi atingido um nível 1,5 a 2,5 m acima do atual e, desde então, tem ocorrido uma tendência ao rebaixamento contínuo, mas sendo o alcance mínimo do método do 14C de cerca de 300 anos, não se pode determinar a tendência das últimas centenas ou dezenas de anos por métodos geológicos.

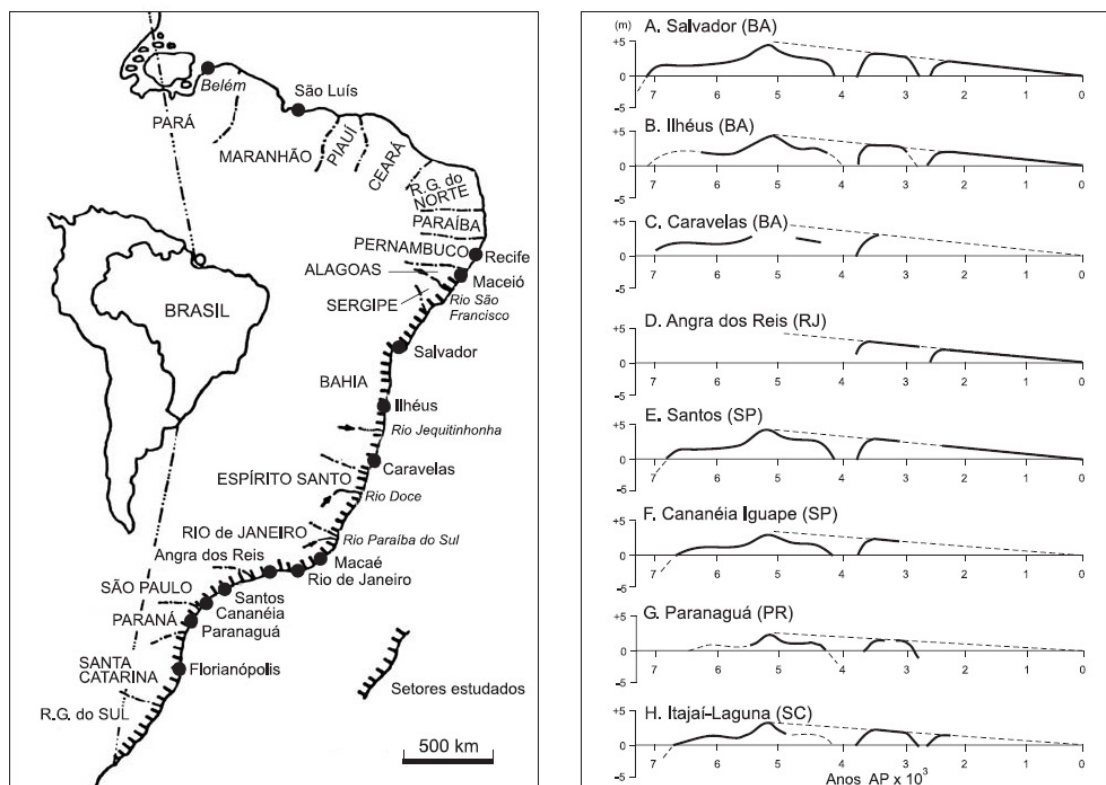


Figura 2. Curvas de variação dos níveis relativos do mar nos últimos 7.000 anos ao longo de diferentes trechos do litoral brasileiro (Suguio, 2003)



### 4.3. CARACTERIZAÇÃO DO BIOINDICADOR - VERMETÍDEOS

Segundo Oliveira (2007) vermetídeos são gastrópodes que vivem presos a um substrato e tem concha em forma de tudo. Os gêneros mais comuns no país são os *Petalconchus* e *Dendropoma*.

Evidências biológicas representadas por encrustações de vermetídeos estão ao longo de quase todo litoral brasileiro, situados acima da atual zona de vida desse organismo. Esses organismos vivem mais comumente em mares sem marés ou de maré muito fraca, com amplitude total máxima da zona de vida cerca de 20 a 30 cm. Mas na costa brasileira, apresenta uma exceção, pois vive em locais com amplitude de maré de até 3m, o que não interfere na sua faixa de vida, e mantêm-se entre 0,5 a 1,5 m (Suguió, 2003).

Segundo Labrel (1986), esta espécie ocorre no quarto inferior da zona intermarés, ou seja, na região entre o nível de maré baixa de quadratura e o nível de maré baixa de sizígia. Ainda segundo Labrel (1965), a precisão na determinação de antigos níveis a partir de vermetídeos pode oscilar entre + 0,1 m e + 1,0 m, dependendo da exposição às ondas e a amplitude de maré.

Um homólogo importante é o anelídeo do gênero *Phragmatopoma*, o poliqueta, que utiliza grãos de areia para construir tubos. Vivem em águas pouco profundas e sua zona de vida corresponde ao limite de vida do vermetídeo (Angulo *et al*, 1999). Deste modo, não ocorrendo tubos de vermetídeos não viventes, como acontece ao sul de Cabo Frio (RJ) até Cabo de Santa Marta (SC), a posição da amostra de vermetídeo em comparação ao

nível do mar da época pode ser obtida em confronto às estruturas de *Phragmatopoma* viventes no local (Suguio, 2003).

Na construção da curva de variação do nível do mar para o litoral do Paraná, por Souza et al. (2001) e Ângulo *et al* (2002), dentre os bioindicadores utilizados, o gênero *Petaloconchus* se destacou por sua estreita faixa de vida.

Dias *et al* (2009), evidencia a ocorrência de vermetídeo vivo em Angra dos Reis correspondente ao nível no mar atual a partir da figura 3.

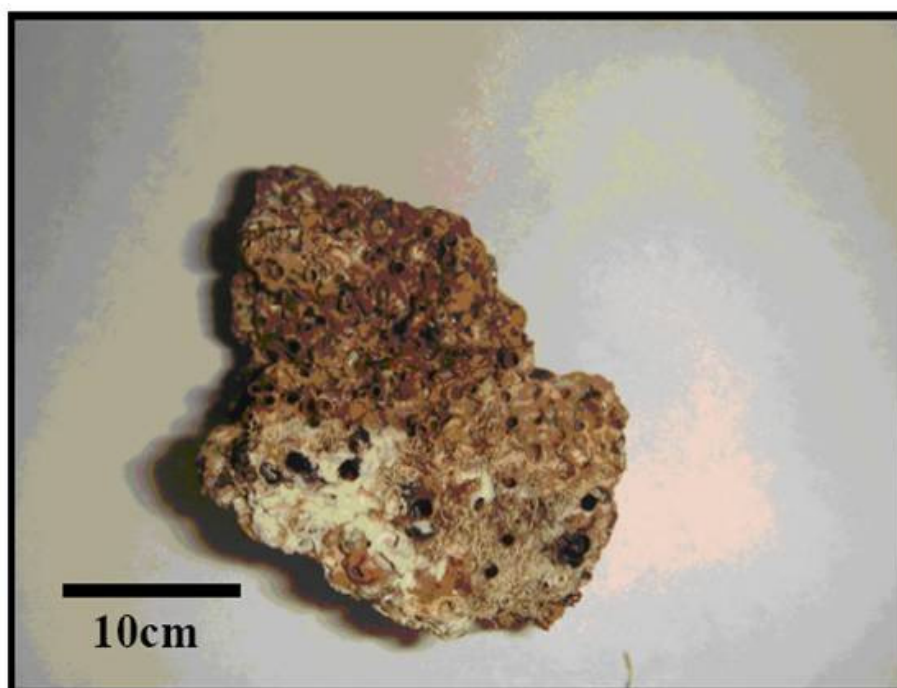


Figura 3. Vermetídeos vivos coletados em Angra dos Reis correspondentes ao nível do mar atual, Dias *et al* (2009)

Pesquisas recentes constataram que em Angra dos Reis um gastrópode da família *Vermetidae* passou a ocupar uma grande faixa dos costões, figura 4, onde normalmente eram achadas as *Tetraclitas stalactifera*. Antes de 1989 não

registravam vermetídeos na área, isso possivelmente indica uma introdução recente no ambiente, por alguma fonte externa de espécies. Além disso, a rápida ocupação e distribuição dá indícios de se tratar de um bioinvasor (Moysés & Silva, 2004)



Figura 4. Ocorrência de vermetídeo em Angra dos Reis. (foto cedida por Fábio Ferreira Dias)

## **5. DIAGNÓSTICO AMBIENTAL**

### **5.1. GEOLOGIA REGIONAL**

A área de estudo insere-se no Domínio Tectônico de Cabo Frio (DTCF) localizado na extremidade sudeste do segmento central da Faixa Ribeira, na região costeira leste e sudeste do estado do Rio de Janeiro, Schmitt (2001). É constituído por um embasamento paleoproterozóico intercalado tectonicamente com metassedimentos e anfibolitos mais jovens. O conjunto litológico é deformado, com direção NW – SE, por uma tectônica de baixo ângulo e metamorfizado em alto grau. A evolução geológica da área registra eventos do paleoproterozóico ao quaternário, onde nesse estudo o mais importante são os eventos mais recentes.

#### **5.1.1. Embasamento**

Conforme Schmitt (2001), o embasamento é constituído por ortognaisses e ortoanfibolitos com idade acima de 2 Ga, intercalados por sequências supracrustais depositadas entre 1,7 a 1,0 Ga em ambiente de fundo oceânico. Posteriormente a um evento orogênico que formou uma grande cordilheira afetou a região, devido à colagem de placas continentais que formaram o paleocontinente Gondwana. Esta cordilheira através dos processos de erosão resulta hoje em colinas e serras com poucas centenas de metros de altitude.

A Sequência supracrustal é constituída por metassedimentos aluminosos, quartzo-feldspático e calcissilicáticos, além de corpos anfibolíticos, com alto grau de metamorfismo e paragêneses com fácies anfibolito de alto grau até granulito. Os contatos com as unidades mais antigas estão tectonizados. Esta sequência foi dividida em duas sucessões, Buzios e Palmital.

Segundo Schmitt (2001) as rochas da Sequência Supracrustal constituem associações que refletem distintos episódios de sedimentação e magmatismo, possivelmente em uma mesma bacia deposicional marinha, denominada de Bacia Búzios-Palmital. A idade máxima da deposição dos sedimentos desta bacia está no intervalo entre 1,7 e 1,5 Ga.

### **5.1.2. Geologia Meso-Cenozóico**

A região de Cabo Frio configura-se através de um alto estrutural que separa duas províncias de hidrocarbonetos das bacias marginais (Schmitt, 2001): a bacia de Campos, localizada ao norte e a de Santos, ao sul. Ambas resultam do sistema de rift continental, no Cretáceo Inferior, responsável pela abertura do Oceano Atlântico. Atribuído a essa abertura destaca-se um tectonismo rúptil que afetou as rochas do embasamento e supracrustais, que desenvolveu sistemas de falhas normais e transcorrentes, além de um magmatismo basáltico e alcalino.

As falhas normais estão dispostas segundo direções, NW-SE, com mergulho de alto ângulo para NE, NE-SW e ENE-WSW associadas à estrutura meio-graben na bacia oceânica.

A geologia do Meso-Cenozóico é representada pelos Diques de Diabásio Cretáceos, pela Intrusão Alcalina da Ilha de Cabo Frio, pelo Gábrén de Barra de São João e pela Formação Barreiras (A.E.C, 2002).

Os diques atravessam o Domínio Tectônico de Cabo Frio e constituem corpos verticais ou sub-verticais relacionados ao rift ocorrido no Cretáceo referente à abertura do paleocontinente.

As intrusões alcalinas, formada por nefelina sienitos em sua totalidade, com idade aproximadamente de 54 Ma, constituem 3 ocorrências, sendo uma na Ilha de Cabo Frio e as outras duas no continente, formando os Morros de Atalaia e Forno, situados em Arraial do Cabo.

O Graben, interpretado por Mohriak e Barros (Morais, 2001), de idade terciária, apresenta-se de forma assimétrica com eixo maior orientado na direção NE-SW e depocentro à latitude da cidade de Barra de São João, onde ocorrem falhas de direção NE-SW, associadas à distensão crustal durante o terciário.

A Formação Barreiras estende-se do litoral fluminense à região nordeste e favorece para diferentes interpretações, onde sua origem ainda é questão de muitos debates. Na área em questão esta formação foi estudada por Morais (2001), e segundo sua interpretação esta formação é caracterizada por:

- depósitos conglomeráticos, com clastos de gnaiss, granito e rochas básicas, de tamanhos variados, sustentados por matriz, com intercalações de areias feldspáticas com matriz argilosa;

- depósitos lamosos e arenosos com intercalações de conglomerados maciços, com ferruginização;

- depósitos areno-argilosos maciços com grânulos disseminados;

Segundo a autora *op. cit.*, os depósitos conglomeráticos e lamíticos sugerem sedimentação de leques aluviais gerados a partir de escarpas formadas por movimentação normal de falhas. Os depósitos conglomeráticos e arenosos foram interpretados como oriundos da sedimentação de um ambiente fluvial entrelaçado dominado por cascalhos, ocorridos sob clima semi-árido sujeito a chuvas torrenciais.

### **5.1.3. Sedimentação Quaternária**

Consiste na paisagem litorânea desenhada a partir das mudanças do nível do mar em relação à costa, e inclui os eventos transgressivos e regressivos (A.E.C. 2002). Esta paisagem consiste em depósitos marinhos, flúvio-marinhos e eólicos.

Os Depósitos Marinhos consistem em terraços marinhos formados por sedimentos arenosos (Martin *et al.*, 1997). Segundo A.E.C (2002) “...na Praia do José Gonçalves ocorre um pequeno terraço marinho inclinado no sentido da

*praia, elevado entre 3 e 5 m acima do nível médio do mar, constituído por cascalhos bem arredondados imbricados e com matriz arenosa.”*

Os “Depósitos flúvio-marinhos constituem uma interdigitação de depósitos fluviais e marinhos regressivos holocênicos, formados por camadas lenticulares de areias e, subordinadamente, cascalhos, associados a lamias orgânicas depositadas em ambientes estuarinos. Geneticamente, correspondem a um ambiente de planície de maré e de progradação do litoral, servindo como substrato para o desenvolvimento do ecossistema de manguezal” (A.E.C , 2002).

Os Depósitos Eólicos ocorrem em um conjunto de formas eólicas, denominado Campo de Dunas do Perú na planície costeira do Perú, em uma faixa de terreno alongada na direção NE-SW, com extensão em torno de 3 km no sentido N-S, e largura em torno de 1 km no sentido E-W. Outros depósitos desse gênero são encontrados na praia do Forte e na praia de Tucuns (A.E.C, 2002).

A Figura 5 corresponde ao mapa geológico da Região de Cabo Frio e Búzios e a figura 6 corresponde ao mapa geológico da Enseada de Armação dos Búzios.



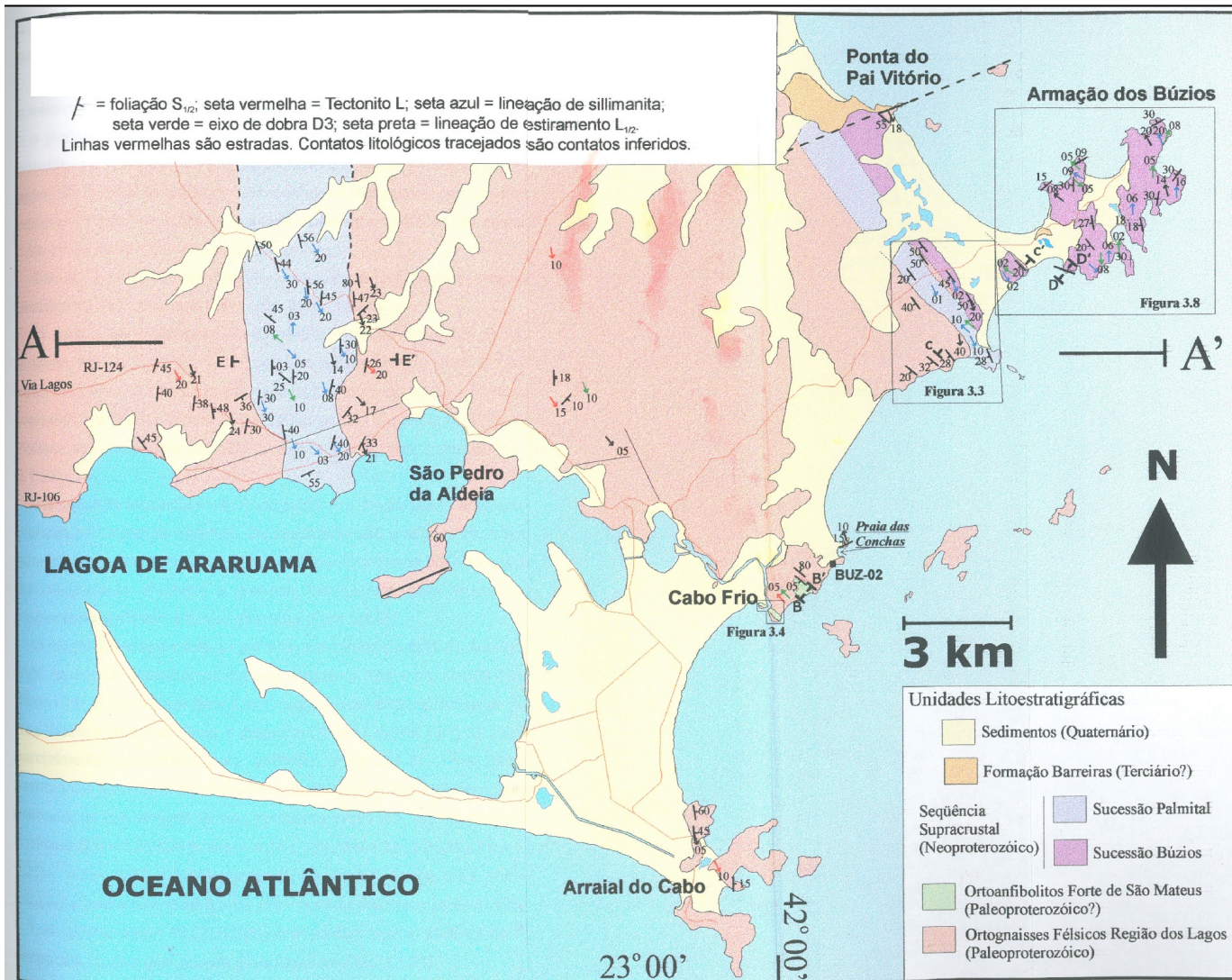


Figura 5. Mapa geológico da Região de Cabo Frio e Búzios (Schmitt, 2001).



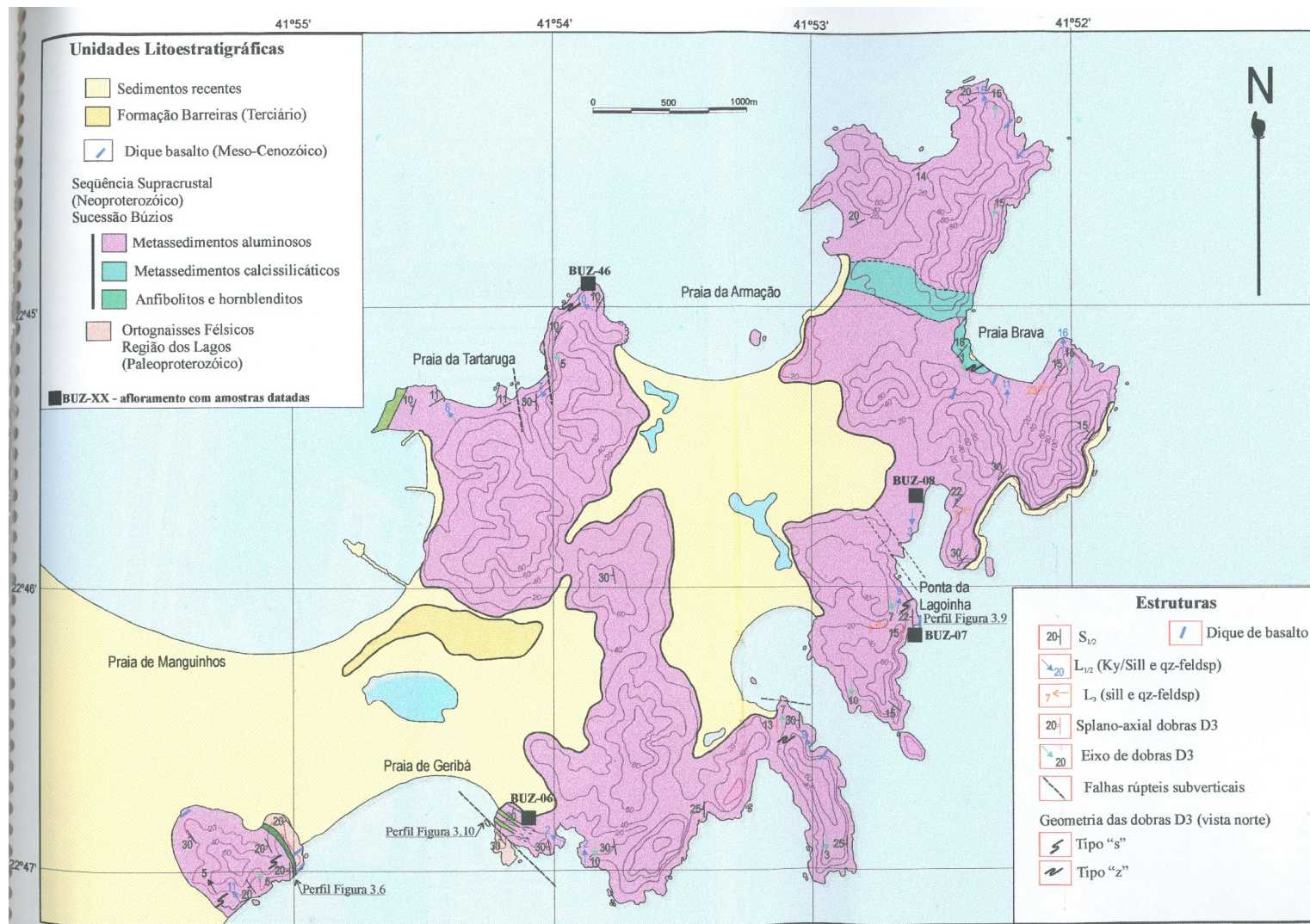


Figura 6. Mapa geológico da Enseada de Armação dos Búzios (Schmitt, 2001).

## 5.2. GEOMORFOLOGIA

A Região dos Lagos limita-se pela Serra do Mar a norte e pelo oceano atlântico a sul, onde a linha de costa é marcada por cordões arenosos que isolaram as reentrâncias do mar, o que resultou em um sistema de lagunas paralelas ao mar. A Figura 7 ilustra a localização da Serra do Mar e o oceano Atlântico em relação à área de estudo.

Segundo a CPRM (2007), a representação geomorfológica regional caracteriza-se por uma sequência de baixadas fluvio-marinhas alinhadas, com direção W-E, entre as cidades de Niterói e Cabo Frio. Estas associam-se à formação de um duplo sistema de ilhas-barreiras, a partir do último máximo transgressivo no Holoceno, além de campo de dunas, relevo aplainado, relevo colinoso e relevo escarpado.



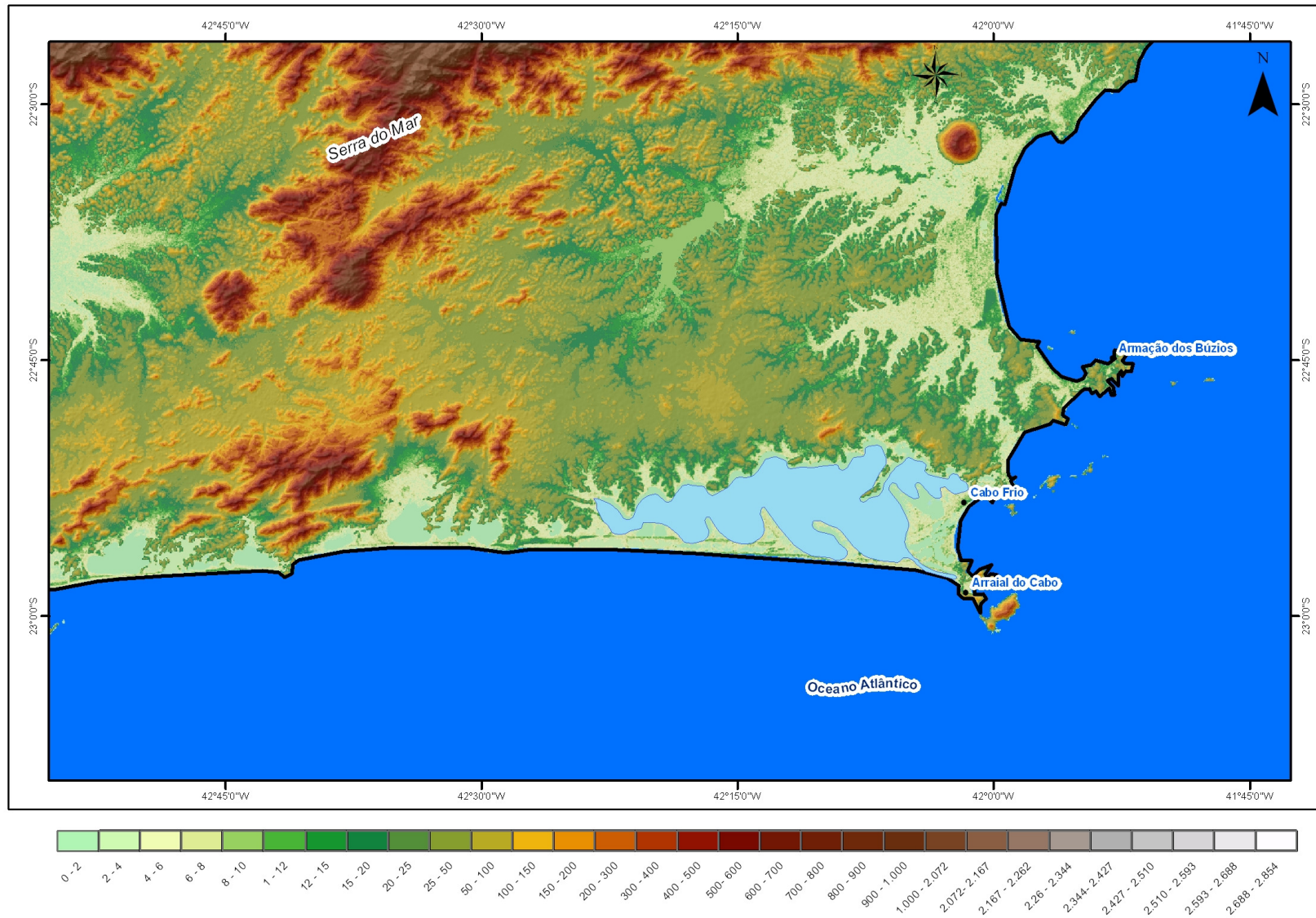


Figura 7. Mapa hipsométrico da área de estudo, construído sobre modelo digital de elevação disponível em <http://seamless.usgs.gov>

Os corpos lagunares formaram-se a partir de isolamentos causados pelos cordões arenosos através do preenchimento das reentrâncias do antigo litoral desenhado pelas elevações do embasamento cristalino. Esse sistema de lagunas está sendo preenchido pela recente regressão marinha, expondo as planícies fluviolagunares ou recobertas por sedimentos de baixadas colúvio-aluviais, formando colinas isoladas no interior dessas baixadas. O sistema de lagunas cercado pelos maciços costeiros da Região dos Lagos faz contato direto com o oceano Atlântico. Este sistema, por sua vez, possui caráter hipersalino devido à inexpressiva convergência da rede de drenagem em direção às lagunas (CPRM, 2007).

A planície fluvio-lagunar constitui-se de terrenos argilosos e orgânicos mal drenados com lençol freático próximo a superfície, o que geralmente causa alagamentos.

As áreas de colinas, modeladas durante o Terciário Superior, possuem topografia uniforme e topos nivelados, com altitudes que variam de 50 a 120 m de altitude e consiste numa zona dispersora de água. Esse relevo colinoso é aos poucos, em direção ao norte, substituído por colinas isoladas em meio à baixada fluviomarinha (CPRM, 2007).

Uma unidade geomorfológica importante são os Maciços da Região do Lagos, segundo caracterização da CPRM (2007), que consistem num conjunto de alinhamentos serranos que se prologam a leste da Baía de Guanabara. Esse conjunto atua como área dispersora de água que converge para as baixadas confinadas dos sistemas lagunares. Sistemas esses que estão separados por prolongamentos rochosos que atingem a linha de costa,

formando “pontões”. Possuem alinhamentos de cristas de direção WSW-ENE, com elevações que ultrapassam 200 m, como a Serra da Tiririca, Cassorotiba e Palmital, que apresentam elevado potencial de vulnerabilidade a erosão e movimentos de massa.

A planície costeira, predominante próximo ao litoral, apresenta terrenos arenosos, bem drenados com nível freático próximo da superfície. Nesta unidade as principais feições geomorfológicas são os cordões arenosos, campos de dunas, lagunas assoreadas, terraços marinhos e marinho-coluvionares. A porção leste da planície costeira caracteriza-se por clima seco e ventos freqüentes de direção NE, que favorecem a formação de dunas, como as dunas do Perú e as dunas de Arraial do Cabo (CPRM, 2007).

Segundo P.M.A.B (2004) o município compreende duas unidades geomorfológicas principais: planícies e tabuleiros costeiros, resultantes da deposição dos sedimentos continentais da Formação Barreiras, acumulados a partir do Quaternário. As planícies predominam próximas ao litoral, ao final da praia de Manguinhos até a base das Serra das Emerências.

Outras feições reconhecidas como planícies aluvionares, terraços marinhos e marinho-coluvionares, cordões arenosos, lagunas assoreadas, costões rochosos e colinas estruturais isoladas, são resultantes das conjugações morfoestruturais e morfoclimáticas.

As restingas estendem-se da península a porção continental do município, em terrenos de baixa declividade, constituídas por areias marinhas e baixo teor de argila. Os cordões arenosos localizados próximos às praias constituem - se de pequenas dunas. O terraço marinho apresenta lagoas incrustadas com

baixa profundidade e extensão, e localiza-se entre a enseada de Búzios e o saco da Ferradura. Em ambos os lados da costa distribuem-se os cordões praias que ligam as colinas da península com parte do município do lado continental, onde ocorrem as lagoas e o sistema de drenagem natural.

### **5.3. REDE HIDROGRÁFICA**

A região em questão insere-se na Região Hidrográfica 2 constituída pelas bacias contribuintes dos rio Macaé, São João e Una, conforme P.M.A.B (2004), de acordo com a deliberação nº 804 da Comissão Estadual de Controle Ambiental (CECA), de 20.02.1986.

A bacia do rio Una atravessa o município de Armação de Búzios além de outros da Região dos Lagos, e deságua no distrito de Tamoios / Cabo Frio. A bacia do rio São João é o principal manancial de abastecimento de água do Município, a partir da adução efetuada no Reservatório de Juturnaíba, no Município de Silva Jardim (P.M.A.B, 2004) (Figura 8).





pois a região possui um alto índice de evaporação devido à constância de ventos e insolação.

#### **5.4. VEGETAÇÃO**

Alguns autores consideram a vegetação da região estudada como um “enclave” fitogeográfico, com fisionomias de “caatingas”, rodeada por grandes contínuos de Mata Atlântica (Coe *et al.*, 2007). Inserida neste domínio, a vegetação localizada nos maciços costeiros próximos a Cabo Frio é representada por estepe, formada por plantas cactáceas e espinhosas. Ocorrem ainda formações pioneiras que referem – se às vegetações concentradas em áreas cujos solos estão submetidos às influências marinha, fluvial e fluviomarinha, representadas pelas restingas, os mangues e demais ambientes com acúmulo d’água e sujeitos a inundações periódicas.

Segundo o P.M.A.B (2004) a “vegetação foi classificada como Estepe Arbórea Aberta ou Estepe Nordestina e sua origem relaciona-se à flora pleistocênica que medrou na região sob clima mais seco e frio” .

De modo geral a vegetação constitui-se por matas de restinga, mangues e associações florísticas de ambientes paludosos, assim como remanescentes de Mata Atlântica do tipo Floresta Ombrófila Densa e Floresta Estacional Semidecidual e traços de Estepe Arbórea Aberta (P.M.A.B, 2004).

## 5.5. CLIMA

O macro-clima da área refere-se ao clima tropical úmido litorâneo caracterizado pelas massas tropicais marítimas, potencializadas pelos alísios que instabilizam-se pela presença de elevadas altitudes do planalto atlântico que se encontra paralelo a linha de costa (Neto & Nery, 2005). As encostas íngremes capturam a umidade proveniente do oceano produzindo chuvas orográficas em abundância.

A Baixada Litorânea, do Espírito Santo a Lagoa de Araruama, caracteriza-se por precipitações inferiores a 1.000mm, devido a baixas temperaturas da superfície do mar e a localização da área em relação à direção dos sistemas produtores de chuvas.

A região de Cabo Frio e Armação dos Búzios, apesar de situada numa baixada litorânea tropical úmida, possui um microclima semi-árido quente com temperatura média anual de 25° C (Búzios Turismo).

Segundo o P.M.A.B (2004), devido a precipitação anual oscila próximo a 800 mm/ano.

A região situa-se no limite da zona de influência continental, logo o perfil climático tende a um clima do tipo oceânico, além de ser influenciada pelo fenômeno da ressurgência (P.M.A.B, 2004).

No entorno da Ilha de Cabo Frio, ocorre uma corrente submarina juntamente com a passagem do vento nordeste, que ocasiona o rebaixamento da temperatura da água do mar, onde constituem “um sistema de ar

condicionado” natural. Assim, o rigor do frio também fica igualmente afastado porque as massas antárticas não conseguem estacionar muito tempo sobre a região durante o inverno, portanto, conserva uma temperatura amena de Janeiro a Dezembro (Búzios Total).

## **5.6. ASPECTOS OCEANOGRÁFICOS**

### **5.6.1. Clima de ondas**

Segundo A.E.C. (2002) a classe de ondas mais observada é a de 1 a 2 m de altura, em segundo é a classe é de 2 a 3 m e a classe 0 a 1 m de altura detém o menor percentual de observação. As ondas de 2 a 3 metros predominam com os ventos de direção sul e as ondas de 0 a 1 metro predominam com os ventos de direção nordeste. As ondas oriundas no quadrante sul são mais altas evidenciado pela ocorrência de ondas de ressaca.

Os períodos das ondas que se propagam para a área de estudo variam de 5 a 8 segundos. As ondas com maior capacidade de transporte, com períodos acima de 10 segundos, são pouco freqüentes. Na direção leste não há predominância de uma única classe de período de onda. A maioria estão na classe de 5 e 6 segundos, seguida da classe de 6 a 7 segundos. A direção sudeste exhibe período mais freqüente de ondas na classe 6 a 7 segundos. Na direção sul observa-se maiores ocorrências de classes a partir de 6 a 7 segundo. E a nordeste predomina classes de valores mais baixos, de 5 a 6 segundos.

### **5.6.2. Correntes e Marés**

As correntes marítimas são fundamentais na hidrodinâmica local, que juntas com as ondas e a maré ditam a movimentação dos corpos d'água costeiros.

Segundo o P.M.A.B (2004), o município de Búzios, por ser um cabo, apresenta movimentos de correntes marinhas distintas. Na face leste recebe correntezas do sul, advindas da ressurgência marinha que aflora em Arraial do Cabo.

Savi (2007) descreve a maré da região como assimétrica e semidiurna com desigualdade. Os registros do marégrafo do Porto do Forno indicam que o nível do mar em 18 anos permaneceu estável e a amplitude da maré é de aproximadamente 1 metro.

### **5.6.3. Ressurgência**

A área estudada é conhecida por suas águas frias durante boa parte do ano, resultado de um fenômeno natural conhecido como Ressurgência.

Segundo Dau (1960), ressurgência é o afloramento, próximo à costa, da corrente fria das Malvinas. Para Tanaka (1986) é uma corrente resultante da movimentação vertical das massas de água no mar, através da qual a água de alguns metros de profundidade é trazida à superfície ou logo abaixo da superfície próximo a costa. A ressurgência na região é intensificada pelos

fortes ventos de nordeste, os quais são fortalecidos durante a primavera – verão. A feição topográfica da costa na região muda de direção norte – sul para leste - oeste, tal inflexão provoca uma zona de divergência entre a costa e a Corrente do Brasil, por isso esse fenômeno é mais intenso nesta região.

As águas frias que afloram são denominadas Águas Central do Atlântico Sul (ACAS) e possuem média de temperatura de 15 °C principalmente em momentos de forte ressurgência, ocasionada pela persistência dos ventos nordestes por vários dias. Estas águas estão 10 °C mais frias que as águas da Corrente do Brasil, a qual ocupa a região na época do inverno (Coe *et al*, 2007).

## 6. MATERIAIS E MÉTODOS

A primeira etapa consistiu no levantamento bibliográfico, a fim de entender as variações do nível do mar, suas relações com o posicionamento atual de linha de costa e diferentes metodologias na determinação de paleoníveis marinhos, além de definir o indicador presente na área, neste caso um indicador biológico, tubos de vermetídeos.

Pretende-se, a partir das altitudes ortométricas dos “fósseis” de vermetídeos e dos homólogos vivos em diferentes praias do Município Armação dos Búzios, Cabo Frio e Arraial do Cabo, determinar os paleoníveis marinhos; correlacioná-las com as diferentes curvas pré-existentes de variação do nível relativo do mar e mostrar a distribuição atual dos vermetídeos vivos no litoral do Estado do Rio de Janeiro.

Os pontos visitados distribuem – se pelas praias de Caravelas, Brava, José Gonçalves, Emerências, Forno, Conchas e Prainha conforme (Figura 9)



Figura 9. Praias visitadas sobre imagem *Alos Prism* (data 28/02/2008), adquirida a partir da JAXA.

Na segunda etapa realizou-se um levantamento topográfico do indicador, posicionamento GPS relativo estático com uso dos receptores Pro Mark 2, pertencentes ao Laboratório de Geologia Costeira e Sedimentologia (Museu Nacional/ UFRJ).

Este método consiste no rastreamento contínuo de uma estação base de coordenadas conhecidas e rastreamento estático de estações remotas, cujo cálculo do vetor 3D de diferença de coordenadas permite determinar as coordenadas das estações remotas.

Para este tipo de levantamento é necessária a escolha de uma RN (Referência de Nível). Neste caso da região de Búzios foram utilizadas as referências da RN "3073 D" (anexo1), adquirida pelo site do IBGE, na seção de geodésia.

Segundo Rosa (2001), o método estático é o que permite obter maior precisão. Neste método os receptores permanecem fixos durante um período de tempo, não menos de uma hora para bases cujo comprimento seja da ordem de 20 km.

Sobre o marco da estação geodésica escolhida foi instalada uma base (figura 10- GPS *Pro Mark 2* suportado por um tripé) onde foi feita a leitura de posicionamento a cada 2 segundos durante todo o tempo de coleta dos pontos no campo, conforme as especificações técnicas para este tipo de rastreamento (anexo 2).





Figura 10. Estação base GPS na Referência de Nível 3073D do IBGE.

Simultaneamente à base, nos pontos de controle, normalmente nas reentrâncias dos costões rochosos – local dos bioindicadores – a leitura foi feita também a cada 2 segundos com duração de 1 hora no mínimo cada ponto, figura 11. Em todos os casos foi feita a leitura da altura da antena, importante para o processamento dos dados.

Ao todo, foram levantados dezesseis pontos distribuídos nas Praias de Caravelas, Brava, José Gonçalves, Emerências, Forno, Conchas e Prainha. Cada ponto foi considerado como uma ocorrência do bioindicador, onde em um

levantamento pode coincidir dois pontos, o que mudará será apenas a altitude elipsoidal adquirida.

Nesse método foram capturados os dados dos indicadores fósseis e seus homólogos vivos, para relacioná-los e determinar sua diferença altimétrica.



Figura 11. Coleta de dados GPS na Praia do Forno – Município de Armação dos Búzios. O bastão está localizado exatamente sobre a incrustação do vermetídeo “fóssil”, na reentrância das rochas.

A etapa de gabinete consistiu na transformação das altitudes elipsoidais em ortométricas. Os dados coletados foram lançados no software *Ashtech Solutions*, complementados com dados presentes no relatório da estação geodésica utilizada (RN) e processados. Para o referido processamento, são necessárias a altura da antena utilizada na base e em cada ponto, bem como as coordenadas geodésicas da estação base (figura 12). O produto gerado pelo processamento é a altura elipsoidal (figura 13).



Time View: 1 of 1 days (12/23/)

12/23/	8:20	9:40	10:52	11:37	12:59	13:44
B100		????		????		????
GEL2	BASE					

**Workbook**

	Site ID	Site Descriptor	Latitude	95% Err.	Longitude	95% Err.	Ellips. Ht.	95% Err.	Type	Fixed
1	BASE	BASE	22° 46' 28,1399" S	0,000	41° 55' 49,9822" W	0,000	-3,28	0,000	Hor/Ver	Hor/Ver

Ready

	Local Time (UTC-3,0)	World Geodetic Sys. 1984	Meters	NUM
<i>Latitude</i>	22 ° 46 ' 28,1399 " S	MAPGEO2004		
<i>S Longitude</i>	41 ° 55 ' 49,9822 " W			
<i>I Fonte</i>	GPS Geodésico			
<i>R Origem</i>	Ajustada			
<i>G Datum</i>	SIRGAS2000			
<i>A Data Medição</i>	15/8/2001			
<i>S Data Cálculo</i>	23/11/2004			
<i>2 Sigma Latitude(m)</i>	0,005			
<i>0 Sigma Longitude(m)</i>	0,004			
<i>0 UTM(N)</i>	7.478.463,733			
<i>0 UTM(E)</i>	199.083,586			
<i>MC</i>	-39			

\* Último Ajustamento Planimétrico Global SAD-69 em 15/09/1996

Figura 12. Captura de tela do PC com o processamento dos dados da estação base.

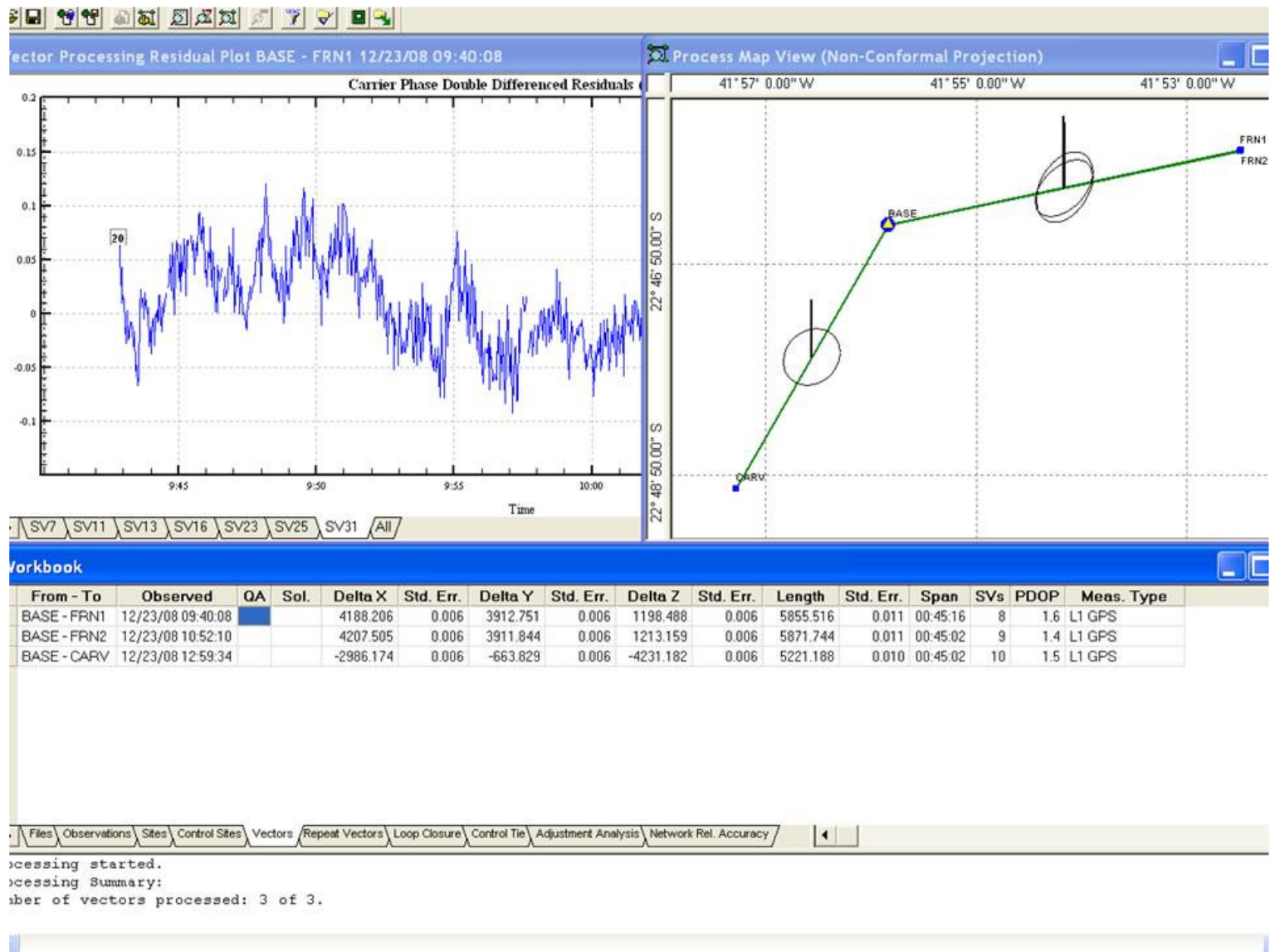


Figura 13. Cálculo das estações remotas pelo programa *Ashtech Solutions*

Para o cálculo da altura ortométrica, realizado no software *Excel*, foi utilizada a expressão matemática:

$$H + N = h$$

Onde: **h** é a altura elipsoidal; **H** é a altura ortométrica e **N**, a ondulação geoidal.  
(Figura 14)

A ondulação geoidal (N) da área de estudo foi estimada por Pereira (2008), a partir da equação:

$$N_s = (N_{3073D} + N_{3073A} + N_{3073})/3 \text{ onde,}$$

$N_{3073D}$  - ondulação geoidal para o RN 3073 D;

$N_{3073A}$  - ondulação geoidal para o RN 3073A;

$N_{3073}$  – ondulação geoidal para RN 3073.

A partir da determinação das cotas dos homólogos vivos foi possível estabelecer uma relação entre os indicadores e os paleníveis. Essa relação foi transportada para as altitudes dos fósseis, considerando que o bioindicador utilizado vivia a uma mesma distância da superfície média do mar que o seu homólogo.

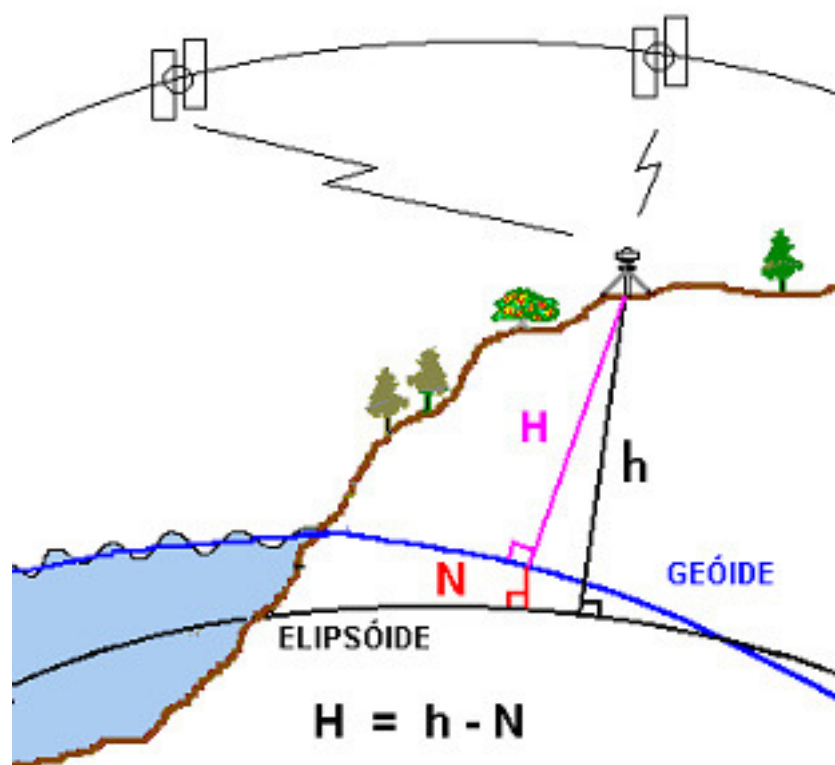


Figura 14. Relação entre altitudes ortométrica (H) e elipsoidal (h) e ondulação geoidal (N). Fonte: IBGE.

E a terceira etapa consistiu-se na análise da distribuição espacial atual dos vermetídeos e da diferença de temperatura nas regiões de Cabo Frio e Angra dos Reis. Os dados de temperatura, cedidos pela Marinha do Brasil, foram selecionados de acordo com o período do predomínio da ressurgência, de setembro a março (primavera – verão), no intervalo de 2005 a 2008. Estes dados foram interpolados no software Arcgis por krigagem e juntamente com esta foram lançados os pontos de ocorrência verificados em campo (fóssil e vivo) e citados na bibliografia. Esta rotina gerou um mapa com a distribuição espacial dos vermetídeos “fóssil” e vivo sobre a variação da temperatura das águas das duas regiões.

## 7. RESULTADOS

### 7.1. ALTITUDE DOS INDICADORES

Com os dados de campo processados e calculados foi possível definir uma cota altimétrica para cada ponto visitado, conforme a tabela 1.

Tabela 1. Praias visitadas em campo com as respectivas alturas elipsoidal e ortométrica de cada ocorrência do bioindicador.

Praia	Observação	Alturas		
		Elipsoidal	Ondulação geoidal	Ortométrica
Brava	Vermetídeo	-3,544	-5,943	2,399
Forno1	Vermetídeo 1	-4,568		1,375
	Vermetídeo 2	-4,778		1,165
Forno2	Vermetídeo 3	-4,955		0,988
	Vermetídeo 4	-4,555		1,388
Caravelas S	Craca fóssil	-3,893		2,050
Caravelas S	Craca viva	-5,963		-0,020
Emerências	Vermetídeo 3	-3,526		2,417
	Vermetídeo 2	-4,126		1,817
	Vermetídeo 1	-4,626		1,317
José Gonçalves	Vermetídeo 1	-3,527		2,416
	Poliqueta vivo	-5,79		0,153
	Poliqueta vivo	-5,5		0,443
Conchas	Vermetídeo	-3,404		2,54
Prainha1	Vermetídeo	-4,432		1,51
Prainha2	Vermetídeo	-3,903	2,04	

Como homólogos vivos do vermetídeo utilizaram-se o anelídeo do gênero *Phragmatopom Lapidosa* (figura 15). A medida da faixa de ocorrência destes na praia de José Gonçalves, possibilitou calibrar as cotas determinadas para os fósseis, tabela 2.



Tabela 2. Faixa de vida do gênero *Phragmatopom*.

Poliqueta vivo	0,1531
Poliqueta vivo	0,4431
<b>Varição mínima atual (m)</b>	<b>0,29</b>



Figura 15. Praia de José Gonçalves, ocorrência do gênero *Phragmatopom*

## 7.2. IDADE DOS INDICADORES

A partir da utilização das curvas de Angulo *et al* (2002) figura. 16, Souza *et al* (2001) figura 17, Martin (2003) figura 18 e Suguio *et al* (1985) figura 19, foi possível verificar as idades aproximadas das incrustações dos “fósseis” de vermetídeos.

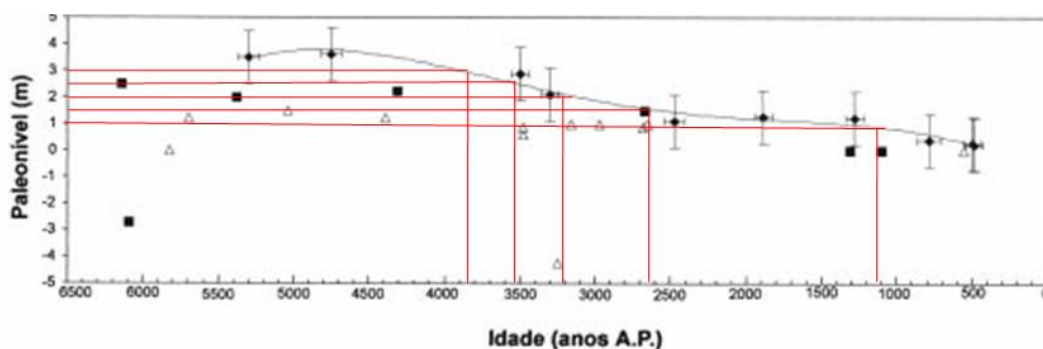


Figura 16. Curva de variação do mar a partir de tubos de vermetídeos de Angulo *et al* 2002, no litoral paranaense e na Ilha do Cardoso.

Tabela 3. Idades aproximadas das amostras segundo a curva de Angulo *et al* (2002).

Praia	Nível	Ortométrica	Idade aproximada pela curva de Ângulo 2002 (mil anos)
Brava	Vermetídeo	2,399	3500
Forno1	Vermetídeo 1	1,375	2500
	Vermetídeo 2	1,165	1400
Forno2	Vermetídeo 3	0,988	1100
	Vermetídeo 4	1,388	2500
Caravelas S	Craca fóssil	2,050	3200
Caravelas S	Craca viva	-0,020	atual
Emerências	Vermetídeo 3	2,417	3500
	Vermetídeo 2	1,817	3100
	Vermetídeo 1	1,317	2500
José Gonçalves	Vermetídeo 1	2,416	3500
	Poliqueta vivo	0,153	atual
	Poliqueta vivo	0,443	atual
Conchas	Vermetídeo	2,54	3500
Prainha1	Vermetídeo	1,51	2600
Prainha2	Vermetídeo	2,04	3200

Segundo a curva de Angulo os indicadores das praias, Brava, Caravelas, José Gonçalves, Emerências (vermetídeo 2 e 3), Conchas e Prainha 2 têm idades entre 3,5 a 3,2 mil anos. Os indicadores das praias do Forno, Emerências (vermetídeo 1) e Prainha 1 têm idade entre 2,6 a 1,1 mil anos (Tabela 3).

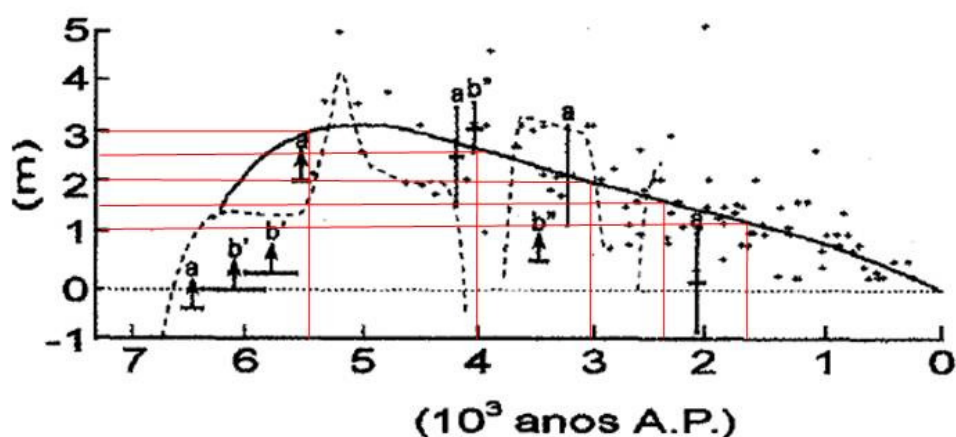


Figura 17. Curvas de variação do nível relativo do mar nos últimos 7.000 anos no Município de Itapoá de Souza *et al* 2001. A linha utilizada foi a contínua que corresponde a curva de Angulo & Lessa (1997) para o Brasil.

Tabela 4. Idades aproximadas das amostras segundo a curva Souza (2001).

Praia	Nível	Ortométrica	Idade aproximada pela curva de Souza 2001 (mil anos)
Brava	Vermetídeo	2,399	3600
Forno1	Vermetídeo 1	1,375	2000
	Vermetídeo 2	1,165	1900
Forno2	Vermetídeo 3	0,988	1700
	Vermetídeo 4	1,388	2000
Caravelas S	Craca fóssil	2,050	3000
Caravelas S	Craca viva	-0,020	atual
Emerências	Vermetídeo 3	2,417	3900
	Vermetídeo 2	1,817	2900
	Vermetídeo 1	1,317	2000
José Gonçalves	Vermetídeo 1	2,416	3900
	Poliqueta vivo	0,153	atual
	Poliqueta vivo	0,443	atual
Conchas	Vermetídeo	2,54	4000
Prainha1	Vermetídeo	1,51	2400
Prainha2	Vermetídeo	2,04	3000

Segundo a curva de Souza, os indicadores das praias, Brava, Caravelas, José Gonçalves, Emerências (vermetídeo 3), Conchas e Prainha 2 têm idades entre 3 a 4 mil anos. E os indicadores das praias do Forno, Emerências (vermetídeo 1 e 2) e Prainha 1 têm idade entre 1,7 a 2,4 mil anos (Tabela 4).

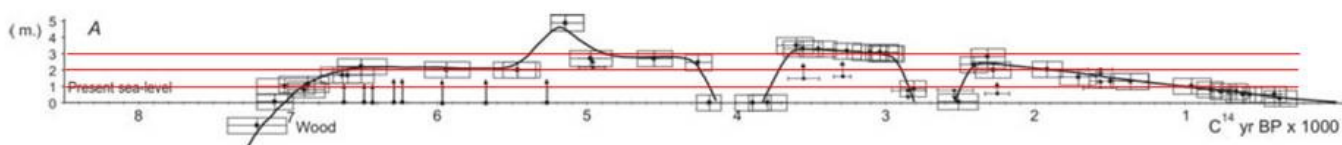


Figura 18. Curva de variação do nível relativo do mar de Salvador (Martin, 2003)

Em Martin et al (1997) amostras de vermetídeos do trecho Niterói e Armação dos Búzios foram datadas pelo método radiocarbono e definem idade entre 2,6 a 3,6 mil anos, logo sobre a curva acima de Martin foi considerado somente o intervalo de 4 mil anos até o presente. Outra observação relevante sobre o intervalo considerado para a leitura é a questão do desaparecimento do registro quando submerso. A incrustação pode ser dissolvida, erodida ou até mesmo consumida por seres litofagos, quando submersa. Logo os registros encontrados devem ter idades menores que 4 mil anos, uma vez que o nível relativo não ascendeu depois dessa época.



Tabela 5. Idades aproximadas das amostras segundo curva do Martin, 2003.

Praia	Nível	Ortométrica	Idade aproximada pela curva de Martin, 2003 (mil anos)
Brava	Vermetídeo	2,399	2900
Forno1	Vermetídeo 1	1,375	1400
	Vermetídeo 2	1,165	1100
Forno2	Vermetídeo 3	0,988	1100
	Vermetídeo 4	1,388	1400
Caravelas S	Craca fóssil	2,050	2400
Caravelas S	Craca viva	-0,020	atual
Emerências	Vermetídeo 3	2,417	2900
	Vermetídeo 2	1,817	2400
	Vermetídeo 1	1,317	1400
José Gonçalves	Vermetídeo 1	2,416	2900
	Poliqueta vivo	0,153	atual
	Poliqueta vivo	0,443	atual
Conchas	Vermetídeo	2,54	2900
Prainha1	Vermetídeo	1,51	1400
Prainha2	Vermetídeo	2,04	2400

Segundo a curva de Martin, os indicadores das praias, Brava, Caravelas, José Gonçalves, Emerências (vermetídeo 2 e 3), Conchas e Prainha 2 têm idades entre 2,4 a 2,9 mil anos. E os indicadores das praias do Forno, Emerências (vermetídeo 1) e Prainha 1 têm idade entre 1,0 a 1,5 mil anos (Tabela 5)

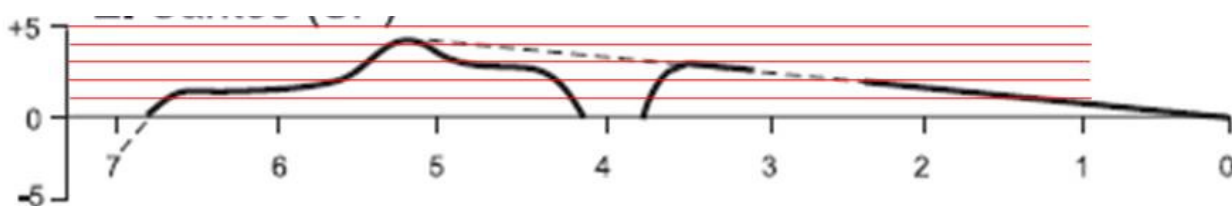


Figura 19. Curvas de variações dos níveis relativos do mar nos últimos 7.000 anos ao longo do trecho de Santos - SP (Suguio *et al.*, 1985).

Tabela 6. Idades aproximadas das amostras segundo a curva de Suguio, 1985.

Praia	Nível	Ortométrica	Idade aproximada pela curva de Suguio, 1985 (mil)
Brava	Vermetídeo	2,399	3600
Forno1	Vermetídeo 1	1,375	1900
	Vermetídeo 2	1,165	1700
Forno2	Vermetídeo 3	0,988	1500
	Vermetídeo 4	1,388	1900
Caravelas S	Craca fóssil	2,050	3600
Caravelas S	Craca viva	-0,020	atual
Emerências	Vermetídeo 3	2,417	3600
	Vermetídeo 2	1,817	2100
	Vermetídeo 1	1,317	1900
José Gonçalves	Vermetídeo 1	2,416	3600
	Poliqueta vivo	0,153	atual
	Poliqueta vivo	0,443	atual
Conchas	Vermetídeo	2,54	3600
Prainha1	Vermetídeo	1,51	2000
Prainha2	Vermetídeo	2,04	3600

Segundo a curva de Suguio, os indicadores das praias Brava, Caravelas, Emerências (vermetídeo 3), José Gonçalves, Conchas e Prainha 2 têm idades de aproximadamente 3,6 mil anos. E os indicadores das praias do Forno, Emerências (vermetídeos 1 e 2) e Prainha 1 têm idade entre 1,9 a 2,1 mil anos (Tabela 6).

### 7.3. OCORRÊNCIA DOS INDICADORES E TEMPERATURA DA SUPERFÍCIE DAS ÁGUAS.

As incrustações de vermetídeos fósseis em Cabo Frio estão ilustrados nas figuras 20, 21 e 22 a seguir.



Figura 20. Ocorrência de incrustações de vermetídeos “fóssil” na Praia do Forno.





Figura 21. Ocorrência de incrustações de vermetídeos “fóssil” na Praia José Gonçalves.



Figura 22. Ocorrência de incrustações de vermetídeos “fóssil” na Praia das Emergências



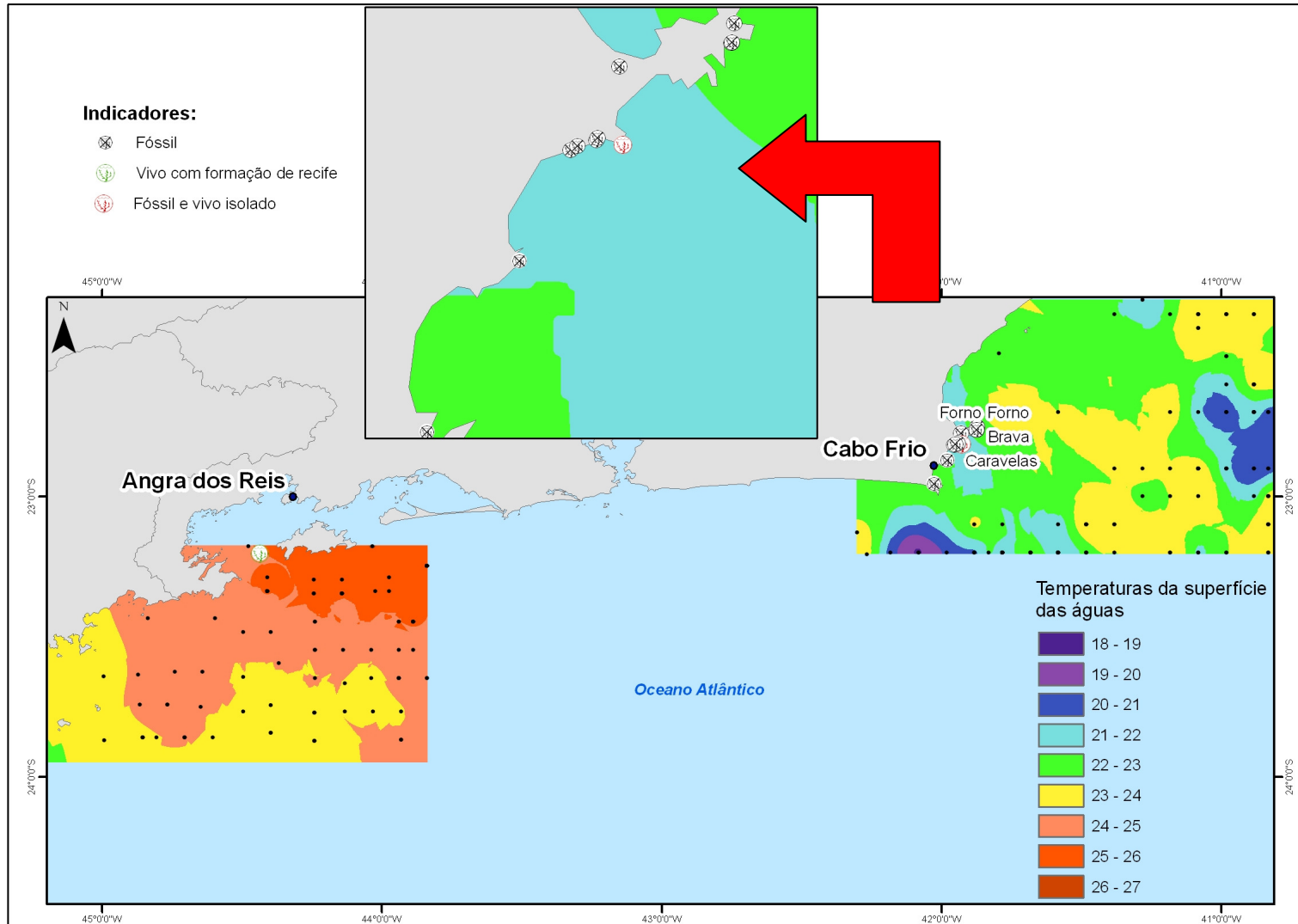
Além dos indicadores fósseis, na Praia das Emerências ocorre o indicador vivo isoladamente em poça de maré, conforme figura 23.



Figura 23. Ocorrência de vermetídeo de forma isolada sem formação de recife na Praia das Emerências, Município de Armação de Búzios.

Para a região de Cabo Frio a média de temperatura calculada foi 22, 49 °C e para Angra dos Reis foi 24, 4 °C. Os dados de temperatura e ocorrência do indicador lançados no ArcGis, geraram a figura 24.

Figura 24. Mapa de temperatura da superfície da água (no período de 2005 e 2008) com ocorrências dos vermetídeos fósseis e vivos.



## 8. DISCUSSÃO

Ao todo foram encontradas 12 ocorrências do bioindicador fóssil, distribuídos em sete praias anteriormente citadas. Levando em consideração a dificuldade de acesso aos costões, a variação da maré, ação das ondas e a dificuldade de achar as ocorrências que estão distribuídas nas reentrâncias, fraturas e fendas dos costões, o número encontrado foi satisfatório. Em comparação ao trabalho de Suguio (2001) que utilizou-se de 20 a 30 amostras para uma extensão de 60-80 km.

Esses contratempos dificultaram a medição dos fósseis e dos homólogos vivos. Em relação ao vermetídeo vivo achado na praia das Emerências, não formador de recife, optou-se não considerar pelo pouco conhecimento da espécie e para manter a metodologia utilizada por Ângulo *et al* (2002), que utilizou-se de colônias de poliqueta vivo.

As amostras de vermetídeos foram encontradas em áreas abrigadas, ou seja, áreas que sofrem pouca influência das ondas o que facilita a determinação dos paleoníveis. Em contrapartida, as áreas que sofrem grande influência das ondas dificultam o controle do nível médio do mar, devido ao amplo alcance das ondas, o que aumenta a distribuição vertical dos organismos.

A altitude máxima encontrada foi na praia das Conchas com 2,54 metros  $\pm$  0,29m acima do nível relativo atual. Associando esse dado as descrições sobre níveis relativos do mar de Suguio (2003) o indicador pode

ter idade de aproximadamente 3.000 anos, época que o nível relativo do mar deve ter estado entre 2 a 3,5 m acima do atual;

E a altitude mínima encontrada foi na praia das Emerências com 0,98 metros  $\pm$  0,29m acima do nível relativo atual. Esse dado associado às descrições de Suguio (2003) mostra que indicador pode ter idade de aproximadamente 2.500 anos, quando o nível atingiu 1,5 a 2,5 m acima do atual.

Segundo Suguio *op cit* há cerca de 5.100 anos AP o nível do mar subiu entre 3 a 5 m acima do atual, mas não foi encontrado indicador nessa cota, ou devido às dificuldades ambientais ou o registro foi erodido.

Nas datações descritas em Angulo *et al* (2002), as amostras de tubos de vermetídeos encontrados seguem na figura 25.

16	Morro do Farol das Couchas, Ilha do Mel	25°32'20"	48°17'26"	Vermetídeos <sup>(4)</sup>	3500 $\pm$ 60	- 1,2	GSC-5255	2,9 $\pm$ 1,0	Angulo (1992a)
17	Morro do Farol das Couchas, Ilha do Mel	25°32'20"	48°17'26"	Vermetídeos <sup>(4)</sup>	790 $\pm$ 80	- 0,2	GSC-5251	0,4 $\pm$ 1,0	Angulo (1992a)
19	Ponta do Joaquim, Ilha do Mel	25°32'54"	48°17'30"	Vermetídeos <sup>(4)</sup>	3300 $\pm$ 60	- 1,1	CENA-143	2,1 $\pm$ 1,0	
20	Morro da Tapera, Ilha do Cardoso	25°11'36"	47°58'18"	Vermetídeos <sup>(4)</sup>	1890 $\pm$ 60	- 0,80	CENA-135	1,3 $\pm$ 1,0	
21	Morro da Tapera, Ilha do Cardoso	25°11'36"	47°58'18"	Vermetídeos <sup>(4)</sup>	500 $\pm$ 60	- 0,80	CENA-136	0,3 $\pm$ 1,0	
22	Ilhas Currais	25°44'07"	48°21'51"	Vermetídeos <sup>(4)</sup>	1280 $\pm$ 60	- 1,4	CENA-138	1,2 $\pm$ 1,5	
23	Ilhas Currais	25°44'07"	48°21'51"	Vermetídeos <sup>(4)</sup>	490 $\pm$ 60	- 1,1	CENA-137	0,2 $\pm$ 1,0	
24	Morro do Farol, Caiobá	25°51'06"	48°32'04"	Vermetídeos <sup>(4)</sup>	4750 $\pm$ 70	- 0,8	CENA-140	3,6 $\pm$ 1,0	
25	Morro do Farol, Caiobá	25°51'06"	48°32'04"	Vermetídeos <sup>(4)</sup>	5300 $\pm$ 70	- 0,7	CENA-141	3,5 $\pm$ 1,0	
26	Morro do Farol, Caiobá	25°51'06"	48°32'04"	Vermetídeos <sup>(4)</sup>	2470 $\pm$ 70	- 1,1	CENA-142	1,1 $\pm$ 1,0	

Figura 25. Datações de tubos de vermetídeos por C14 Angulo et al (2002) para a costa do Paraná.

Angulo *et al* (2002), a partir das datações de tubos de vermetídeos encontrou altura máxima do nível do mar no Paraná, em torno de 3,5-3,6  $\pm$  1,0

m datada em 5370 a 4630 anos A.P. Após o máximo, teria ocorrido um declínio progressivo do nível do mar, não se descartando a ocorrência de oscilações de ordem de alguns decímetros. Duas datações de vermetídeos sugerem que o mar tinha níveis superiores ao atual por volta de 500 anos A. P. A cota máxima encontrada no presente trabalho de 2, 54 m, coincide com a tolerância de - 1,0m sobre o valor de Angulo, mas ao relacionarmos a idade determinada sobre sua curva e com a idade da tabela anterior, constata-se uma diferença significativa de idades. O mesmo ocorre com a altitude mínima. Um aspecto importante ao analisarmos a cota entre dois pontos é considerar a diferença da influência das ondas e morfologia do local medido.

Em Dias (2009) as amostras levantadas no presente trabalho foram datadas pelo método C<sup>14</sup> conforme ilustrado na figura 26.

LAGECOST 11A	<i>Beta Analytic</i>	Vermetídeos	Prainha	-22,9555555555556 -42,0261111111111	2810±95	2321 - 2745
LAGECOST 16	<i>Beta Analytic</i>	Vermetídeos	Conchas	-22,8708333333333 -41,98	4400±60	4409 - 4771
LAGECOST 15	<i>Beta Analytic</i>	Cracas	Caravelas	-22,8158333333333 -41,9547222222222	3820±70	3581 - 3960
LAGECOST 11	<i>Beta Analytic</i>	Vermetídeos	Forno4	-22,7625 -41,8747222222222	2760±70	2325 - 2686
LAGECOST 10 Beta	<i>Beta Analytic</i>	Vermetídeos	Brava	-22,7530555555556 -41,8733333333333	3050±80	2683 - 3050
LAGECOST 12	<i>Beta Analytic</i>	Vermetídeos	Emerenças1	-22,8133333333333 -41,9288888888889	550±40	57 B- 279
LAGECOST 13	<i>Beta Analytic</i>	Vermetídeos	Emerenças2	-22,8133333333333 -41,9288888888889	2890±60	2453 - 2780
LAGECOST 14	<i>Beta Analytic</i>	Vermetídeos	Emerenças3	-22,8133333333333 -41,9288888888889	2760±70	2325 - 2686

Figura 26. Datações pelo método C<sup>14</sup> das amostras de vermetídeos

A tabela 7 a seguir reúne todas as datações adquiridas pelas curvas supracitadas e as idades encontradas por Dias (2009). Ao analisarmos as idades segundos as curvas, identificamos valores aproximados como ocorre com a praia Brava, para todas as curvas apresenta idade em torno de 3600 anos. Mas observa-se discrepâncias relevantes como ocorre com a amostra do vermetídeo 1 da praia do Forno que apresenta diferença de 1.100 anos da idade mais nova encontrada na curva de Martin (2003) em relação a idade mais antiga na curva de Angulo *et al* (2002).

Tabela 7. Amostras de vermetídeos relacionadas às curvas de variação relativa do nível do mar de Angulo *et al* (2002), Souza *et al* (2001), Martin (2003) e Suguio (1985)

Praia	Nível	Ortométrica	Idade aproximada pela curva de Ângulo 2002 (mil anos)	Idade aproximada pela curva de Souza 2001 (mil anos)	Idade aproximada pela curva de Martin, 2003 (mil anos)	Idade aproximada pela curva de Suguio, 1985 (mil anos)	Idade constatada por Dias (2009) (mil anos)
Brava	Vermetídeo	2,399	3500	3600	2900	3600	3050
Forno1	Vermetídeo 1	1,375	2500	2000	1400	1900	2350
	Vermetídeo 2	1,165	1400	1900	1100	1700	
Forno2	Vermetídeo 3	0,988	1100	1700	1100	1500	
	Vermetídeo 4	1,388	2500	2000	1400	1900	2760
Caravelas S	Craca fóssil	2,050	3200	3000	2400	3600	
Caravelas S	Craca viva	-0,020	atual	atual	atual	atual	
Emerências	Vermetídeo 3	2,417	3500	3900	2900	3600	2760
	Vermetídeo 2	1,817	3100	2900	2400	2100	2890
	Vermetídeo 1	1,317	2500	2000	1400	1900	0,55
José Gonçalves	Vermetídeo 1	2,416	3500	3900	2900	3600	
	Poliqueta vivo	0,153	atual	atual	atual	atual	
	Poliqueta vivo	0,443	atual	atual	atual	atual	
Conchas	Vermetídeo	2,54	3500	4000	2900	3600	4400
Prainha1	Vermetídeo	1,51	2600	2400	1400	2000	2810
Prainha2	Vermetídeo	2,04	3200	3000	2400	3600	

Ao compararmos as datações das amostras com as datações segundo as curvas verificamos que para a praia de Conchas o valor aproximado foi a curva de Souza *et al* (2001); para a praia do Forno vermetídeo 4 a curva que possui valor mais aproximado é a de Angulo *et al* (2002); para a praia Brava foi a curva de Martin (2003) e para a praia de Emerências o valor aproximado foi a curva de Martin (2003).

Martin *et al* (1997) calculou uma variação de 0,4 metros, valor maior que o calculado no presente trabalho. Essa margem de erro pode ser igual à informada pelo referido autor, mas não encontrada no trabalho devido ao pequeno número de amostras. Esses valores variam com a região, pois depende da amplitude das marés e da energia das ondas, visto que em região onde o alcance das ondas é maior a amplitude da faixa de vida desses indicadores será maior.

Estudos de paleotemperatura na região de Cabo Frio nos últimos 13.000 anos indicam que a região entre os anos 7.000 a 3.500 AP passou por uma fase de ressurgência fraca. Neste período a temperatura da superfície do mar esteve entre 25,6 e 18,2 °C, Oliveira (2008). A partir de 3.500 anos AP até o presente, temperatura apresentou uma tendência a valores mais baixos, o que indicou a predominância da Água Central do Atlântico Sul na plataforma continental de Cabo Frio, caracterizando assim, uma fase de ressurgência fortalecida, Oliveira (2008). Em períodos de ressurgência fortalecida a água pode atingir até 15 °C com a persistência dos ventos nordestes (Coe et al, 2007).



Em relação ao grupo de amostragem levantados em campo e lançados nas diferentes curvas de variação do nível relativo do mar, a maioria dos indicadores levantados em campo pode ter idade entre de 2,9 mil anos e 4,0 mil anos. Neste período a região passava por uma fase de fraca ressurgência, podendo esse ser o motivo de uma maior população com esta idade, enquanto que as quatro amostras restantes com idade 1,0 a 2,6 mil anos, coincidem com o período de ressurgência fortalecida. Em relação a observação acima é importante que seja vistoriado outros indícios, visto que amostragem está longe de ser exaustiva.

Para Laborel & Kempt (1965), mudanças ambientais, como o fenômeno de ressurgência, turbidez da água, entre outros, podem ter influenciado a mudança de comportamento dos vermetídeos ou até sua extinção ou surgimentos em certas áreas. Como acontece em Angra dos Reis, que seu registro na área é recente.

Segundo Breve - Ramos *et al* (*no prelo*) a temperatura da água na baía de Ilha Grande varia de 24 °C a 27°C, enquanto na região de Arraial do Cabo a temperatura diminui, varia de 21 °C a 25°C. As médias calculadas no presente trabalho indicam temperaturas da ordem de 24,4 °C em Angra dos Reis e 22,49 °C na Região dos Lagos. Laborel (1965) afirma, a partir de estudos em diferentes pontos da costa brasileira sobre os vermetídeos, que numa época muito recente as condições ecológicas podem ter sido alteradas. Em décadas passadas amostras de vermetídeos vivos foram coletados em locais que hoje não ocorrem mais. A causa deste empobrecimento deve ser complexa, afirma

Laborel *op cit.* Ele associa esta causa a eventos climáticos principalmente no Rio de Janeiro.

Angulo *et al* (2002) e Souza *et al* (2001) afirmam a não ocorrência dos vermetídeos a sul de Cabo Frio, mas o presente trabalho constatou que em Cabo Frio ainda ocorrem tais organismos de comportamento diferenciados dos fósseis e em Angra dos Reis ocorrem os formadores de recifes.

## 9. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O vermetídeo utilizado por ser um indivíduo sésil e viver numa pequena faixa vertical é um bom bioindicador para levantamento de paleoníveis marinhos. Além de um bom indicador, outros itens a serem levados em consideração são o método de levantamento e o homólogo utilizado.

Angulo *et al* (2002) alerta que diversos fatores físicos podem contribuir para erros, como condições de exposições as ondas, amplitude das marés, morfologia de fundo dos costões e a imprecisão na identificação do limite superior do recife. Mas outro aspecto não mencionado é a metodologia de levantamento. É importantíssimo citar o nível de referência utilizado a fim de evitar aumento da imprecisão e acumulações de erros quando relacionados com os trabalhos. Por isso o uso de posicionamento GPD relativo é importantíssimo para este tipo de trabalho. Uma vez amarrado aos dados do IBGE e corrigidos, a margem de erro do paleonível encontrado é mínima.

Ao compararmos as idades encontradas no presente trabalho com as datações de Martin *et al* (1997), para a mesma área, constatamos idades próximas assim como a posição em relação ao nível médio atual. As amostras de vermetídeos na altitude de 1,8 m datadas por Martin (1997) indicou idade 2.680 anos, enquanto que a amostra Emerências 1 na cota 1, 817m foi datada em 2.890 anos, Dias (2009).

De acordo com as idades e altitudes encontradas sugerem-se que foram determinados 2 paleoníveis distintos inseridos no contexto de Suguio (2003) para a região, o mais velho com aproximadamente 3.000 anos onde o nível

esteve entre 2 a 3,5 m acima do atual e o de aproximadamente 2. 500 anos onde o nível esteve entre 1,5 a 2, 5 metros acima do atual.

Em relação as datações de Dias (2009), três momentos distintos se destacam, um de aproximadamente 4400 anos, outro por volta de 3000 anos e um mais recente de aproximadamente 550 anos. Valores esses que se aproximam da curva de Angulo (2002).

Ao relacionar um levantamento de paleonível com diferentes curvas de variação do nível médio do mar deve-se atentar a metodologia utilizada para a confecção da curva, visto que cada localidade tem suas particularidades físicas e isso pode gerar erros ao relacionarmos uns com os outros. Pode-se utilizar para se ter uma noção dos valores e não considerar como um valor absoluto.

A fim de definir uma causa para o desaparecimento dos vermetídeos formadores de incrustações em Cabo Frio/ Búzios faz-se necessário estudos mais profundos nas variações climáticas e na fisiologia dos indivíduos. Com base no que foi apresentado no presente trabalho esse desaparecimento poderia estar relacionado com a reativação do fenômeno da ressurgência, a partir de 3500 AP.

## 10.REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

AMBIENTAL ENGENHARIA E CONSULTORIA LTDA – A.E.C. *Plano de Manejo para APA Pau-Brasil: Zoneamento urbano – ambiental*. Cabo Frio, Rio de Janeiro. 3 v. 2002.

ANGULO, R.J.; PESSEDA,L.C.R.; SOUZA, M.C. O significado das datações ao C14 na reconstrução de paleoníveis marinhos e na evolução das barreiras quaternárias do litoral paranaense. *Revista Brasileira de Geociências*, v.32, p. 95-106, 2002.

ANGULO, R.J.; GIANNINI, P.C.G.; SUGUIO, K.; PESSEDA, L.C.R. *Relative sea-level changes in the last 5500 years in southern Brazil\_Laguna-Imbituba region, Santa Catarina State/based on vermetid 14C ages* . International Journal of marine geology, geochemistry and geophysics. p. 323 – 339, 1999.

BREVE – RAMOS, A.; JUNQUEIRA, A.O.R.; LAVRADO, H.P.; SILVA, E.H.G.; FERREIRA-SILVA, M.A.G. *Population structure of the invasive bivalve *Isognomon bicolor* on rocky shores of Rio de Janeiro State (Brazil)*. No prelo.

Búzios turismo. Disponível em: [http://www.buziosturismo.com/por/buziosnews\\_videos.php?ld=34](http://www.buziosturismo.com/por/buziosnews_videos.php?ld=34). Acesso: 14 jan. 2009.

Búzios Total. Disponível em: <http://www.buzios-total.com/geografia.htm>. Acesso: 14 jan. 2009.

COE, H.G.; CARVALHO, C.N.; SOUZA, L.O.F.; SOAREA, A. - *Peculiaridades ecológicas da região de Cabo Frio, RJ*. Julho/ Dezembro. Ano IV, nº. 2, 2007. ISSN 1980- 4490.

CPRM. *Projetos: Mapa do Estado do Rio de Janeiro, escala 1:500.000*. 2007. Disponível em: < <http://www.cprm.gov.br/projetos>> Acesso em: 14 de janeiro de 2009.

DAU, L. Microclimas das Restingas do Sudeste Brasileiro. *Arquivos do Museu Nacional do Rio de Janeiro*, v.L, p.79 – 124, 1960.

DIAS, F.F.; CASTRO, J.W.A.; SEOANE, J.C.S.; CAMARGO, L.H.R. Indicadores de mudanças climáticas e de variações do nível do mar na costa do Rio de Janeiro: Aquecimento ou Resfriamento. *OBSERVATORIUM: Revista Eletrônica de Geografia*, v.1, n.1, p. 21-32, jan. 2009.

DIAS, F.F. *Variação do nível relativo do mar e suas relações com a sedimentação na planície costeira de Cabo Frio e Armação dos Búzios – RJ: Reconstrução holocênica e cenários futuros*. 2009. 151p. Tese (Doutorado) – Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Modelo de Ondulação Geoidal. Disponível em: [http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/geodesia/modelo\\_geoidal.shtm](http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/geodesia/modelo_geoidal.shtm).

Acessado em: 06 de outubro de 2009.

LABOREL, J; KEMPF, M. *Formações de vermetos e algas calcárias nas costas do Brasil*. Instituto Oceanográfico da Universidade Federal de Pernambuco. Recife. p. 33-50, 1965.

LABOREL, J. *Vermetid gastropods as sea-level indicators*. In: O. VAN DE PLASSCHE (ed.). *Sea-level research: a manual for the collection and evaluation of data*. Norwich :GeoBooks. p. 281-310, 1986

MARTIN, L.; DOMINGUEZ, J.M.L.; SUGUIO, K.; FLEXOR, J.M. *Geologia do Quaternário Costeira do Litoral Norte do Rio de Janeiro e do Espírito Santo*. Belo Horizonte. CPRM. 1997.

MARTIN, L. *Holocene Sea-Level History Along Eastern-Southeastern Brazil*. Anuário do Instituto de Geociências , UFRJ. Volume 26, 2003.

MOHRIAK, W.U.; BARROS, A.Z.N. Novas evidências de tectonismo cenozóico na região sudeste do Brasil: o graben de Barra de São João na plataforma continental de Cabo Frio, Rio de Janeiro. *Revista Brasil Geociências*, v.20, p.187-196, 1990.

MORAIS, R.M.O. *Estudo faciológico da Formação Barreiras na região entre Maricá e Barra de Itabapoana, Estado do Rio de Janeiro*. 2001. 113p. (Dissertação de Mestrado). Depto. de Geologia, IGEO/UFRJ. Rio de Janeiro

MOYSÉS, D.N.; SILVA, S.H.G. Sucessão ecológica no costão rochoso, influência da heterogeneidade espacial no recrutamento e estruturação da comunidade. UFRJ. 2004. Disponível em: [http://www.canalciencia.ibict.br/pesquisas/pesquisa.php?ref\\_pesquisa=196](http://www.canalciencia.ibict.br/pesquisas/pesquisa.php?ref_pesquisa=196).

Acessado em: 26 de julho de 2009.

NETO, J.L.S.; NERY, J.T. Variabilidade e mudanças climáticas no Brasil e seus Impactos regionais. In: SOUZA, C.R.G. et al. *Quaternário do Brasil*. Ribeirão Preto: Holos, 2005. Capítulo 2.

OLIVEIRA, P.S. *Descrição e zanação de vermitídeos (Mollusca:Vermetidae) do arquipélago de São Pedro e São Palulo, Brasil.*2007.56f. Dissertação (Mestrado) – Instituto de Oceanografia Biológica, Fundação Universidade Federal do Rio Grande.

OLIVEIRA, A.C.C. *Registro de paleotemperaturas na Plataforma Continental de Cabo Frio, Rio de Janeiro, ao longo dos últimos 13.000 anos.* 2008. 145f. Tese (Doutorado) – Instituto de Geociências, Universidade Federal Fluminense.

PEREIRA. R.S. *Avaliação do Risco Geológico no arco praial do Peró – Município de Cabo Frio (RJ).* 2008.87f. Dissertação (Mestrado) – Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

PREFEITURA MUNICIPAL DE ARMAÇÃO DE BÚZIOS - P.M.A.B. *Plano Diretor de Desenvolvimento Sustentável de Armação de Búzios.* Junho de 2004. Documento Técnico parte 1.

ROSA, R. *Introdução ao Sensoriamento Remoto.* 4ª edi. Uberlândia: Ed. Da Universidade Federal de Uberlândia. 2001. 210 p.

SAVI, D.C. *Erosão e Acresção Costeira na Enseada dos Anjos, Arraial do Cabo, RJ.* *Revista Brasileira de Geofísica*, Rio de Janeiro, 25 (Supl. 1), p. 91-99, 2007.

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



SOUZA, M.C.; ANGULO, R.J.; PESSEDA, L.C.R. Evolução paleogeográfica da planície costeira de Itapoá, litoral norte de Santa Catarina. *Revista Brasileira de Geociências*, v.31, p.223-230, 2001.

SUGUIO, K. Geologia do Quaternário e Mudanças Ambientais. 2ª edi. Liberdade, São Paulo: Ed. Paulo's Editora, 2001, 348p.

SUGUIO, K. Tópicos de geociências para o desenvolvimento sustentável: Regiões litorâneas. *Série Didática Geologia USP, Revista do Instituto de Geociências*. São Paulo. v. 2, n. 1, p. 1-40, 2003.

SUGUIO, K.; MARTIN, L.; BITTENCOURT, A. C. S. P.; DOMINGUEZ, J. M. L.; FLEXOR, J. M.; AZEVEDO, A. E. G. (1985 a) Flutuações do nível relativo do mar durante o Quaternário superior ao longo do litoral brasileiro e suas implicações na sedimentação costeira. *Revista Brasileira de Geociências*, v. 15, p. 273-286.

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/15d1e709092f3f293184f91a93d9f6b287.pdf>. Acesso em: 19 de julho de 2009.

TESSLER, M.G.; GOYA, S.C. Processos Costeiros Condicionantes do Litoral Brasileiro. *Revista do Departamento de Geografia*. 2005. p.12. Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo.

## ANEXO 1



## Relatório de Estação Geodésica

<b>Estação :</b>	3073D	<b>Nome da Estação :</b>	3073D	<b>Tipo :</b>	Estação Altimétrica - RN
<b>Município :</b>	ARMAÇÃO DOS BÚZIOS			<b>UF :</b>	RJ
<b>Última Visita:</b>	15/8/2001	<b>Situação Marco Principal :</b>	Bom		
<b>Conexões :</b>	GPS : 91970				

DADOS PLANIMÉTRICOS			DADOS ALTIMÉTRICOS			DADOS GRAVIMÉTRICOS		
Latitude	22 ° 46 ' 26,3452 " S	Altitude Ortométrica(m)		2,6393	Gravidade(mGal)			
Longitude	41 ° 55 ' 48,5050 " W	Fonte		Nivelamento Geométrico	Sigma Gravidade(mGal)			
Fonte	GPS Geodésico	Classe		Ajustada-AP	Precisão			
Origem	Ajustada	Datum		Imbituba	Datum			
<b>S</b> Datum	SAD-69	Data Medição		13/10/2000	Data Medição			
<b>A</b> Data Medição	15/8/2001	Data Cálculo		23/11/2005	Data Cálculo			
<b>D</b> Data Cálculo	15/11/2001	Sigma Altitude Ortométrica(m)			Correção Topográfica			
<b>6</b> Sigma Latitude(m)	0,007				Anomalia Bouguer			
<b>9</b> Sigma Longitude(m)	0,008	Altitude Ortométrica(m)		3,15	Anomalia Ar-Livre			
UTM(N)	7.478.511,091	Altitude Geométrica(m)		7,58	Densidade			
UTM(E)	199.123,562	Sigma Altitude Geométrica(m)						
MC	-39	Fonte		GPS Geodésico				
		Data Medição		15/8/2001				
		Data Cálculo		16/11/2004				
		Modelo Geoidal		MAPGEO2004				
Latitude	22 ° 46 ' 28,1399 " S	Altitude Ortométrica(m)		3,08	Gravidade(mGal)			
<b>S</b> Longitude	41 ° 55 ' 49,9822 " W	Altitude Geométrica(m)		-3,28	Sigma Gravidade(mGal)			
<b>I</b> Fonte	GPS Geodésico	Fonte		GPS Geodésico	Precisão			
<b>R</b> Origem	Ajustada	Data Medição		15/8/2001	Datum			
<b>G</b> Datum	SIRGAS2000	Data Cálculo		23/11/2004	Data Medição			
<b>A</b> Data Medição	15/8/2001	Sigma Altitude Geométrica(m)		0,027	Data Cálculo			
<b>S</b> Data Cálculo	23/11/2004	Modelo Geoidal		MAPGEO2004	Correção Topográfica			
<b>2</b> Sigma Latitude(m)	0,005				Anomalia Bouguer			
<b>0</b> Sigma Longitude(m)	0,004				Anomalia Ar-Livre			
<b>0</b> UTM(N)	7.478.463,733				Densidade			
<b>0</b> UTM(E)	199.083,586							
MC	-39							

\* Último Ajustamento Planimétrico Global SAD-69 em 15/09/1996

\*\* Ajustamento Planimétrico SIRGAS2000 em 23/11/2004 e 06/03/2006

\*\*\* Dados Planimétricos para Fonte carta nas escalas menores ou igual a 1:250000, valores SIRGAS2000 = SAD-69

<b>Localização</b>
LOCALIZADO NO CENTRO DO CANTEIRO PRINCIPAL DO TREVO DE ACESSO À BUZIOS, ALEM 1,80KM DA ESCOLA MUNICIPAL PROF. EULINA DE ASSIS MARQUES, AQUEM 6,40KM DA DELEGACIA DE POLICIA DE ARMAÇAO DE BUZIOS.
<b>Descrição</b>
MARCO PADRAO IBGE

## ANEXO 2

### ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS

## ProMark<sup>2</sup>

#### Sintonia de Satélites

- 12 canais independentes
- L1 código C/A e fase da portadora GPS
- Sinais de correção WAAS/EGNOS

#### Especificações de Precisão

- Levantamento Estático <sup>(1)</sup> (rms)**
- Horizontal: 0,005 m + 1 ppm
  - Vertical: 0,01 m + 2 ppm
  - Azimute: <1 arc segundo
  - Tempo de Observação: dependendo da distância entre os receptores ProMark 2 e outros fatores ambientais

#### Levantamento Cinemático <sup>(1)</sup>

- Contínuo**
- Horizontal: 0,012 m + 2,5 ppm
  - Vertical: 0,015 m + 2,5 ppm

Taxa de gravação recomendada de 1 a 2 segundos

#### Stop and Go

- Horizontal: 0,01m + 1,5ppm / 0,012m + 2,5ppm
- Vertical: 0,012m + 1,5ppm / 0,015m + 2,5ppm

Precisões dependentes do comprimento da linha de base, taxa de gravação e tempo de ocupação de 15 a 60 segundos.

#### Tempo Real com WAAS (rms)

##### Stop and Go:

- Horizontal: 0,01m + 1,5ppm / 0,012m + 2,5ppm
- Vertical: 0,012m + 1,5ppm / 0,015m + 2,5ppm

Precisões dependentes do comprimento da linha de base, taxa de gravação e tempo de ocupação de 15 a 60 segundos.

#### Características Físicas

##### Peso

- Receptor: 0,14 kg
- Antena externa: 0,45 kg
- Baterias: 0,05 kg

##### Tamanho

- Receptor: 15,8 cm x 5,1 cm x 3,3 cm
- Antena externa: 19 cm de diâmetro x 9,6 cm de altura

##### Interface do usuário

- Tela: 5,6 cm x 3,4 cm
- Teclado: 12 botões
- Comunicação: 1 porta RS232 para interface com PC - Baud rate de 3400 - 115200

#### Características Elétricas

##### Alimentação

- Bateria Interna : (2 AA):
  - Até 8 horas com pilhas alcalinas
  - Até 13 horas com bateria de lítium
- Bateria Externa + Interna (6AA):
  - Até 24 horas com pilhas alcalinas
  - Até 39 horas com pilhas de lítium

#### Características do Ambiente

##### Receptor

- Temperatura de Operação: -10°C to 60°C
- Temperatura de armazenamento: -20°C to 70°C
- Resistência: padrão MIL-STD 810E para chuva.
- Impacto: queda de até 1,5 metros em concreto.

##### Antena Geodésica

- Temperatura de Operação: -55°C a 85°C
- Resistência: à prova d'água e Impacto

#### Características de Coleta de Dados

##### Intervalo de gravação

- Configurável de 1 a 120 segundos

##### Capacidade de Memória Interna

- 8 MB
- Armazenagem de até 72 horas de dados e 100 arquivos.

#### Configuração do Sistema

##### Configuração Padrão

- Dois Receptores ProMark2
- Um pacote de Software de Pós-processamento Ashtech Solutions

##### Configuração profissional

- Três receptores ProMark 2
- Um Software de Pós-processamento Ashtech Solutions

#### Acessórios do Sistema

- Antena geodésica com cabo
- Bolsa de transporte
- Trena de medição da altura do instrumento
- Suporte de bastão
- Suporte para descarga de dados
- Guia rápido do usuário e manual de operação

#### Acessórios Opcionais do Sistema

- Kit de bateria externa completo
- Baterias recarregáveis e carregador
- Suporte para veículos
- Base nivelante
- Adaptador de base nivelante
- Bastão nivelante e tripe

#### Software Ashtech Solutions

O pacote de softwares de pós-processamento Ashtech Solutions torna possível um processamento dos dados do ProMark2 simples e preciso, com interface interativa no padrão Windows que inclui entre as seguintes funções:

- Planejamento de Missão com gráficos
- Processamento automático dos diversos métodos
- Transferência de dados para o PC
- Ajuste de rede
- Análise dos dados e ferramenta de controle de qualidade
- Plotagem de imagens raster e vetorial
- Transformação de coordenadas
- Relatórios
- Exportação em formatos ASCII e de usuário

#### Exigências do Ashtech Solutions

- Windows 95 / 98 / ME / NT 4.0 ou superior / 2000 / XP
- Pentium 133 ou superior
- 32 MB RAM
- 80 MB espaço em disco necessário para instalação

*(1) As precisões também presumem um mínimo de 5 satélites, e as recomendações do manual. Áreas de multicaminhamentos, geometria pobre e períodos de alta atividade atmosférica degradam as precisões. Pós-processamento utilizando o Software Ashtech Solutions (L1).*

Thales Navigation segue uma política de contínuo melhoria de seus produtos. Especificações e descrições estão portanto sujeitas a alterações sem aviso prévio. Favor contatar Thales Navigation para informações sobre os últimos produtos.

© 2002 Thales Navigation, Inc. Ashtech é marca registrada da Thales Navigation. ProMark2 e Ashtech Solutions são marcas da Thales Navigation. Todos os outros produtos e nome de marcas são marcas registradas de seus proprietários respectivos. Rev 9.02