

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO  
CENTRO DE CIÊNCIAS HUMANAS E NATURAIS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA**

**THAYANA CAUS WANDERLEY**

**MONITORAMENTO DE UM TRECHO DO BOSQUE DO MANGUE  
DA FOZ DO RIO SÃO MATEUS, CONCEIÇÃO DA BARRA (ES),  
ENTRE OS ANOS 1998 A 2011**

VITÓRIA  
2012

THAYANA CAUS WANDERLEY

**MONITORAMENTO DE UM TRECHO DO BOSQUE DO MANGUE  
DA FOZ DO RIO SÃO MATEUS, CONCEIÇÃO DA BARRA (ES),  
ENTRE OS ANOS 1998 A 2011**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia do Centro de Ciências Humanas e Naturais da Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito parcial para a obtenção do título de mestre em Geografia.

Orientadora: Prof<sup>a</sup> Dsc. Cláudia Câmara Vale.

VITÓRIA  
2012

Dados Internacionais de Catalogação-na-publicação (CIP)  
(Biblioteca Central da Universidade Federal do Espírito Santo, ES, Brasil)

---

W245m Wanderley, Thayana Caus, 1985-  
Monitoramento de um trecho do bosque do mangue da foz do  
rio São Mateus, Conceição da Barra (ES), entre os anos 1998 a  
2011 / Thayana Caus Wanderley. – 2012.

138 f. : il.

Orientador: Cláudia Câmara do Vale.  
Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Federal  
do Espírito Santo, Centro de Ciências Humanas e Naturais.

1. Manguezais. 2. Ecossistemas costeiros. 3. Biogeografia -  
Conceição da Barra - ES. 4. São Mateus, Rio (MG e ES). I. Vale,  
Cláudia Câmara do. II. Universidade Federal do Espírito Santo.  
Centro de Ciências Humanas e Naturais. III. Título.

CDU: 91

---

**THAYANA CAUS WANDERLEY**

**MONITORAMENTO DE UM TRECHO DO BOSQUE DO MANGUE  
DA FOZ DO RIO SÃO MATEUS, CONCEIÇÃO DA BARRA (ES),  
ENTRE OS ANOS 1998 A 2011**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia do Centro de Ciências Humanas e Naturais da Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito parcial para a obtenção do título de mestre em Geografia.

Aprovada em 24 de Agosto de 2012.

**COMISSÃO EXAMINADORA**

---

**Profª Dsc. Cláudia Câmara do Vale**  
**Universidade Federal do Espírito Santo**  
**Orientadora**

---

**Profª. Dsc. Renata Diniz Ferreira**  
**Membro Externo**

---

**Profº. Dsc. André Luiz Nascentes Coelho**  
**Universidade Federal do Espírito Santo (Membro Interno)**



*A todos os meus familiares e amigos que, de  
alguma forma, contribuíram para a produção e  
concretização deste trabalho!*

*À Kattia Rosa Baltar!*

*À querida amiga Cláudia Câmara do Vale!*

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente agradeço a Deus que me concedeu saúde, sabedoria e perseverança para chegar ao fim deste mestrado depois de tantas lutas, decepções e dificuldades encontradas no caminho. A Tua misericórdia e a minha fé deram forças para chegar ao fim destes dois anos e meio de estudos e finalizá-lo com dignidade. Por diversas vezes pensei em desistir, largar tudo e definitivamente abandonar a pesquisa, mas Deus não me deixou cair e nem mesmo fracassar...

Agradeço em especial a professora e amiga Cláudia Câmara do Vale que foi em todos os momentos uma pessoa atenciosa, prestativa, dedicada, paciente e muito companheira. Neste período do mestrado fui orientada, aprendi, ri, me diverti e principalmente, tive a certeza que hoje sou apaixonada pelo mangueral. Agradeço a confiança que colocou em mim durante toda esta pesquisa.

Agradeço aos meus pais Wanderley e Celeste por terem me dado dignidade e me ensinado diversas “lições” com as dificuldades do dia-a-dia. Agradeço também por sempre me incentivarem nos meus estudos e no meu sucesso profissional.

Agradeço às minhas irmãs Thaís e Thatyani e aos meus cunhados Rafael e Felipe pela paciência e compreensão do dia-a-dia.

Agradeço de maneira muito especial à Kattia Rosa Baltar que começou a participar da minha “luta” há pouco mais de um ano, mas que fez toda a diferença na minha vida desde o momento que nela entrou. Foi com sua ajuda, incentivo e compreensão que cheguei ao fim deste trabalho. Foi ouvindo seus “puxões de orelha” que me fiz forte e lutei pelo término deste trabalho.

Agradeço à querida amiga Suhellen, que ao longo destes vinte anos de amizade sempre foi companheira e sempre quis o meu bem. Ao amigo-irmão Fabiano, que entre uma cerveja e outra me acalmou, me ouviu, me aconselhou e me fez sentir amada e querida. Será sempre meu anjão. Seu ombro é e sempre será o meu maior e melhor refúgio. Agradeço também a Lígia que após anos de convivência na

graduação se tornou uma grande amiga que me transmite todos os dias a certeza da sua presença ao meu lado até quando está distante.

Agradeço aos meus parentes, avó, tias, tios, primos e primas, pelas preocupações e por torcer para que eu chegasse ao fim deste trabalho.

Agradeço também às “novinhas” Jaqueline e Ingrid, que entre um *lambrusco* e outro me incentivaram quando mais precisei ser motivada.

Agradeço ao Fabrício, amigo e monitor do Laboratório de Cartografia e Geotecnologias da UFES, pela dedicação aos meus mapas e dados da pesquisa. No decorrer deste mestrado me surpreendeu com sua boa vontade e com sua amizade. Muito obrigada.

Agradeço também à colega de mestrado, Ana Luiza, que me ajudou enormemente nos trabalhos de campo passando horas a fio dentro de um bosque de mangue suja de lama, agüentando picadas de mosquitos, fome e cansaço. Com certeza seu esforço me ajudou muito e hoje sou muito grata por isso.

Também agradeço ao Caio, o qual carinhosamente chamo de *Dom Quixote*, pela sua tamanha gentileza, pelo seu enorme carinho e pela sua gigante atenção. Dedicou-se intensamente ao meu trabalho de campo, aos cálculos dos dados da pesquisa e acertou em cheio nos cafés, nas massas e nos vinhos que fazia para mim e para sua esposa Cláudia quando estávamos no “auge” das nossas reuniões.

Agradeço à professora Valéria Quaresma do Departamento de Ecologia e Recursos Naturais da UFES e seus monitores Alex Evaristo e Estefania Godinho que analisaram as amostras de campo e foram extremamente atenciosos com minhas dificuldades em análises granulométricas.

Agradeço ao professor André Coelho por todas as vezes que o solicitei me atendeu com pontualidade e me auxiliou no que precisei. E ao professor Celso Goulart por ter participado do exame de qualificação.

Agradeço aos colegas de mestrado que, de alguma forma, compartilharam suas incertezas e deixaram desabafar minhas angústias.

À Secretaria do Mestrado da Geografia da UFES e a secretária Izadora, pela compreensão e rapidez em atender a todos os meus pedidos de “ajuda”.

Ao Laboratório de Sedimentologia do Departamento de Ecologia e Recursos Naturais, ao Laboratório de Cartografia e Geotecnologias, ao INCAPER, INMET, INPE, por todos os arquivos e informações a mim passadas.

Agradeço também às escolas que trabalho que, de alguma forma, foram flexíveis com meus horários e compreensíveis com a dificuldade em conciliar estudo e trabalho.

A todos os que fizeram parte dessa “luta” o meu MUITO OBRIGADA!!!

“Recordo que na escola eu tinha muita dificuldade de colocar minhas dúvidas à professora. Tinha medo de dizer que não sabia. Tinha receio de pedir que me explicasse novamente. O medo me calava. Preferia o silêncio infértil, que não me permitia superar os limites. Seria tão mais simples se perguntasse, se exercitasse em mostrar os limites temporários. Afinal, verbalizá-los seria um jeito de começar a superá-los. (...) Fico pensando nos fracassos como rascunhos. Não são definitivos. São apenas caminhos que sugerem grandes obras. Por isso não precisamos temer o insucesso. O fracasso só será definitivo para aqueles que o compreenderem como ponto final da obra. É melhor encará-lo como reticências...”

*Fábio de Melo e Gabriel Chalita*

E viva o SUCESSO!!!

## RESUMO

Este trabalho tem por objetivo monitorar no período de 1998 a 2011 a evolução biogeográfica de um trecho do bosque de mangue da foz do rio São Mateus (Setor 1), localizado no município de Conceição da Barra no estado do Espírito Santo. Os pressupostos teórico-metodológicos estão embasados em uma teoria de caráter sistêmico: a *Teoria Geral do Sistema*, proposta por Bertalanffy (1975; 1986), na proposta da estrutura hierárquica para manejo e conservação dos manguezais, apresentada por Schaeffer-Novelli *et. al.* (2000; 2005) e na perspectiva da tipologia dos ambientes geomórficos costeiros proposta por Thom (1967; 1982) e refinada por Woodroffe (1981; 1992; 1994). A foz do rio São Mateus caracteriza-se como uma área de evidente presença de bosques de mangues, bem como com relevante ocupação urbana em uma de suas margens onde são desenvolvidas atividades econômicas diversificadas. Notou-se que a área em estudo ora sofre processo de erosão ora de deposição devido influências pluviométricas e fluviométricas características inerentes às áreas estuarinas. Por outro lado, condições de precipitação e, conseqüentemente vazão, ao longo da bacia bem como da deriva litorânea influenciam diretamente na configuração geomórfica da foz e conseqüentemente nos manguezais.

**Palavras-chaves:** Manguezal. Distribuição de ecossistemas costeiros. Biogeografia. Rio São Mateus. Espírito Santo.

## ABSTRACT

This study aims to monitor the period 1998 to 2011 biogeographical evolution of a stretch of mangrove forest of the river St. Matthew (Sector 1), located in the municipality of Conceição da Barra in the state of Espírito Santo. The theoretical and methodological assumptions are grounded in a theory of systemic character: the General System Theory, proposed by Bertalanffy (1975; 1986) in the proposed hierarchical structure for management and conservation of mangroves, by Schaeffer-Novelli et. al. (2000, 2005) and in view of the typology of coastal geomorphic environments proposed by Thom (1967; 1982) and refined by Woodroffe (1981; 1992; 1994). The mouth of the St. Matthew is characterized as an area of obvious presence of mangrove forests as well as significant urban settlement where they are developed diversified economic activities. It was noted that the study area now suffers erosion process due to either deposition due to rainfall and influences inherent characteristics of the estuarine areas. Moreover, conditions of precipitation and consequently flow along the basin and the longshore geomorphic directly influence the configuration of the mouth and therefore the mangroves.

**Keywords:** Mangroves. Distribution of coastal ecosystems. biogeography. River São Mateus. Espírito Santo.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Localização da área em estudo. ....	23
Figura 2 – Domínios climáticos do Brasil e principais subtipos. ....	25
Figura 3 - Padrões de circulação dos ventos na costa central do Brasil e os sentidos de incidência das frentes de ondas. ....	27
Figura 4 - Geologia do município de Conceição da Barra, ES. ....	28
Figura 5 – Compartimentação geomorfológica da costa brasileira segundo Silveira (1964). ....	29
Figura 6 – Noção hierárquica de Twilley et al (1983) para o manejo e conservação dos manguezais. ....	32
Figura 7 - Fluxograma apresentando fatores que determinam o estabelecimento, manutenção e regeneração dos manguezais. ....	33
Figura 8 - Níveis de dissipação de energia para os ecossistemas manguezais e ecossistemas associados. ....	34
Figura 9 - Diagrama Esquemático da Assinatura Energética de Odum (1983). ....	35
Figura 10 – Tipos fisiográficos de manguezais. ....	40
Figura 11 - Fluxograma demonstrando a conexão entre os vários níveis hierárquicos para uma abordagem sistêmica com ênfase nos manguezais. Fonte: Vale (2004). .	41
Figura 12 – Os três componentes responsáveis pela ecologia dos Manguezais, segundo a perspectiva geomorfológica de THOM (1982).. ....	43
Figura 13 – Ambientes geomórficos sugeridos por Thom, 1982. ....	44
Figura 14 – Ambiente dominado por rio segundo classificação de Thom, 1982. ....	45
Figura 15 – Ambiente dominado por maré segundo classificação de Thom, 1982. ..	46
Figura 16 – Ambiente dominado por ondas segundo classificação de Thom, 1982..	47
Figura 17 – Ambiente dominado por ondas e rio segundo classificação de Thom, 1982. ....	47
Figura 18 – Vale afogado segundo classificação de Thom, 1982. ....	48
Figura 19 – Fluxograma das atividades. ....	50
Figura 20 – Demarcação da parcela 2 do transecto 1. ....	51
Figura 21 – Levantamento de dados bióticos da parcela. ....	52
Figura 22 – A- leitura de salinidade; B- leitura da cor do solo; C- demarcação de parcela. ....	53
Figura 23 – (A) Quarteamento das amostras. (B) Pesagem das amostras. ....	54



Figura 24 – (A) Queima de matéria orgânica. (B) Análise granulométrica feita em granulômetro a laser. ....	55
Figura 25 – Perfil praiial e sua terminologia segundo Bird (2000).....	58
Figura 26 - Definição de escalas temporais e espaciais dos processos costeiros - naturais e antrópicos. ....	60
Figura 27 – Tipos fisiográficos de estuários .....	67
Figura 28 – Zonas estuarinas segundo Bird.....	68
Figura 29 – Classificação de estuários proposta por Pritchard, 1955.. ....	69
Figura 30 – Subdivisão de estuário proposta por Davis Jr. et.al., 2004. ....	70
Figura 31 – Estuário dominado por maré. ....	70
Figura 32 – Estuário dominado por ondas. ....	71
Figura 33 – Configuração aproximada dos continentes no final do Cretáceo. ....	73
Figura 34 – Distribuição generalizada dos manguezais. ....	75
Figura 35 – Unidades de relevo da área. ....	78
Figura 36 – Uso e ocupação da terra. ....	79
Figura 37 – Uso e ocupação da terra na área em estudo. (a) ocupação urbana; (b) usos agrícola; (c) refinaria de petróleo; (d) monocultura de eucalipto. ....	80
Figura 38 - Planície costeira deltaica do rio Doce que se estende de Conceição da Barra à Barra do Riacho.....	82
Figura 39 – Mapa da foz do rio São Mateus de 1970.....	84
Figura 40 - Mapa da foz do rio São Mateus em 1991. ....	87
Figura 41 - Evidente processo de erosão fluvial no porto de Conceição da Barra, ES, 1998. ....	88
Figura 42 - Intenso processo de erosão sobre a praia da Bugia e o início da destruição deste trecho da cidade.....	89
Figura 43 - Soterramento do bosque com areia mostrando as árvores de <i>Rhizophora mangle</i> , tombando ainda vivas.....	90
Figura 44 – Mapa da foz do rio São Mateus no ano de 1997.....	92
Figura 45 – Imagem mostrando a setorização demarcada por Vale (1999) da foz do rio São Mateus. ....	93
Figura 46 – Trecho do bosque de mangue no setor dos transectos 1 e 2 .....	93
Figura 47 – Fotografia oblíqua aérea da foz do rio São Mateus, Conceição da Barra, .....	94

Figura 48 – Fotografia oblíqua aérea da foz do rio São Mateus, Conceição da Barra, em 2001 .....	94
Figura 49 – Mapa da foz do rio São Mateus em 2008.....	97
Figura 50 – A – Declive formado pela deposição fluvial sobre o bosque de mangue em 1994, onde se vê ainda espécimes de <i>R. mangle</i> , mortas e tombando. B - Bosque jovem de mangue ocupando a franja, em direção à linha d'água, no trecho onde se localizam os transectos 1 e 2 em 2008.....	98
Figura 51 – Margem do banco de sedimentos apresentando colonização recente por mangues.....	98
Figura 52 - Estruturas de ferraduras em construção na praia de Conceição da Barra. ....	100
Figura 53 – Imagem do <i>Google Earth</i> <sup>TM</sup> mostrando a atual configuração da foz do rio São Mateus. ....	101
Figura 54 - Mapa da foz do rio São Mateus no ano de 2011. ....	102
Figura 55 – Manguezal em franco processo de desenvolvimento, compondo um bosque jovem nas primeiras parcelas de ambos os transectos. ....	103
Figura 56 – Perfil esquemático do bosque de mangue do transecto 1 em 1999.....	109
Figura 57 – Perfil esquemático do transecto 2 (exagero vertical de aproximadamente 2,5 vezes).....	118
Figura 58 – Trecho do bosque em franco processo de colonização em 1998 (Parcela 1 do transecto 1). ....	119
Figura 59 – Vegetação halófito-psamófito que ocupa o cordão arenoso que separa as parcelas iniciais dos transectos 1 e 2. ....	120
Figura 60 – Mapa da evolução geomorfológica da foz do rio São Mateus, Conceição da Barra, ES.....	121

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Nome e limites de aproximação dos Domínios Costeiros, Províncias Costeiras, e Grandes Ecossistemas Marinhos com diferentes limites espaciais. ....	38
Tabela 2 – Níveis de organização hierárquica e suas escalas espaciais. ....	38
Tabela 3 – Uso e Ocupação da área de estudo. ....	77
Tabela 4 - Sistemas frontais que ocorreram no Brasil em 1998 e ultrapassaram a latitude de Vitória (ES) alcançando Conceição da Barra, município localizado no litoral norte do Espírito Santo. ....	95
Tabela 5 - Sistemas frontais que ocorreram no Brasil em 2008 e ultrapassaram a latitude de Vitória (ES) alcançando Conceição da Barra, município localizado no litoral norte do Espírito Santo. ....	99
Tabela 6 – Comparação dos dados - Densidade absoluta de indivíduos por espécie .....	135
Tabela 7 – Comparação dos dados – Área basal por espécie.....	135
Tabela 8 – Comparação dos dados – Área basal total por classe de DAP. ....	136
Tabela 9 – Comparação dos dados – Densidade relativa dos indivíduos por estado de estresse.....	136
Tabela 10 – Comparação dos dados – Dados do bosque de mangue.....	137
Tabela 11 - Cor do solo segundo Código de Münsell.....	138

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Precipitação anual do período de 1970 a 1980. ....	85
Gráfico 2 - Precipitação anual de 1981 a 2011. ....	86
Gráfico 3 – Densidade absoluta de indivíduos por espécie no transecto 1. ....	104
Gráfico 4 – Densidade relativa de indivíduos por espécie por parcela referente ao transecto 1.....	105
Gráfico 5 – Área basal por espécie por parcela referente ao transecto 1. ....	105
Gráfico 8 – Densidade relativa por estado de estresse por espécie referente ao transecto 1.....	108
Gráfico 9 – Correlação entre a composição mineralógica das amostras de sedimento e teor de M.O. com a percentagem de indivíduos por espécie – transecto 1.....	109
Gráfico 10 – Densidade relativa de indivíduos por espécie do transecto 2. ....	112
Gráfico 11 – Densidade relativa de indivíduos por espécie por parcela referente ao transecto 2.....	112
Gráfico 12 – Área basal total por classe diamétrica referente ao transecto 2. ....	113
Gráfico 13 - Área basal total por classe diamétrica referente ao transecto 2. ....	113
Gráfico 14 – Densidade absoluta de espécie por parcela por classe diamétrica referente ao transecto 2. ....	114
Gráfico 15 – Densidade relativa por estado de estresse por espécie no transecto 2. ....	114
Gráfico 16 – Correlação entre a composição mineralógica das amostras de sedimentos e teor de M.O. com a % de indivíduos por espécie ao longo do T2. ....	115

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	17
<b>1.1 OBJETIVOS</b> .....	19
Objetivo geral.....	19
Objetivos específicos .....	19
<b>1.2 JUSTIFICATIVAS</b> .....	19
<b>1.3 LOCALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA EM ESTUDO</b> .....	22
<b>2. PRESSUPOSTOS TEÓRICO-METODOLÓGICOS</b> .....	30
2.1.1 Abordagem Sistêmica.....	30
2.1.2 Hierarquia para manejo e conservação dos manguezais .....	35
2.1.3 Tipologias de ambientes geomórficos costeiros segundo Thom (1982) .....	40
<b>3 PROCEDIMENTOS TÉCNICOS OPERACIONAIS</b> .....	48
<b>4 SÍNTESE DOS CONHECIMENTOS PRÉ-EXISTENTES</b> .....	57
4.1 Costa .....	57
4.2 Processos costeiros.....	61
4.3 Estuário.....	65
4.4 Biogeografia de manguezais .....	71
<b>5 RESULTADOS E DISCUSSÕES</b> .....	76
5.1 Uso e ocupação da terra.....	76
5.2 Análise da evolução geomórfica da foz do rio São Mateus .....	81
5.3 Dados estruturais do bosque do setor 1 .....	103
<b>6 CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	122
<b>7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	126
<b>ANEXOS</b> .....	134

## 1 INTRODUÇÃO

O ecossistema manguezal é um ambiente natural costeiro que ocupa principalmente a zona intertropical do planeta. Estas zonas normalmente apresentam-se com altos índices pluviométricos, e seus terrenos planos inundáveis propiciam desenvolvimento dos manguezais.

Manguezais também são encontrados em regiões subtropicais, porém, com bosques que apresentam desenvolvimento estrutural muito reduzido em função das condições de adaptação nessas latitudes serem limitantes.

Desde muito tempo, os manguezais têm sido foco de estudos sob diversas visões, sendo estudados por biólogos, ecólogos, geomorfológicos, cientistas sociais, dentre outros.

A presente pesquisa possui como principal objeto de análise o manguezal, sendo neste caso, analisado do ponto de vista biogeográfico, auxiliado pelos pressupostos teórico-metodológicos adotados em trabalhos de cunho geomorfológico nos quais se procura entender a relação dos elementos que compõem a paisagem, tais como clima, hidrografia, relevo, solo, cobertura vegetal, além do homem e suas inter-relações com a natureza.

É importante salientar que estes ecossistemas vêm sofrendo vários tipos de impactos, principalmente antrópicos o que agrega ainda mais valor aos estudos sobre manguezais.

Em diversos lugares tais impactos são provenientes da ocupação e utilização da zona costeira, por sua localização propícia a urbanização e diversas atividades econômicas de interesse do homem. Em outros casos, os manguezais são ocupados por populações tradicionais, que encontram nos manguezais a possibilidade de moradias com baixo custo e atividades econômicas que o permitem usufruir deste ecossistema.

Outro fator preocupante que é foco de pesquisas científicas é a perda de manguezal em decorrência dos processos ora de erosão, ora de sedimentação, provocados pelos movimentos dos níveis de mar e pelas mudanças nas bacias de drenagens.

Os manguezais são, sem dúvida, ecossistemas com alta capacidade de responderem a eventos de erosão/sedimentação na zona costeira por ser um ecossistema que reflete perfeitamente a interação entre ambientes continentais e marinhos.

A proposta desta pesquisa foi monitorar a evolução biogeográfica dos manguezais da foz do rio São Mateus, localizado no município de Conceição da Barra, no litoral norte do estado do Espírito Santo, entre 1998 a 2011. O período de análise corresponde a uma proposta de atualização e continuidade da pesquisa biogeográfica desenvolvida por Vale de 1993 a 1997, mais especificamente na área que corresponde ao Setor 1, onde encontram-se os transectos 1 e 2, assim definidos pela autora.

Sob o enfoque biogeográfico a presente pesquisa analisou aspectos físicos e naturais bem como antrópicos conjuntamente numa perspectiva sistêmica, ou seja, baseou-se na *Teoria Geral do Sistema* proposta por Bertalanffy (1975; 1986), na estrutura hierárquica proposta por Schaeffer-Novelli et. al. (2000; 2005) e na perspectiva geomorfológica de Thom (1967; 1982), refinada posteriormente por Woodroffe (1991; 1992; 1994) para a compreensão da atual configuração da foz do rio São Mateus e de seus manguezais.

Como mencionado anteriormente a análise desta pesquisa restringe-se a um trecho de bosque de manguezal localizado exatamente na foz do rio São Mateus, a partir de escalas menores, 1:200.000 e maiores, de 1:25.000, cujos detalhes da dinâmica espacio-temporal são mais perceptíveis e especialmente importantes.

Sendo assim, embora haja a preocupação de enfatizar todos os aspectos relacionados aos manguezais como indicadores biológicos das modificações da linha de costa, existe também a preocupação de buscar as causas de tais modificações.

O monitoramento do Setor 1, denominado por Vale (op.cit.) permite compreender como os manguezais respondem aos processos, ora sedimentares, ora erosivos, inerentes às regiões estuarinas.

## **1.1 OBJETIVOS**

### **Objetivo geral**

Compreender a evolução biogeográfica de um trecho dos manguezais (Setor 1) da foz do rio São Mateus, no período de 1998 a 2011.

### **Objetivos específicos**

1. Entender a configuração geomorfológica da foz do rio São Mateus e adjacências a partir de 1970 até 2011;
2. Analisar dados pluviométricos e fluviométricos do período de 1970 a 2011 correlacionando-os à configuração geomórfica da foz do rio São Mateus;
3. Mapear os atuais usos e ocupação da terra nas proximidades da foz do rio São Mateus utilizando ferramentas SIG visando correlacioná-los com a configuração atual da foz e da distribuição dos manguezais;
4. Realizar monitoramento por meio de dados bióticos e abióticos dos manguezais da foz do rio São Mateus, no setor 1, previamente estudados por Vale (1999), nos transectos 1 e 2 visando compreender sua evolução biogeográfica;

## **1.2 JUSTIFICATIVAS**

A geografia é uma ciência que estuda a relação sociedade/natureza, seus usos e suas apropriações diante de um contexto social. Esta relação obriga o geógrafo a analisar os elementos naturais e sociais em conjunto, de modo que a cada um seja atribuída a sua importância na tentativa de compreender melhor tais relações.



Cabe à geografia analisar o modo como o homem atua e usufrui dos recursos naturais, bem como propor soluções que visam o equilíbrio entre a exploração desses recursos e o bem-estar da sociedade.

Atualmente muitos estudos voltados para a zona costeira<sup>1</sup> têm sido relevantes isso porque é nesta zona que se desenvolvem importantes atividades econômicas, bem como se aglomera um grande contingente populacional. A costa é o lugar com as maiores densidades populacionais quando comparada ao restante da ocupação do Brasil. Isso também ocorre e prevalece na costa de outros países do mundo. Assim, a zona costeira é um local de diversos usos e de extrema importância ambiental, social e econômica para qualquer país que possua linha de costa.

Muitas vezes, estudar a zona costeira, seus usos e sua densificação, implica em analisar detalhadamente ecossistemas específicos que dependem da interação entre o oceano e o continente. Neste caso, podemos destacar a relevância de estudos ambientais sobre o ecossistema manguezal que é, de fato, um ambiente característico de zonas tropicais e subtropicais que está direta e indiretamente em contato com os oceanos. Tais ambientes possuem condições para a diversidade de várias espécies da fauna fluvial, estuarina e marinha. Além disso, são fontes de alimento e abrigo para espécies animais, principalmente em períodos de reprodução. Também possuem a capacidade de ser um grande “depurador” e transformar matéria orgânica e detritos em nutrientes, favorecendo a biodiversidade local e da plataforma costeira proximal.

Do ponto de vista sócio-econômico, os manguezais abrigaram, no pretérito, populações<sup>2</sup> que tinham nesses ambientes sua fonte de alimentação, dentre outros

---

<sup>1</sup> Região que abriga um mosaico de ecossistemas de alta relevância ambiental, cuja diversidade é marcada pela transição de ambientes terrestres e marinhos, com interações que lhe conferem um caráter de fragilidade e que requerem, por isso, atenção especial do poder público (MMA, 2011).

<sup>2</sup> As populações aqui referidas são aquelas que nos deixaram como “herança” os sambaquis, que são sítios arqueológicos, nos quais são encontrados empilhados, restos de conchas, artefatos e até mesmo ossos, pois ali eram realizados rituais fúnebres.

usos. Tais populações deram lugar a populações tradicionais<sup>3</sup> que, atualmente tem nos manguezais sua fonte de renda e alimentação.

Os estudos sobre manguezais são mundialmente reconhecidos no cenário científico como relevantes para a gestão costeira<sup>4</sup> uma vez que, estes ecossistemas vêm sofrendo fortes impactos, sobretudo antrópicos, tais como aterros para diversos fins, lançamento de lixo e esgoto e corte de madeira.

Outro fator importante são os estudos que abordam a questão da perda de manguezal, seja por erosão ou por sedimentação, ligada à elevação do nível relativo do mar, embora esse assunto seja controverso. Junto a isso se pode destacar também a capacidade dos manguezais de responder a eventos erosivos e/ou de sedimentação da linha de costa, uma vez que, onde quer que ocorram, esses ambientes serão sempre o resultado da interação entre ambientes marinhos e continentais (VALE, 2004).

Estudos da zona costeira, principalmente sobre o manguezal, são também importantes quando analisados do ponto de vista geomorfológico, uma vez que os manguezais exercem funções fundamentais quanto à proteção da linha de costa. De fato, os manguezais constituem uma “zona de amortecimento” que protegem a linha de costa tanto dos impactos provindos do continente, quanto daqueles vindos dos oceanos.

É importante destacar que, estudos sobre o ecossistema manguezal também são pertinentes do ponto de vista econômico, pois são considerados fonte de renda para diversas famílias e comunidades que vivem da pesca, da coleta de crustáceos e de outros usos tradicionais.

---

<sup>3</sup> Populações capazes de utilizar e ao mesmo tempo conservar recursos naturais. As populações tradicionais não são sinônimo de populações atrasadas, populações refratárias ao progresso ou a modernização. Uma população tradicional, na análise ambientalista, pode ser tão moderna quanto uma população urbana; o que interessa é a sua relação conservacionista com o meio ambiente (IBAMA, 2012).

<sup>4</sup> Ações implementadas pelo governo que tem como objetivo preponderante planejar e gerenciar, de forma integrada, descentralizada e participativa, as atividades socioeconômicas na Zona Costeira, de forma a garantir sua utilização sustentável, por meio de medidas de controle, proteção, preservação e recuperação dos recursos naturais e ecossistemas costeiros (MMA, 2011).

Embora os manguezais sejam altamente resilientes, que se recuperam muito rapidamente de impactos, dependendo a velocidade de recuperação do tipo de impacto, se eles foram aterrados, não há possibilidade de retorno às condições iniciais, exceto se forem retirados os sedimentos que os aterraram.

### **1.3 LOCALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA EM ESTUDO**

A área em estudo corresponde ao baixo estuário do rio São Mateus, mais especificamente a um trecho de seu manguezal, localizado na margem direita do rio, cuja foz localiza-se no município de Conceição da Barra, litoral norte de estado do Espírito Santo (Figura 1).

Considerando que os manguezais são fortemente dependentes das características climáticas, e que as temperaturas, bem como os índices pluviométricos e os sistemas frontais são fundamentais para seu desenvolvimento e manutenção, far-se-á uma discussão acerca das características climáticas do Espírito Santo.

A área em estudo apresenta temperaturas médias anuais próximas dos 24°C e precipitação em torno de 1.300 mm anuais. Para o período que abrange os anos de 1971 e 2001, observa-se que os meses de outubro a abril a estação é chuvosa, durante a qual as temperaturas se apresentam elevadas, em torno dos 32°C. Já os meses de maio a setembro caracterizam uma estação seca. A temperatura média na estação seca é de aproximadamente 29°C.

Segundo Köppen (apud VALE, 2004) o clima na região pode ser classificado como Aw que se caracteriza por ser quente com médias anuais superiores a 18°C e com uma estação seca no inverno.

Segundo dados do INEMET/EMCAPA (Instituto Nacional de Meteorologia/Empresa Capixaba de Pesquisa Agropecuária, 1981) no município de Conceição da Barra o vento proveniente é do quadrante NE e ocorre, sobretudo nos meses de novembro a março, que correspondem aos meses de maior índice pluviométrico. No período que

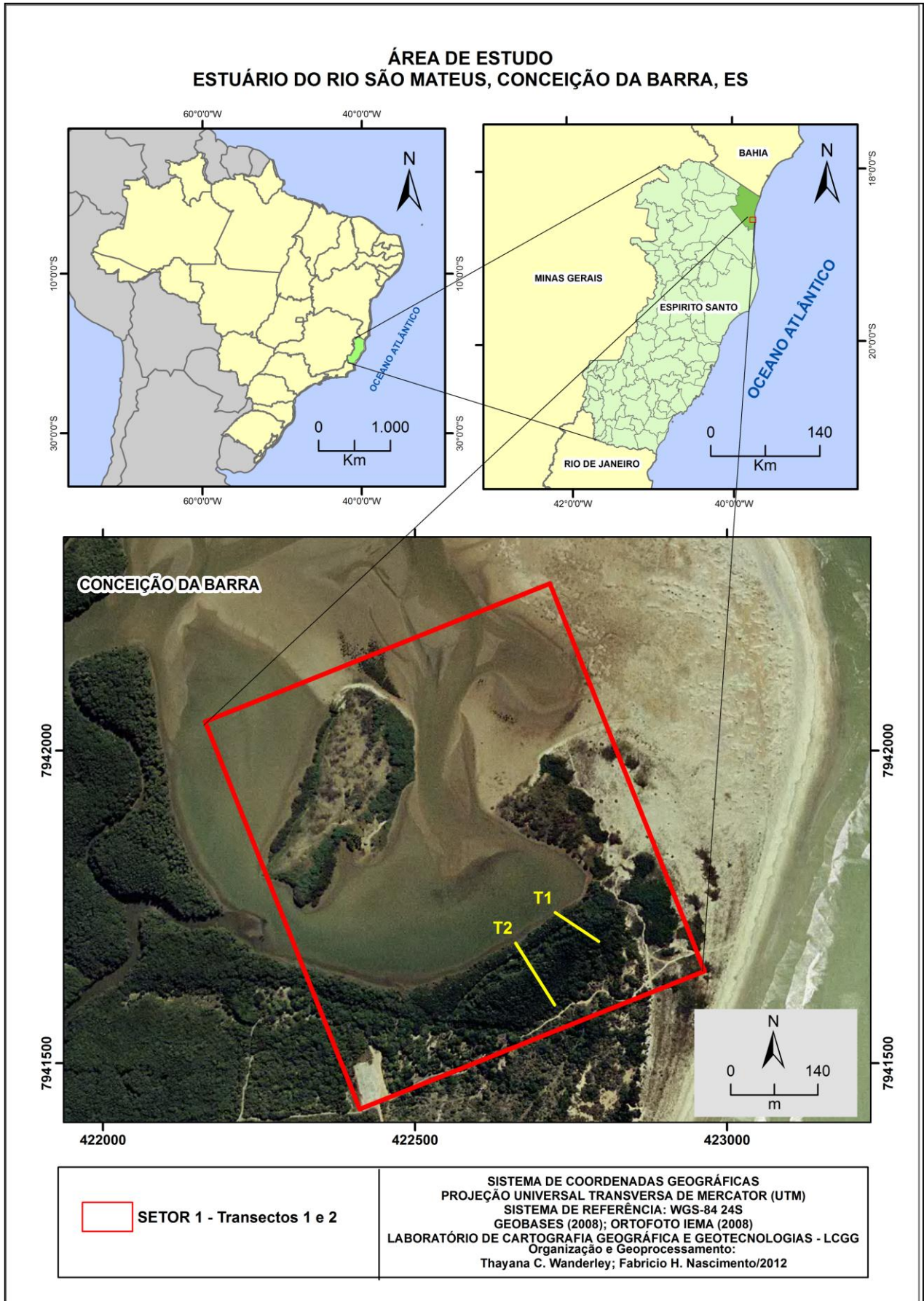


Figura 1 - Localização da área em estudo. Elaborado por: Thayana C. Wanderley, 2012.

compreende os meses de abril a setembro os ventos S e SE passam a atuar de forma mais significativa (INMET/EMCAPA, 1981).

Segundo Monteiro (1949) quatro principais sistemas e suas respectivas correntes atuam na região. O Sistema Tropical Atlântico (Ta), atua de forma constante o ano todo com certa instabilidade no verão. A região Sudeste é frequentemente atravessada pela MTA (Massa Tropical Atlântica) através de correntes de nordeste e seguidas pelas correntes de leste (Figura 2).

Há que se ressaltar também a importância da circulação secundária na região, denominada Sistema Polar Atlântico (Pa). Este Sistema possui atividade mais intensa no Inverno, sendo auxiliado pela orientação N-S dos Andes, bem como pelo Planalto Central.

Embora a Massa Polar Atlântica (MPA) seja mais efetiva na região Sul do país, durante o Inverno, com o avanço dessa massa em direção à região Sudeste ela é sentida com presença de ventos S e SE e temperaturas mais baixas.

Outro Sistema que influencia na região norte do estado é o Sistema Equatorial Continental (Ec) que se origina na Amazônia e é considerado como uma célula de divergência dos ventos alísios caracterizando-se por ser quente e com elevada umidade. Durante o verão tende a avançar do sentido NW ora para SE ora para SSE (Vale, 2004).

E por fim, o Sistema Tropical Continental (TC) que tem uma participação complementar, pois é bem menos notável que as demais massas. É responsável pela corrente de NW e W.

É importante ressaltar o papel do fenômeno *El Niño*, uma vez que posteriormente será discutida a evolução da foz do rio São Mateus, pois tal anomalia climática contribui para as modificações nos padrões de transporte de sedimento junto à costa.

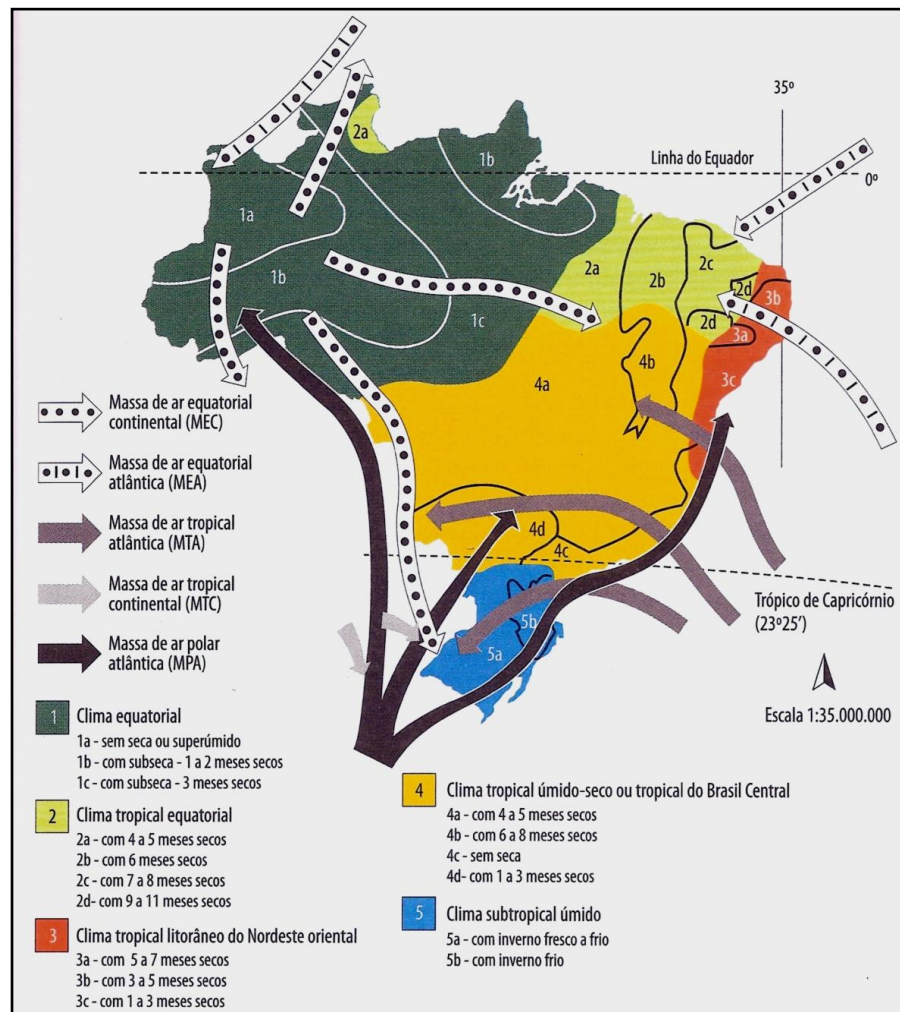


Figura 2 – Domínios climáticos do Brasil e principais subtipos. Fonte: Mendonça e Danni-Oliveira, (2007).

O aquecimento, conjugado ao enfraquecimento dos ventos alísios, gera mudanças na circulação da atmosfera, nos níveis baixos e altos, determinando mudanças nos padrões de transporte de umidade e, portanto, variações na distribuição das chuvas em regiões tropicais e de latitudes médias e altas.

Segundo Conti (2000), o evento *El Niño*/Oscilação Sul (ENOS) pode ser classificado como uma “oscilação climática” e não como uma mudança efetiva.

As alterações imediatas que o *El Niño* provoca na costa e, conseqüentemente, nas feições costeiras, referem-se àquelas associadas ao transporte longitudinal de sedimento. Para entender melhor o papel desempenhado pelo ENOS no transporte de sedimentos ao longo da costa é necessário conhecer os padrões de ondulações da costa brasileira.



Segundo Suguio (2000), embora tais padrões de ondulação não sejam totalmente conhecidos, pelo menos dois são identificados, correspondentes aos sistemas de ventos encontrados na área: o primeiro proveniente de ENE e o outro do SSE (Figura 3).

Os ventos de ENE são relacionados aos ventos alísios constantes, que atuam durante o ano inteiro, principalmente de outubro a março, enquanto que os de SSE são ligados às Frentes Frias, que atingem periodicamente a costa central brasileira, sobretudo de abril a setembro. Sobre o mar, as Frentes Frias são acompanhadas por ondulações provenientes do setor sul, que apesar de sua baixa frequência, são muito mais poderosas que as originárias do setor norte e, conseqüentemente, o transporte longitudinal predominante processa-se do sul para o norte.

Este modelo pode ser perturbado por fortes eventos *El Niño*. Quando este fenômeno é acentuado, como aconteceu em 1982/1983, o jato subtropical é intensificado e os sistemas frontais polares são bloqueados. Durante o período de bloqueio, os sistemas frontais permanecem por longo tempo no sul e sudeste do Brasil. Em consequência, as ondulações do setor sul, geradas pelos sistemas frontais não atingem a costa central do Brasil. Nesta situação, as ondulações originárias do setor norte tornam-se efetivas, provocando a deriva longitudinal do norte para o sul (MARTIN *et al.*;1997). As situações acima descritas podem ser observadas na figura 3.

As conseqüências dessas duas situações podem ser exemplificadas na pesquisa realizada por Vale (1999) no estuário do rio São Mateus (ES), quando se observou que ao longo de 28 anos, ou seja, de 1970 a 1997, houve uma inversão no posicionamento da barra fluvial desse rio. Tais alterações serão discutidas posteriormente.

Quanto aos parâmetros de ondas para a região, segundo Rampinelli et al., (2011), as ondas *offshore* são caracterizadas com altura significativa ( $H_s$ ) entre 0,5 e 4,5 m, período de pico ( $T_p$ ) entre 4 e 20 segundos e direção de pico ( $D_p$ ) entre N e SW.

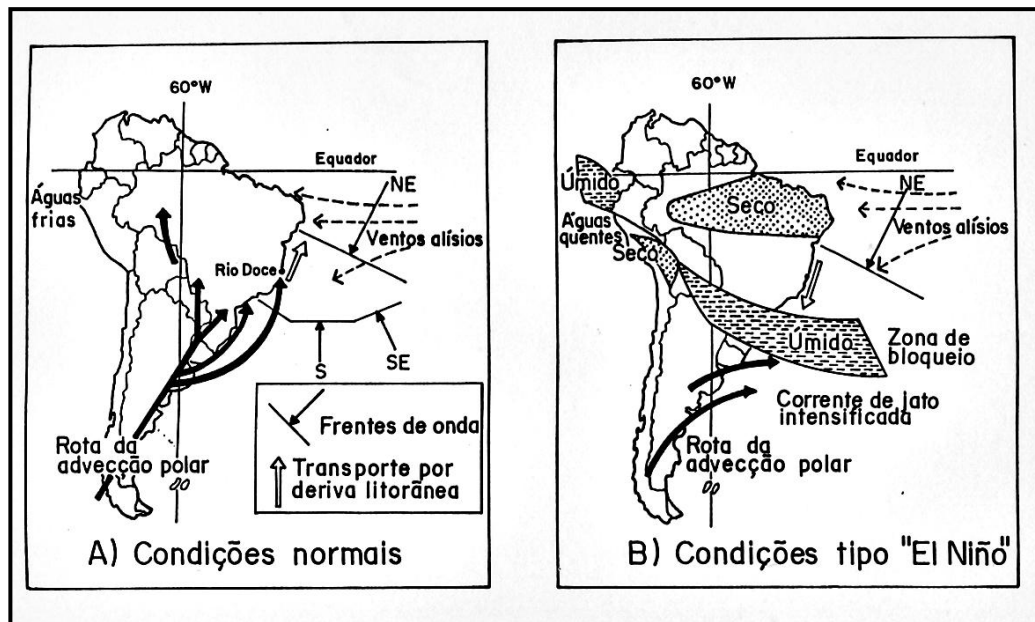


Figura 3 - Padrões de circulação dos ventos na costa central do Brasil e os sentidos de incidência das frentes de ondas. Em (A) em condições normais, resultando no transporte litorâneo de areias do sul para o norte e em (B) sob efeito do evento El Niño. Fonte: Sugio, 1999.

Segundo Martin *et al.* (1997) a área em estudo localiza-se numa planície costeira que se apresenta mais larga e com sedimentos quaternários delimitados, para o interior, pelos tabuleiros terciários. Entre os depósitos quaternários que compõem o cenário do litoral capixaba, destacam-se os depósitos de manguezais.

A respeito da geologia do município de Conceição da Barra pode-se afirmar segundo Martin *et al.* (1997) que a área em estudo encontra-se nos Depósitos Quaternários de idade holocênica com presença de sedimentos argilo-arenosos, ricos em matéria orgânica dos manguezais atuais (Figura 4).

O litoral do Espírito Santo, de acordo com a classificação de Silveira (1964 apud Villwock *et al.*, 2005), encontra-se dentro da Região Oriental ou Leste, que se estende de Salvador ao Cabo Frio, apresentando como característica principal a presença do relevo tabuliforme da Formação Barreiras. Esta Formação, entretanto, se apresenta de forma descontínua, praticamente desaparecendo entre o Recôncavo Baiano e Ilhéus, quando é substituída pelos afloramentos do embasamento pré-Cambriano.



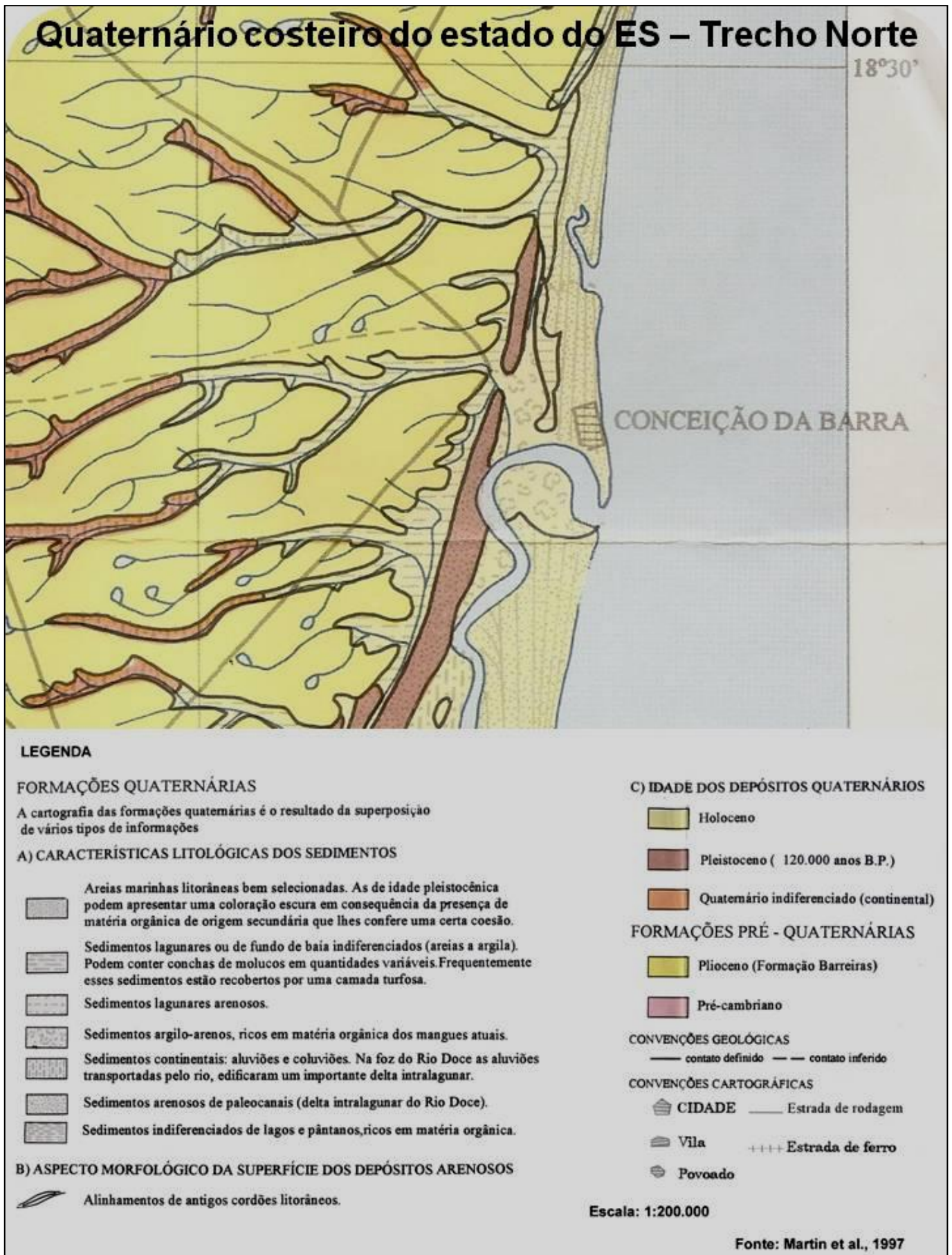


Figura 4 - Geologia do município de Conceição da Barra, ES.  
Fonte: Martin et al., 1997. Elaborado por: Thayana C. Wanderley.

A Formação Barreiras volta a ocorrer de modo contínuo entre os rios Jequitinhonha e Doce, coincidindo, segundo Muehe (1998), com o alargamento da plataforma continental interna, devido aos bancos Royal Charlotte e Abrolhos (Figura 5).

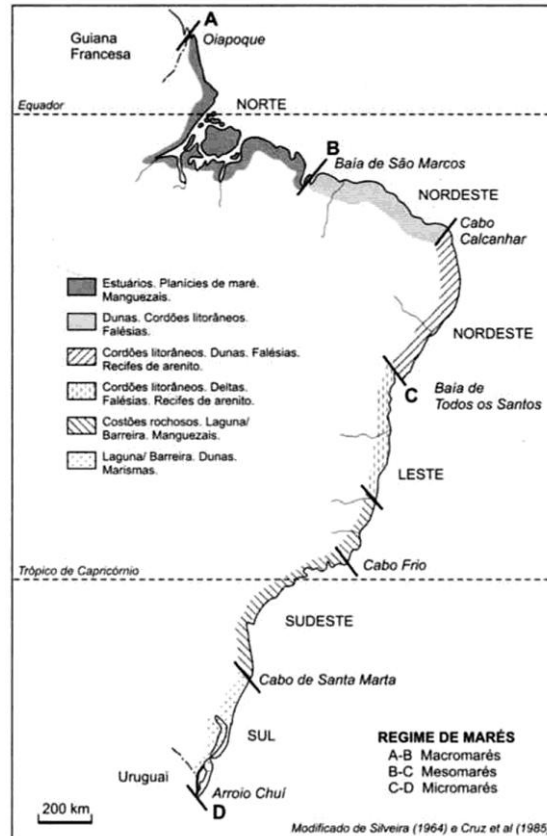


Figura 5 – Compartimentação geomorfológica da costa brasileira segundo Silveira (1964).  
Fonte: Villwock, et.al. 2005.

A incidência das frentes de ondas na planície costeira do rio São Mateus provém de dois setores: ENE e SSE. As ondas do setor SSE, embora menos freqüentes, são mais efetivas do que as do setor ENE (MARTIN *et al.*, 1998).

O transporte de sedimentos oceânicos predominante à altura da linha da costa na região de Conceição da Barra dá-se no sentido de norte para sul, conforme atesta a topografia submarina dos sedimentos da região (Aquaconsult, 1994; Muehe, 1997 apud Vale, 2004).

O regime de marés para Barra do Riacho, segundo a Diretoria de Hidrografia e Navegação (DHN), apresenta amplitudes abaixo de 2 metros, sendo caracterizado por regime de micromaré.

## 2 PRESSUPOSTOS TEÓRICO-METODOLÓGICOS

Os pressupostos teórico-metodológicos da presente pesquisa estão embasados em uma teoria de caráter sistêmico: a *Teoria Geral do Sistema*, proposta por Bertalanffy (1975; 1986). Por outro lado, tal pesquisa apoia-se na proposta da estrutura hierárquica para manejo e conservação dos manguezais, apresentada por Schaeffer-Novelli *et. al.* (2000; 2005) e na perspectiva da tipologia dos ambientes geomórficos costeiros proposta por Thom (1967; 1982) e refinada por Woodroffe (1991; 1992; 1994).

### 2.1.1 Abordagem Sistêmica

Diversos estudos tem se pautado em teorias que tendem a fornecer condições de aplicação para fins de ordenamento territorial. Assim pode-se destacar a *Teoria Geral do Sistema* (TGS) introduzida no meio científico por Bertalanffy (1975; 1986), porém, aperfeiçoada e discutida por diversos autores inclusive na atualidade. Segundo Bertalanffy (1975) sistema é definido como um complexo de componentes em interação, conceitos característicos das totalidades organizadas e aplica-os a fenômenos concretos. A intenção da TGS é dar importância à visão integradora de um todo, assim, nada é analisado separadamente.

Embora nessa pesquisa a discussão acerca da Teoria Geral do Sistema seja utilizada como pressuposto norteador, não será realizada uma discussão profunda sobre essa mesma teoria e seus fundamentos. O uso das ideias da TGS justifica-se uma vez que, tanto a proposta da hierarquia para Manejo e Conservação dos Manguezais de Schaeffer-Novelli *et al.* (2000; 2005), quanto para as Tipologias de ambientes geomórficos costeiros de Thom (1967; 1982), refinadas por Woodroffe (1992) discutem os manguezais a partir de uma visão sistêmica.

Segundo Vale (2004, p.21):

A Teoria Geral dos Sistemas foi postulada por alguns motivos que, segundo Bertalanffy (*op.cit.*), estão ligados a preocupação com os campos das ciências biológicas, sociais e do comportamento que romperam com o reducionismo da Física, exigindo uma nova tecnologia que buscasse a

generalização de conceitos científicos e modelos. Problemas recorrentes (...) tais como os problemas dos organismos e da própria natureza, eram totalmente desprezados (...). O aparecimento de modelos representando os aspectos de interação entre as variáveis da natureza implicou a introdução de novas categorias no pensamento e na pesquisa científica.

Bertalanffy (1975) definiu sistema como o conjunto de elementos em interação que possui caráter global, aspecto relacional, organização e hierarquização. Onde confirma a ideia de que conhecer algo através de suas partes pode-se compreender o funcionamento do todo.

Segundo este mesmo autor os sistemas são classificados em: isolados ou não-isolados. Isolados são aqueles onde não ocorrem trocas de energia e nem matéria com o meio. Já os não-isolados podem ser: *abertos* (há troca de energia e matéria) ou *fechados* (troca de energia).

Dessa maneira, Limberger (2006) afirma que um sistema pode ser caracterizado por elementos, suas relações, seus atributos, bem como a entrada (*input*) e a saída (*output*) de energia e matéria, sendo composto por matéria, energia e estrutura, onde o importante não é sua constituição e sim sua organização.

Segundo Folledo (2000) o sistema é constituído de elementos definíveis onde há inter-relações, ou seja, *loops* fechados, podendo o sistema ser aberto ou fechado. Tendo como *input* tudo aquilo que entra no sistema – energia e matéria, e *output* tudo aquilo que sai do sistema. A intenção é sempre a busca pelo equilíbrio.

Segundo este mesmo autor, o sistema é então formado por um comportamento dinâmico em que o mesmo busca equilíbrio entre os elementos que o compõe e entre os *inputs* e *outputs*.

Bertalanffy (1975) afirma que, o “pensamento sistêmico” reelaborado por tantos cientistas ao longo do tempo, se apresenta como teoria cujos princípios são os da totalidade, ou seja, nada é analisado separadamente, caracterizando uma visão integradora. Segundo Vale (2008) essa visão concebe a natureza de forma integrada, na qual nada pode ser entendido separadamente, na qual vários campos de estudos podem ser complementados.

Schaeffer-Novelli et.al., (2000; 2005), afirmam que os sistemas naturais apresentam uma organização própria e são divididos em níveis. Os níveis superiores suportam níveis inferiores, caracterizando uma situação de subordinação entre eles. Essa subordinação entre níveis caracteriza uma situação integrada, mencionada anteriormente, contendo mecanismos auto-reguláveis.

Os sistemas físicos são, portanto, caracterizados por várias unidades de dissipação de energia, assim, diversas forças de diversas intensidade e freqüência atuam no sistema. Partindo-se de uma macro escala para uma micro escala de observação, têm-se os grandes *inputs* do sistema até chegar aos menores, caracterizando uma situação sistêmica onde cada parte depende e influencia a outra, e os subsistemas menores são subordinados aos maiores, como observado na figura 6, no que se refere aos manguezais.

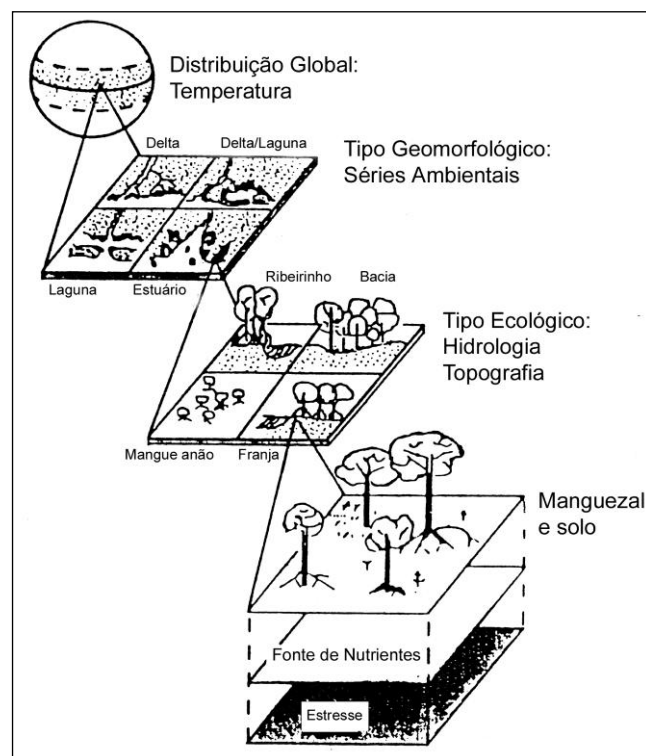


Figura 6 – Noção hierárquica de Twilley et al (1983) para o manejo e conservação dos manguezais. Fonte: Twilley et al., (1995).

Com base em Cintrón & Schaeffer-Novelli (1986) subsistemas maiores (sistema solar), tais como energia solar e energia gravitacional, influenciam diretamente sistemas subordinados, ou seja, atmosfera, oceano e crosta terrestre que, por sua vez, influenciam em fatores naturais caracterizados como sistemas menores ainda. Esses

podem ser representados pela pluviosidade, ventos, temperatura, marés, dentre outros. Tais fatores destacados acima podem influenciar diretamente na geomorfologia regional e local que, por sua vez, influenciará no desenvolvimento de terrenos aptos ao desenvolvimento dos manguezais, bem como nos produtos de intemperismo. Tais sistemas agem diretamente na formação, composição e comportamento dos manguezais que, nesse caso, são considerados como subsistemas que recebem grande influência dos sistemas maiores (figura 7).

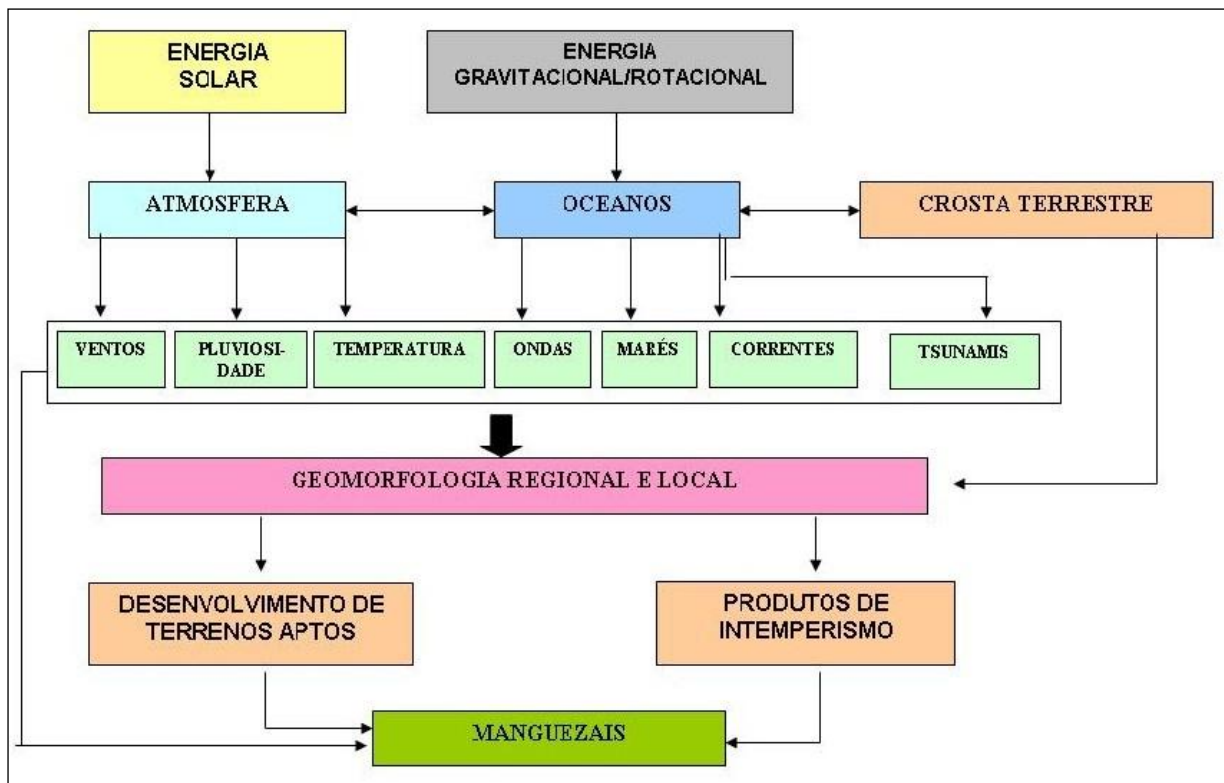


Figura 7 - Fluxograma apresentando fatores que determinam o estabelecimento, manutenção e regeneração dos manguezais.

Fonte: Cintrón & Schaeffer-Novelli, 1986. Modificado por Thayana C. Wanderley, 2012.

Baseando-se na figura 8 e na metodologia de Schaeffer-Novelli, et.al., (2000; 2005) observa-se as várias unidades de dissipação de energia de um sistema em que, nesse caso, são enfatizados os manguezais. Partindo de escalas maiores para as menores, tem-se a primeira e maior unidade que é representada pelos Grandes Ecossistemas Marinhos (*Larger Marine Ecosystem*), seguida da unidade dos Domínios Costeiros (*Coastal Domain*), que por sua vez é seguida pelo Ambiente (*Setting*), posteriormente vem o Padrão (*Stand*) finalizando com a Parcela ou Indivíduo (*site*).

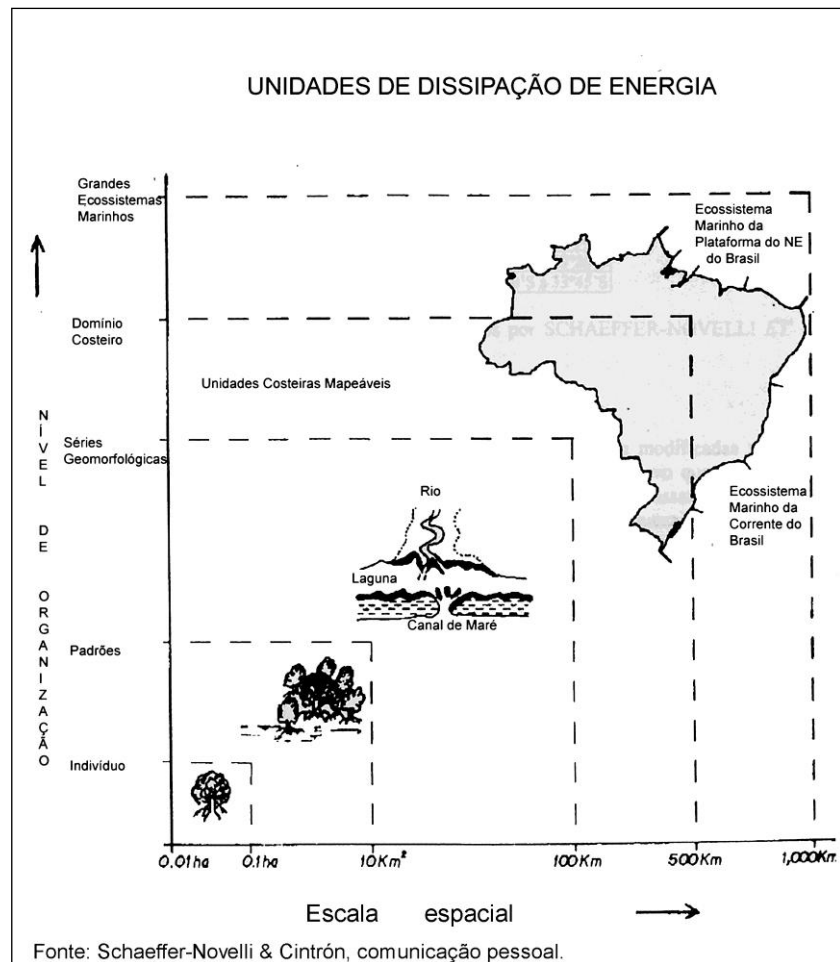


Figura 8 - Níveis de dissipação de energia para os ecossistemas manguezais e ecossistemas associados. Fonte: SCHAEFFER-NOVELLI, (2000) *apud* VALE (2008).

Segundo Vale (2008) a ideia da hierarquização e da observação dos fenômenos em diferentes níveis escalares (multiescalares), além de facilitar a compreensão do sistema, fornece meios para a resolução de problemas e a para a tomada de decisões.

De acordo com Odum (1967 *apud* Cintrón & Schaeffer-Novelli, 1992) à interação entre as forças e respostas do ambiente dar-se o nome de *assinatura energética*. Segundo Vale (2008), por outro lado existem tensores, ou impactos, que desviam energia do sistema, fazendo com este se adapte, ou não, frente às condições de estresse, tais como longos períodos de seca, elevado aporte de água doce, derramamento de óleo combustível, excesso de aporte de sedimentos, dentre outros (Figura 9).



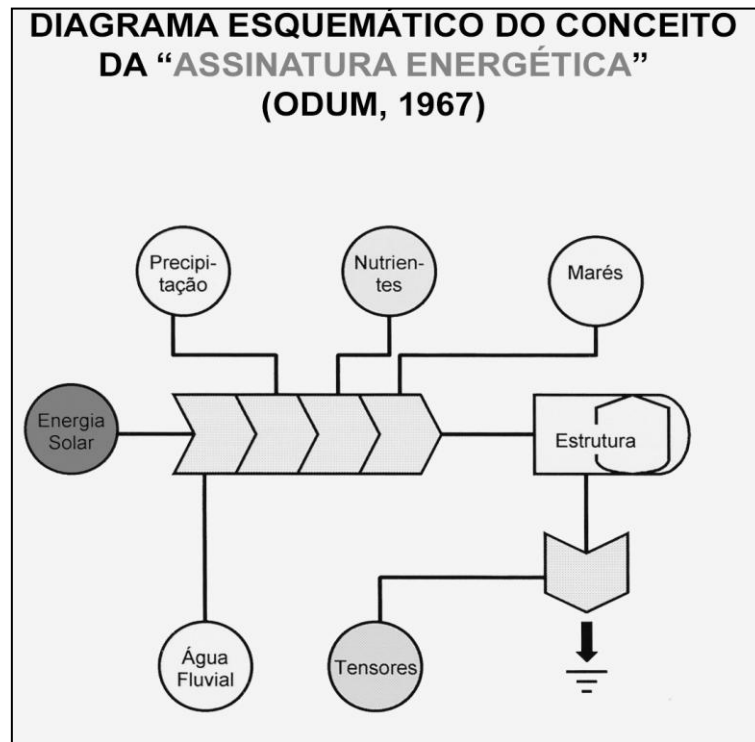


Figura 9 - Diagrama Esquemático da Assinatura Energética de Odum (1983).  
Elaborado pela autora.

### 2.1.2 Hierarquia para manejo e conservação dos manguezais

A presente pesquisa se preocupará em estudar um trecho do manguezal da foz do rio São Mateus a partir de uma visão hierárquica, uma vez que a área é considerada, do ponto de vista sistêmico, como uma região em que há interação e interdependência dos fatores bióticos e abióticos.

Dessa maneira, esta pesquisa basear-se-á nos pressupostos de Schaeffer-Novelli *et.al.* (2000; 2005) que afirmam que estudos hierárquicos direcionados a ecossistemas costeiros analisados nas várias dimensões podem substituir tipos de gestão isolados (casa a caso), otimizando e valorizando estudos em níveis locais, regionais e nacionais. Tais estudos possuem caráter integrado uma vez que são interligados por fluxos de energia, matéria e informação, ou seja, caracterizam-se por possuírem funcionamento sistêmico.

Schaeffer-Novelli *et.al.* (2000; 2005) afirmam que os manguezais são sistemas abertos, ou seja, há troca de energia e matéria, e por isso enfatizam a importância



de estudos numa perspectiva *hierárquica aninhada*<sup>5</sup> ao biofísico local e a um grande ecossistema marinho. Essa hierarquia pode ser notada no manguezal e dá uma ideia multidimensional necessária para o desenvolvimento de estudos costeiros. Assim, a visão hierárquica auxilia nos estudos e caracterização dos manguezais. Dentro da visão sistêmica, e, por sua vez, dentro do perfil hierárquico, os manguezais são compostos por diversos níveis, sendo uns inferiores a outros, ou seja, há uma subordinação de níveis, o que caracteriza uma visão hierárquica dentro desse sistema. Cada nível representa uma sólida estrutura integrada contendo mecanismos auto-reguladores. Para compreender a função de qualquer nível de organização se faz necessário analisar o nível que fornece o contexto, ou seja, o nível acima e o nível abaixo.

Partindo de níveis superiores, conforme já mencionado, ou seja, da macro unidade para a micro, tem-se a primeira e maior unidade espacial, que se refere aos Grandes Ecossistemas Marinhos (*Large Marine Ecosystem*). Uma unidade hierarquicamente menor, que está inserida na anterior, é o Domínio Costeiro (*Coastal Domain*). Os ambientes morfológicos costeiros (*Setting*) é uma unidade menor ainda quando comparada às anteriores. Hierarquicamente menores que as três unidades anteriores são o Padrão/Fragmento ou Mancha (*Stand/Patch*) e finalmente o terreno (*site*), que corresponde à menor unidade dentro da hierarquização proposta por Schaeffer-Novelli et.al., (2000; 2005).

Observando detalhadamente a figura 8, percebe-se que um nível hierárquico maior, no caso representado pelos Grandes Ecossistemas Marinhos, influencia todos os outros e, de forma sistêmica, uns tornam-se dependentes dos outros com relação à entrada e saída de matéria e à dissipação de energia (VALE, 1999). A seguir destaca-se a descrição dos níveis hierárquicos, partindo do maior para o menor, procurando seguir a ideia dos autores acima citados.

#### 1. *Grandes Ecossistemas Marinhos (GEM) ou Províncias Costeiras (Large Marine Ecosystem) (~ 3Km)*

---

<sup>5</sup> Hierarquia aninhada segundo Ahl & Allen (1996 *apud* Souza & Monzatto, 2000), é uma organização hierárquica em que as partes de um sistema estão contidas nele mesmo.

A descontinuidade do processo oceanográfico tem sido usado para identificar a biogeografia regional dentro de áreas costeiras. Assim o litoral brasileiro é dividido em províncias costeiras que são grandes regiões que se estendem desde a linha de costa à borda da plataforma continental e são caracterizadas pela batimetria distinta, hidrografia, níveis de produtividade e população dependente. O limite em direção ao mar pode ser definido também pelos processos oceanográficos ou pela concentração dos pigmentos fitoplanctônicos (SCHAEFFER-NOVELLI, et al , 2005).

Tais ambientes fornecem uma estrutura adequada para monitorar a “saúde” dos habitats e o desenvolvimento dos manguezais, gestão e manejo apropriado (VALE, 1999).

## *2. Domínios Costeiros ou Segmentos (Coastal Domain) (500m a 1Km)*

Segundo Schaeffer-Novelli (2000; 2005) divide em oito segmentos a costa brasileira, sendo essas áreas também denominadas geográfica/funcionais, onde os critérios utilizados são os elementos oceanográficos, climáticos e continentais (Tabela 1).

## *3. As unidades funcionais “padrão” e “mancha” (ou fragmento) (Stand/pacth) (0.1 a 100 ha)*

Segundo Schaeffer-Novelli et.al. (2000; 2005) nesta unidade o componente de mais alto nível é o fragmento, onde se define como o grupo de árvores está ocupando um espaço geográfico. Os fragmentos de vegetações nesse caso são compostos por um tipo de vegetação relativamente homogênea.

Tabela 1 – Nome e limites de aproximação dos Domínios Costeiros, Províncias Costeiras, e Grandes Ecossistemas Marinhos com diferentes limites espaciais.

Costa Brasileira/ Segmento [1]	Latitude	Região Costeira do Sudoeste do Atlântico [2]	Latitude	Província Costeira do Sudoeste do Atlântico [3]	Latitude	Grandes Ecossistemas Marinhos do Sudoeste do Atlântico [4]	Latitude
Segmento I	04°30'N 01°40'N						
Segmento II	01°40'N 00°36'S	Região Amazônica	04°30'N 02°00'S	Províncias Costeira das Guianas	04°30'N 10°30'S	Região Nordeste	04°30'N
Segmento III	00°36'S 02°15'S					Ecossistema marinho	05°08'S
Segmento IV	02°15'S 05°08'S	Região nordeste	02°00'S 08°00'S				
Segmento V	05°08'S 13°00'S	Região Oeste	08°00'S 15°00'S				
Segmento VI	13°00'S 23°00'S	Região Abrolhos- Campos	15°00'S 23°00'S	Brasil Atual	10°30'S	Brasil Atual	05°08'S
Segmento VII	23°00'S 29°20'S	Sul do BR Angra	23°00'S 28°30'S	Província Costeira	34°00'S	Ecossistema marinho	33°45'S
Segmento VIII	29°20'S 33°45'S	Região Sul	28°30'S 34°00'S				

Fonte: (1) Schaeffer-Novelli et. al., 1990; (2) Castro & Miranda, 1998; (3) e (3) Sherman, 1993. Elaborado por: Thayana C. Wanderley, 2012.

Dois principais tipos de manguezais podem ser definidos: *franja* e *bacia*. (Figura 10). Podem ser organizados, portanto, conforme o fluxo de água e a topografia do sítio (Tabela 2).

Tabela 2 – Níveis de organização hierárquica e suas escalas espaciais.

Nível hierárquico	Unidade Funcional (*)	Escala de trabalho	Sugestão de termo em português
<i>Coastal domains</i>	500-1000 km	1:250.000 – 1:1.000.000	Domínios costeiros ou segmentos
<i>Setting</i>	10-100 km	1:20.000 – 1:250.000	Ambiente
<i>Stand</i>	0,1-100 ha	1:2.500-1:20.000	Tipo fisiográfico de bosque
<i>Site</i>	0,01-0,1 ha	≥1:2.500	Parcela ou árvore

(\*) Os níveis de observação *setting* (ambiente) a *Coastal Domains* (segmentos) são expressos em extensão da linha de costa, de modo a facilitar a comparação com outras escalas costeiras.

Fonte: Lignon, 2005. Modificado por Thayana C. Wanderley, 2012.

Os manguezais do tipo *franja* se desenvolvem em vertentes inclinadas que são na verdade, definidas conforme o nível da maré e fluxo de água através do bosque. Ocorrem na borda dos ambientes em contato com o mar, onde a salinidade aproxima-se muito da salinidade da água do mar e a recepção de nutrientes é menor quando comparada ao do tipo ribeirinho<sup>6</sup>, não considerado pelos autores. Podem ocorrer gradientes de salinidade em direção ao interior do bosque, condicionados pela altura das marés (VALE, 1999).

O mangue do tipo *bacia* se desenvolve em áreas planas ou mais depressivas, topograficamente, nesse caso, os substratos escoam devagar para áreas inundáveis. Dessa maneira, desenvolvem-se um tipo fisiográfico no qual o fluxo da água é mais lento e, às vezes sazonalmente estagnado, permanecendo alagado por um longo período de tempo (SCHAEFFER-NOVELLI et.al., 2000; 2005).

#### 4. A unidade estrutural do terreno (*site*) – (0.01 a 0.1 ha)

Corresponde a área menor sob a influência das árvores maduras. O *site* ou a unidade de terreno pode ser composta por uma única árvore que sombreia todas as outras que estão ao redor dela. Ainda é a menor unidade de aprisionamento de sedimentos, onde o sistema radicular dos mangues auxilia nessa função, trapeando silte, argila e matéria orgânica, esta última sendo totalmente decomposta *in situ* (Figura 10).

É importante destacar que os *Settings (ambientes)*, são propostos por Thom (1982) e serão discutidos em um subcapítulo devido a sua importância para a presente pesquisa.

---

<sup>6</sup> O tipo ribeirinho, no nosso entendimento, deveria permanecer dentre os outros tipos, uma vez que, a entrada de matéria e energia ocorre de forma diferente daquela que ocorre no tipo *franja* e *bacia*. No primeiro caso, o bosque está associado a um canal fluvial, não recebendo diretamente os *inputs* (conforme assinatura energética), mas de forma mais lenta e gradual. No tipo *franja*, entende-se que os *inputs* são recebidos com mais intensidade, sobretudo no que se refere ao embate direto das ondas e marés.

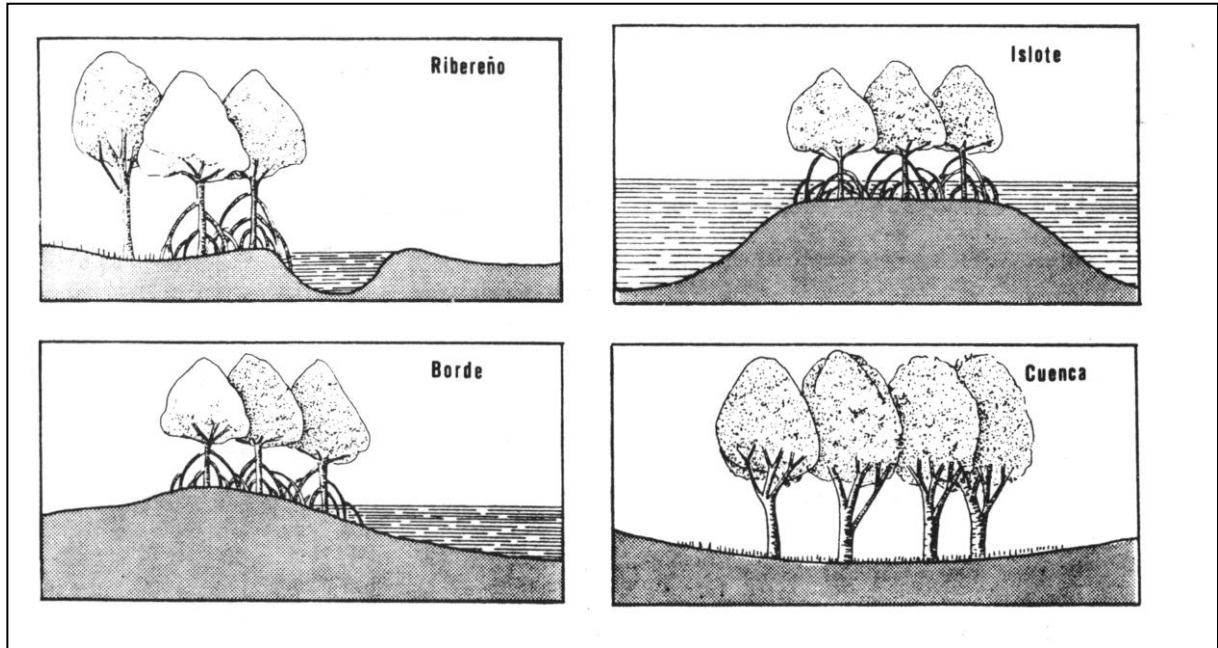


Figura 10 – Tipos fisiográficos de manguezais.  
Fonte: Lugo & Snedaker, 1974.

### 2.1.3 Tipologias de ambientes geomórficos costeiros segundo Thom (1982)

A distribuição e a fisionomia dos manguezais parecem ser melhor explicadas pela associação dos tipos de plantas com as diversas e dinâmicas formas de relevo e com as condições do substrato (THOM, 1982).

Segundo Thom (1982) a magnitude e razão da mudança nas condições do habitat da planta podem variar no espaço e no tempo, ambos dentro e entre localidades de manguezais. A fim de entender a distribuição das espécies é necessário examinar a mudança no habitat como uma função daqueles processos que induzem a mudança ambiental. Dentre esses processos pode-se citar: os climáticos, os hidrológicos, os geofísicos, os geomórficos ou pedológicos. As tendências a sucessão vegetal são limitadas à localidades particulares pela dinâmica das forças externas, ou seja, energia solar, precipitação, escoamento fluvial e superficial, dentre outros.

Thom (1982) preocupa-se em entender como as plantas respondem às mudanças no habitat em função dos eventos geomorfológicos. Assim, a superfície da terra e os processos geomórficos juntos determinam a natureza da superfície do solo sob os quais os mangues crescem. Mudanças no tipo, magnitude e freqüência dos

processos geomorfológicos em qualquer área são inevitáveis. Essas mudanças acompanhadas de alterações climáticas podem influenciar a ecologia dos manguezais. Porém, processos geomórficos podem também ocorrer sem que haja mudanças climáticas (Figura 11).

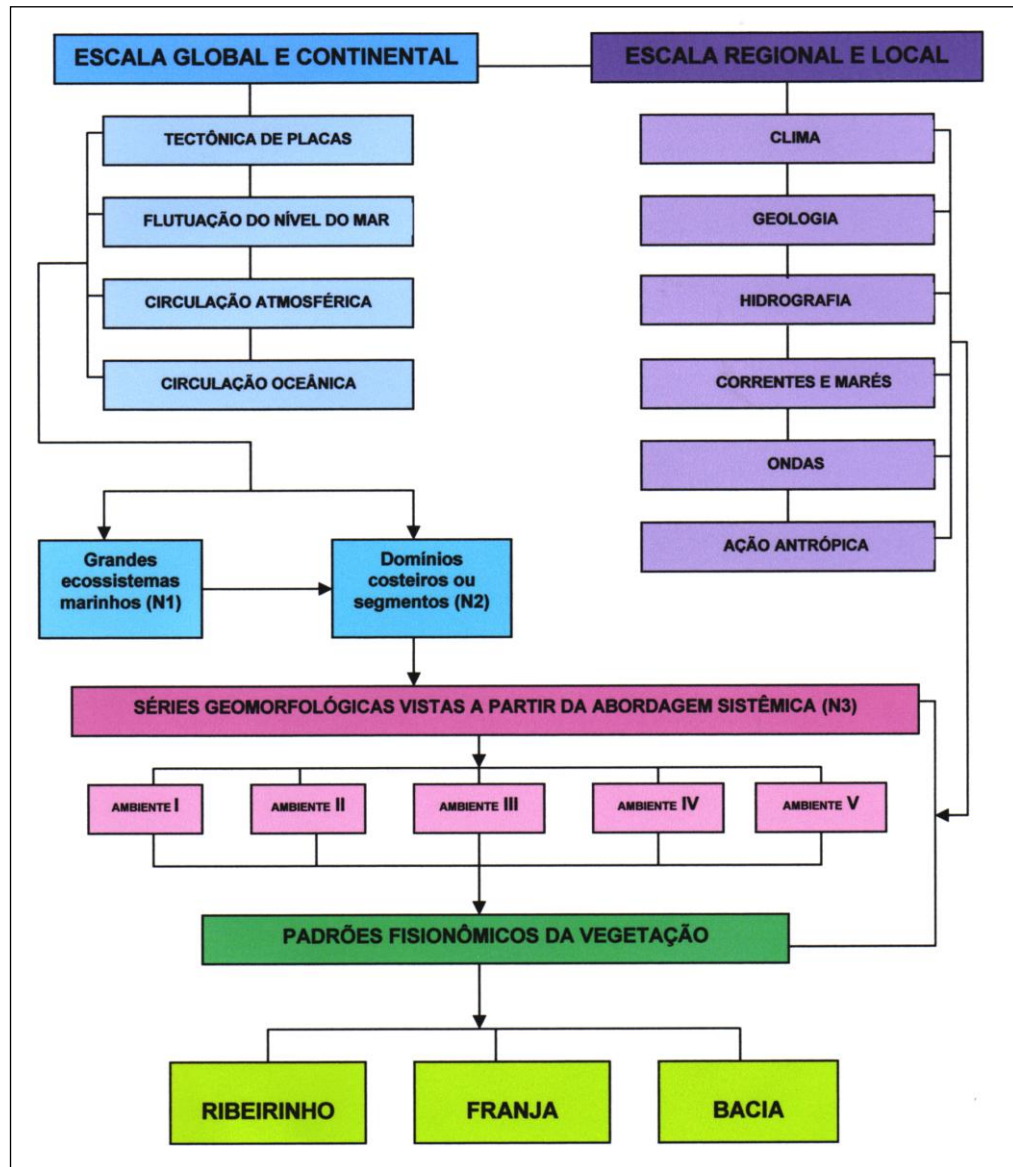


Figura 11 - Fluxograma demonstrando a conexão entre os vários níveis hierárquicos para uma abordagem sistêmica com ênfase nos manguezais. Fonte: Vale (2004).

Segundo Thom (1982) existem três componentes principais para os ambientes costeiros nos quais ocorram manguezais: i) *Geofísico*; ii) *Geomórfico*; e iii) *Biológico* (Figura 12).

Os fatores *geofísicos* são aqueles que ocorrem em grandes escalas e podem influenciar diretamente o crescimento e fisiologia dos vegetais dos manguezais. O clima, por exemplo, influencia diretamente no crescimento dos vegetais. Outro exemplo são os movimentos tectônicos, que tanto podem ser abruptos, gerando a destruição dos bosques (aqueles que geram tsunamis), ou lentos, a tectônica global.

Os fatores *geomórficos* são produtos dos processos geofísicos e são classificados em duas amplas classes de relevos: os de *deposição* e os de *acumulação*. Os deposicionais estão ligados a deposição costeira, onde há retrabalhamento de sedimentos terrígenos enviados à costa. Os ambientes de acumulação de sedimentos são formados, por exemplo, a partir do crescimento *in situ* de recifes de corais ou a partir de carbonatos.

Os fatores *biológicos* são influenciados pelos processos geofísicos e geomórficos, ou seja, seus produtos determinarão o arranjo específico de habitats que serão utilizados pelas plantas.

Há que se destacar também um nível mais pontual denominado por *microtopografia*, que se refere a um relevo particular e induz a várias respostas das diferentes espécies vegetais. De acordo com a resposta fisiológica da espécie à umidade e condições de stress de salinidade, haverá mais ou menos plantas favoráveis ao crescimento. Portanto, o relevo e os processos encontram expressão na variação do crescimento, morfologia e metabolismo do manguezal. A competição entre as espécies também desempenha importante papel na diversidade dos bosques.

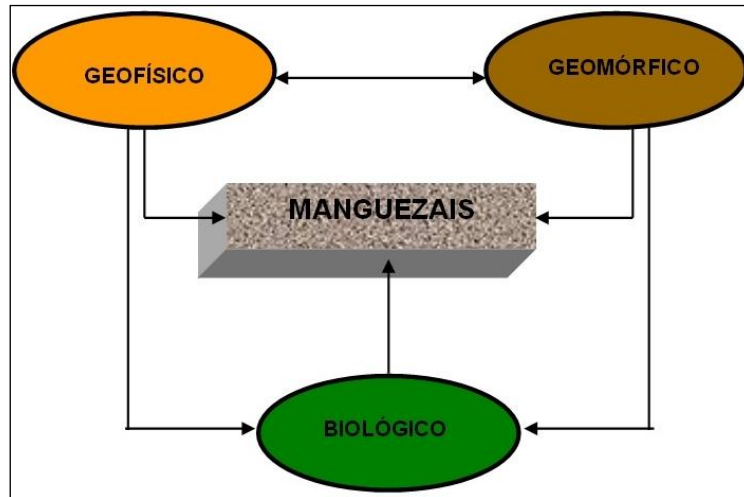


Figura 12 – Os três componentes responsáveis pela ecologia dos Manguezais, segundo a perspectiva geomorfológica de THOM (1982). Elaborado pela autora.

Thom (1982) descreveu oito tipologias principais para os ambientes costeiros nos quais podem desenvolver-se os manguezais. Esses são os *Settings* na discussão hierárquica de Schaeffer-Novelli et.al.; (2000). Cada uma delas formada por processos distintos ou pela combinação de processos. Essas tipologias, no entanto, providenciam o molde físico através de diferentes espécies de mangues desenvolvidos de acordo com a adaptação individual, tolerâncias e requerimento por tais fatores como marés, inundações, salinidade e preferências edáficas. Dentre elas, cinco são constituídas por deposição de sedimentos terrígenos onde o desenvolvimento dos manguezais é mais representativo ao redor do mundo (Figura 13). As outras tipologias referem-se aos ambientes de sedimentação carbonática, cuja área de distribuição pelo mundo é pouco representativa (VALE, 1999).



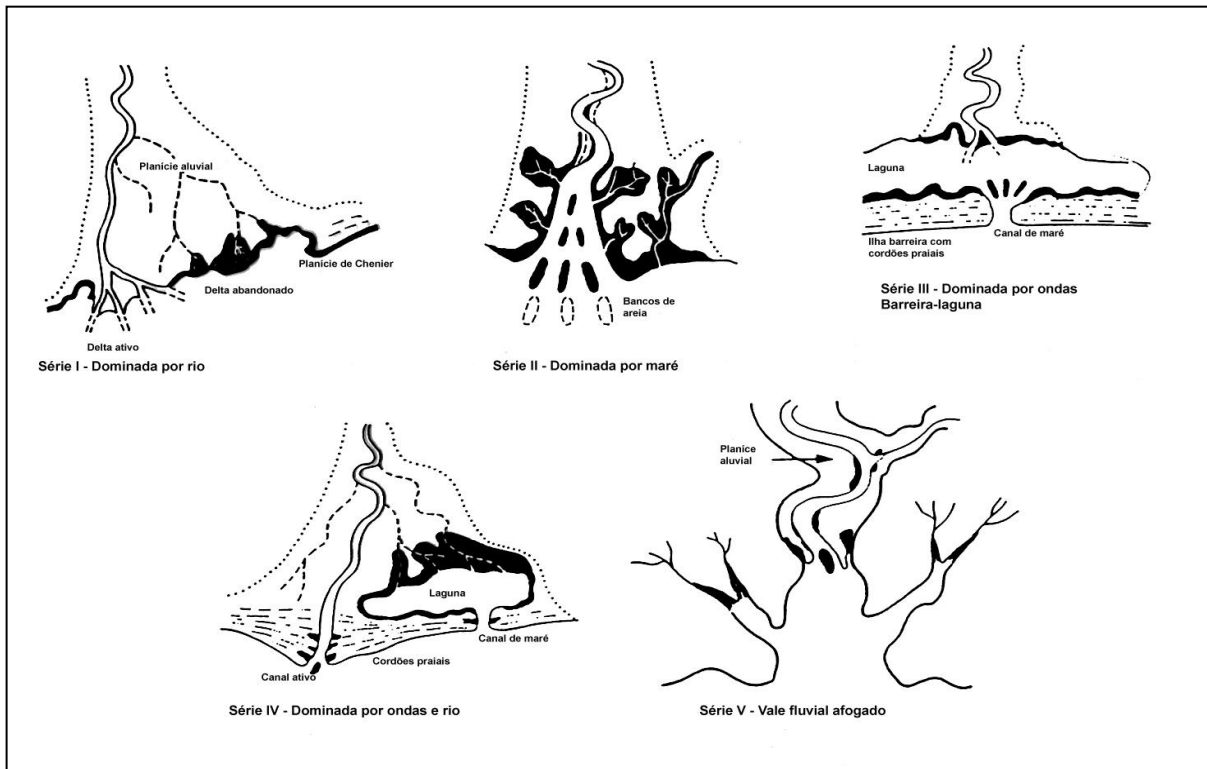


Figura 13 – Ambientes geomórficos sugeridos por Thom, 1982.  
 Fonte: Thom, 1982

A seguir serão descritos os cinco principais ambientes propostas por Thom (1982) com esquemas mais atuais, a partir da pesquisa realizada por Woodroffe (1992).

1. *Ambiente dominado por rio* - Refere-se a costas alóctones com pequena variação de maré. Normalmente são deltas que possuem em sua foz a formação de manguezais. Segundo VALE (1999) em tal caso a descarga de água e sedimentos fluviais conduz a uma rápida deposição de sedimentos terrígenos, silte e argila, a partir do delta. Esses deltas são construídos em direção ao mar sobre planos de declive de costa a fora, compostos de grãos de granulometria fina pró-deltaicos. Tais declives ajudam a amortecer a energia das ondas e qualquer tendência de deriva litorânea. A geometria do delta consiste em múltiplos braços distributários alongados, como protusões em formato de dedos. O resultado é uma linha de costa altamente crenulada com baías rasas e lagunas entre e adjacentes aos distributários. A região dos distributários ativos é predominantemente uma área de alta descarga de água doce, desse modo as plantas halófitas não são comuns. Entretanto, existem regiões de distributários abandonados dentro da planície deltaica nas quais há intrusão de água salgada sazonal ou freqüentemente. A área marginal desses distributários é

também relevante para esse ambiente, tanto quanto a deriva litorânea de lamas e o retrabalhamento dos sedimentos pelas ondas que influenciarão o estabelecimento e a geração das plantas. Desse modo, parte da planície deltaica pode conter um arranjo de habitats no qual o estabelecimento dos manguezais é mantido. Tais planícies estão sujeitas a rápidas taxas de subsidência e desvios no centro da descarga de água doce e deposição, assim, esse ambiente é caracterizada por alto grau de diversidade morfológica e rápidas mudanças nos habitats. (Figura 14).

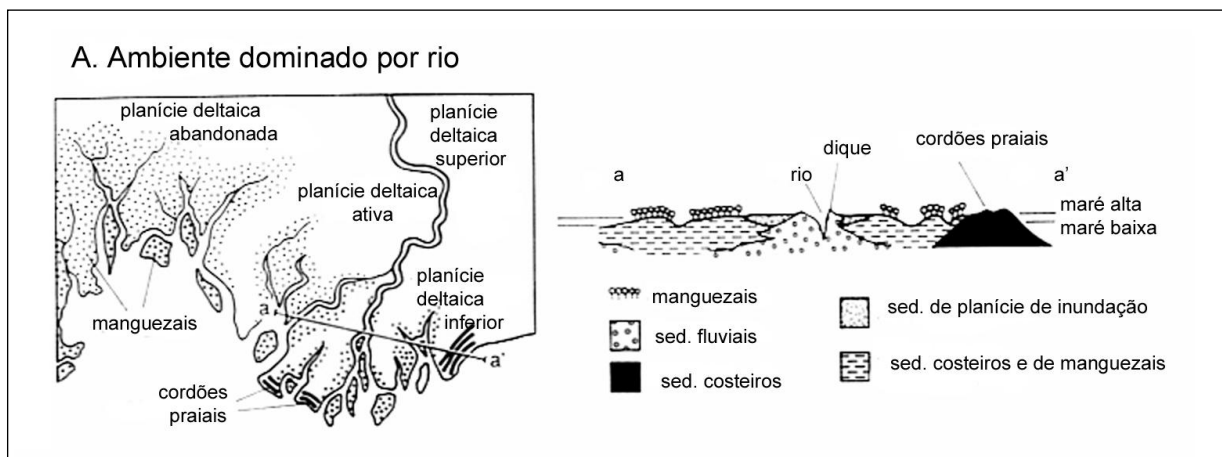


Figura 14 – Ambiente dominado por rio segundo classificação de Thom, 1982.  
Fonte: Woodroffe, 1992. Adaptado por Thayana C. Wanderley, 2012.

2. *Ambiente dominado por maré* - Associado a costas alóctones, o processo físico dominante é a elevada variação de maré com forte associação de correntes bidirecionais. Essas correntes são responsáveis pela dispersão dos sedimentos trazidos dos rios para a costa afora formando corpos de areia alongados. A força da onda é freqüentemente pequena em função da atenuação da fricção sobre os baixios de fundo intermaré. Tipicamente, os canais principais fluviais são em forma de funil e são alimentados por numerosos canais de maré. Esses canais estão separados por extensas superfícies de planícies de maré. Onde o nível médio relativo do mar (NMRM) tenha permanecido estável por aproximadamente 5.000 anos ou mais, esses canais parecem estar estáveis e as superfícies das planícies de maré crescem verticalmente ao nível alto das águas de marés de sizígia. Eles progradam em direção ao mar ao longo de promontórios, os quais separam os canais de maré. (Figura 15).

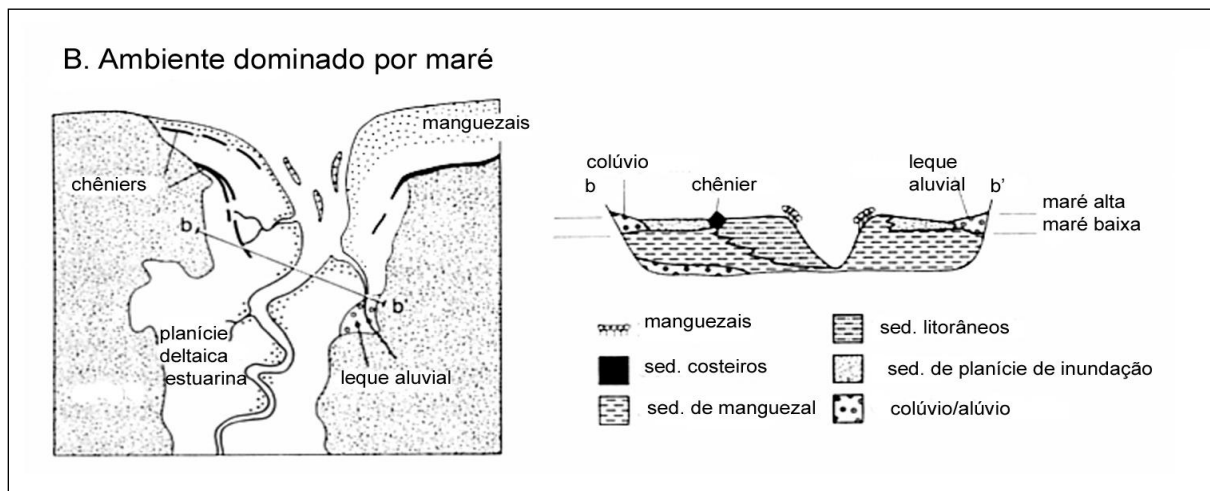


Figura 15 – Ambiente dominado por maré segundo classificação de Thom, 1982.

Fonte: Woodroffe, 1992. Adaptado por Thayana C. Wanderley, 2012.

3. *Ambiente dominado por ondas* - Caracterizada por elevada energia das ondas e pouca descarga fluvial. A energia das ondas trabalha os sedimentos vindos dos rios. Esse tipo de costa é denominado autóctone. Ilhas Barreiras, esporões ou baías são típicos nesse ambiente. Ilhas-barreira encerram extensas lagunas alongadas, enquanto baías podem encerrar vales fluviais afogados. Pequenos deltas digitados programam para dentro desses corpos d'água sem significativa oposição às forças marinhas. Também são evidentes plantas que são mais tolerantes ao sal e ocorrem nas margens das lagunas (Figura 16).

4. *Ambiente dominado por ondas e rio* - Caracteriza-se por elevada energia das ondas e elevada descarga fluvial. Os sedimentos trazidos pelos rios são rapidamente distribuídos pelas ondas ao longo da costa para formar extensos

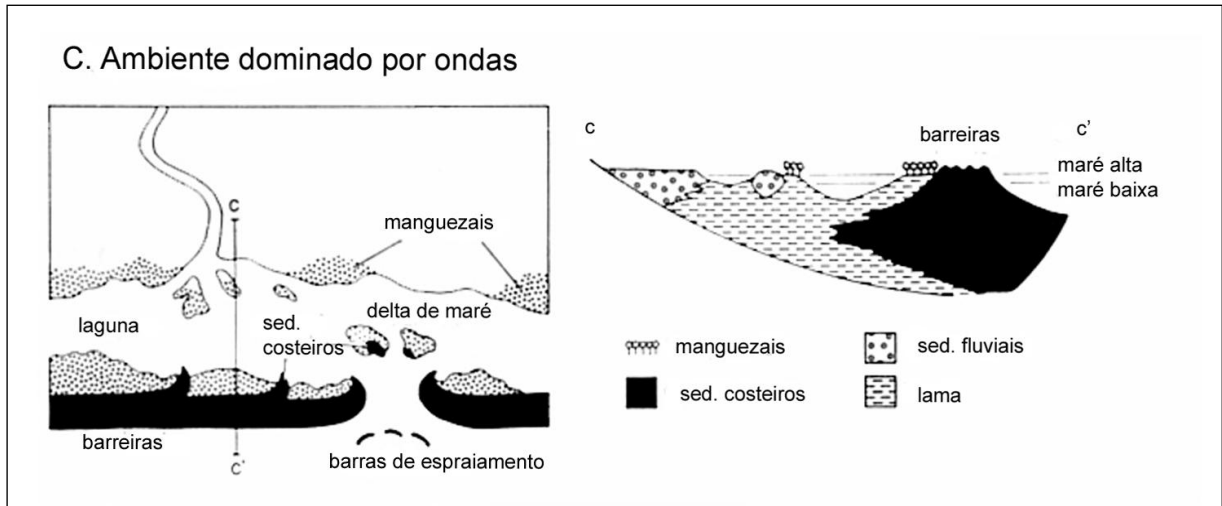


Figura 16 – Ambiente dominado por ondas segundo classificação de Thom, 1982.  
 Fonte: Woodroffe, 1992. Adaptado por Thayana C. Wanderley, 2012

lençóis de areia. A maior parte do sedimento depositada na plataforma continental interna durante os níveis mais baixos de mar é retrabalhada em direção ao continente durante as transgressões marinhas e o subsequente nível de mar estacionário. O resultado é uma planície costeira dominada por *cordões* praias, estreitas lagunas descontínuas com planície aluvial em direção ao continente. Plantas halófitas, ou seja, tolerantes à salinidade, estão concentradas ao longo dos distributários abandonados próximos à foz e outras lagunas (Figura 17).

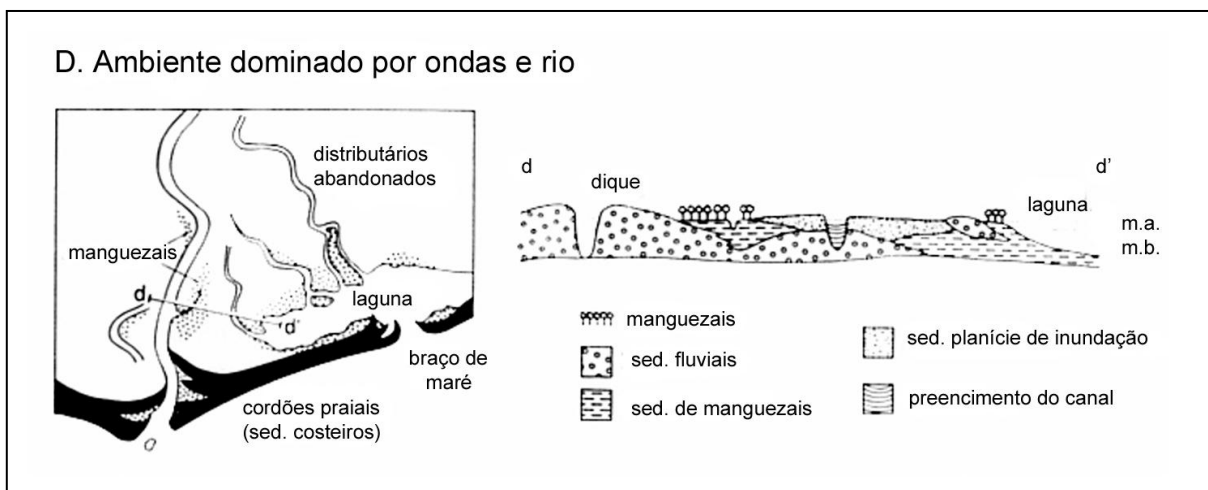
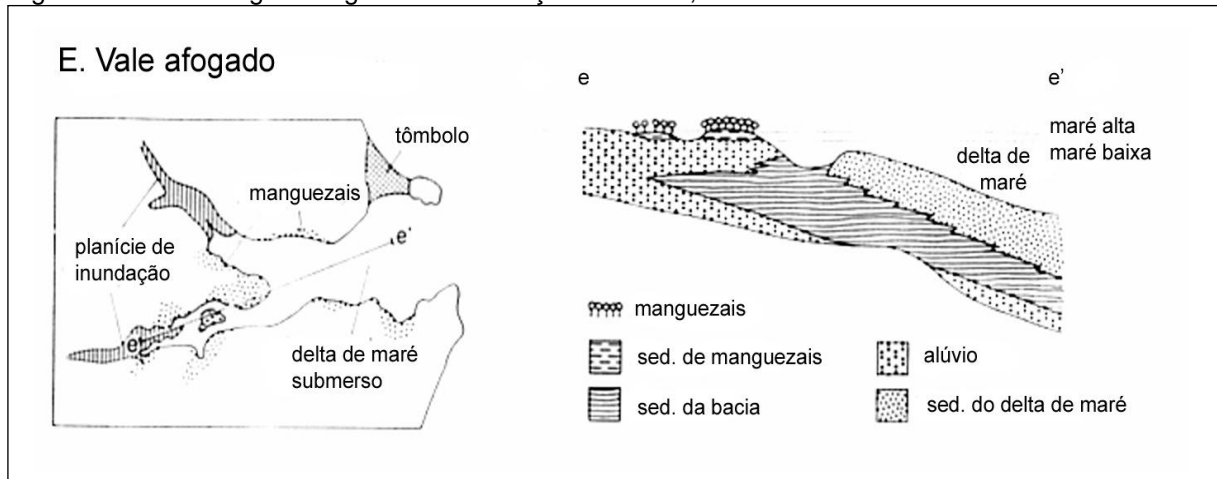


Figura 17 – Ambiente dominado por ondas e rio segundo classificação de Thom, 1982.  
 Fonte: Woodroffe, 1992. Adaptado por Thayana C. Wanderley, 2012

5. *Vale Afogado* - Caracteriza-se por um complexo de rio afogado. Essa série é de caráter deposicional, ou seja, definida por um sistema de camada rochosa que foi afogado (vale fluvial afogado) por uma subida do NRM (Nível Relativo do Mar). Nem a deposição marinha nem a fluvial foram suficientes para penetrar no que é um

sistema estuarino aberto. Todavia as cabeceiras dos vales podem conter deltas relativamente pequenos, bordejando o mar aberto; um delta de maré pode ocorrer em direção ao continente, durante uma transgressão marinha, sendo composto por areia marinha retrabalhada. (Figura 18).

Figura 18 – Vale afogado segundo classificação de Thom, 1982.



Fonte: Woodroffe, 1992. Adaptado por Thayana C. Wanderley, 2012

Para as ciências naturais, inclusive para a geografia, a abordagem sistêmica constitui-se a partir de pressupostos viáveis e relevantes para estudos ambientais, pois abrange todos os elementos responsáveis pelas alterações espaciais que os geógrafos estão aptos a analisar (Vale, 2008). Assim, estudos sistêmicos tendem a contribuir com estudos de ambientes naturais, já que propõem análise de um todo a partir das partes.

### 3 Procedimentos Técnico-Operacionais

A presente pesquisa será baseada no trabalho anteriormente feito por Vale (1999) e por isso preocupa-se em aplicar a metodologia adotada pela mesma autora. Esta parte operacional foi dividida em três etapas: gabinetes, campo e laboratórios (Figura 19).

Em gabinete preocupou-se em realizar um amplo levantamento bibliográfico que oferecesse embasamento teórico e conceitual à pesquisa. Dessa maneira foram recolhidos documentos cartográficos e fotográficos da área, tais como cartas

topográficas, mapa de uso da terra da bacia do rio São Mateus, imagens orbitais e suborbitais.

Ainda em gabinete, foi realizado levantamento de dados pluviométricos e fluviométricos das estações que estão localizadas na bacia do rio São Mateus com o objetivo de recolher maiores informações sobre a dinâmica do estuário em estudo e auxiliar nos trabalhos de campo. Esses dados foram espacializados em mapas, as informações geraram gráficos, tabelas e a redação da dissertação propriamente dita. Assim, foram elaborados o mapa de unidade do relevo de parte bacia do rio São Mateus (mais próximo à foz), mapa de uso da terra e o mapa síntese da evolução geomorfológica da foz do rio São Mateus.

Visando atender à hierarquia proposta por Schaeffer-Novelli et al (2000; 2005), para uma melhor delimitação da área, foi definido um área de aproximadamente 100 km<sup>2</sup> de área que abrange os ambientes (*settings*) e os tipos fisiográficos (*stand*). Dessa forma foi possível priorizar as Unidades Costeiras Mapeáveis de idade terciária e quaternária, ou seja, a Formação Barreiras e as Planícies Costeiras na escala 1:200.000. Esse mapa foi elaborado a partir da base cartográfica do acervo do GEOBASES (2008) de onde também foram espacializadas as informações que deram origem ao mapa de uso e ocupação da terra. Esse produto cartográfico também contribuiu para a análise geomorfológica da área em estudo bem como para sua correlação com os dados fitogeográficos do manguezal.

E por último foi elaborado um mapa síntese da evolução geomorfológica da área em estudo na escala de 1:25.000 a partir da comparação de cinco mapeamentos da mesma área. Os mapas previamente elaborados por Vale (1999) e Dell'Orto e Silva (2010) em diferentes períodos – 1970, 1991, 1997, 2008 e 2012, foram vetorizados a partir do software *ArgGis 9.3.1* disponibilizado no Laboratório de Cartografia e Geotecnologias do Departamento de Geografia da UFES. Em seguida a imagem atual da área foi extraída a partir do software *Google Earth™* que também foi vetorizada. A partir desse processo foi possível atualizar os usos e a evolução da dinâmica da foz do rio São Mateus e mapear as principais alterações geomórficas da área na escala de 1:25.000.

Também foi feito trabalho de campo que auxiliou na atualização de dados sobre a evolução fitogeográfica de parte do manguezal do estuário do rio São Mateus, mais especificamente, na área onde foram posicionados por Vale (1999) os transectos 1 e 2. Foram levantados dados bióticos e abióticos do manguezal com a finalidade de realizar uma síntese dos dados fitossociológicos da área. O levantamento dessas informações foi baseado na metodologia de Schaeffer-Novelli e Cintrón (1986) (Figura 19).

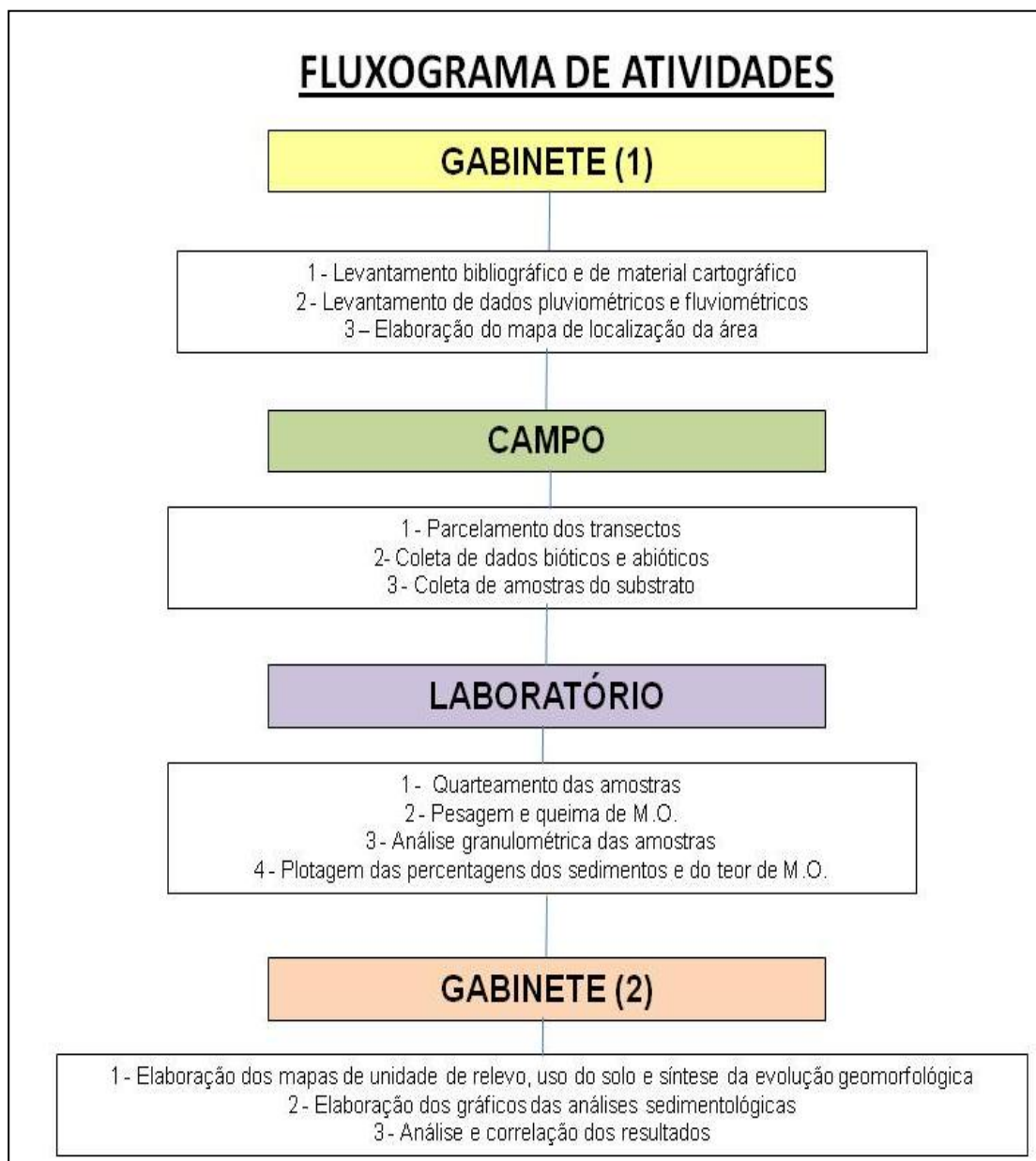


Figura 19 – Fluxograma das atividades.  
Elaborado por: Thayana C. Wanderley, 2012.

Esses transectos foram escolhidos como foco de estudo da pesquisa por ser uma área de instabilidade destacada na pesquisa de Vale (1999), que apresentou ora avançados processos de erosão, ora de deposição. Os transectos foram subdivididos em parcelas baseadas no número mínimo de 30 indivíduos que foram também classificados quanto ao *estado de estresse*<sup>7</sup>. Ou seja, o transecto 1 foi subdividido em duas parcelas denominadas – T1/P1 e T1/P2 e o transecto 2 foi parcelado em T2/P1; T2/P2; e T2/P3, respectivamente. Abaixo, um trecho do bosque estudado, durante o levantamento de dados (Figura 20).



Figura 20 – Demarcação da parcela 2 do transecto 1.  
Foto: Thayana C. Wanderley, 2011.

A atividade de campo foi realizada nos dias 29 e 30 de outubro de 2011 iniciando-se pelo transecto 1 e finalizando o trabalho no transecto 2, respectivamente. Após parcelados, os transectos foram analisados quanto a sua caracterização estrutural e abiótica. Assim, primeiramente mediu-se o DAP (diâmetro à altura do peito) de pelo menos 30 indivíduos com mais de 2 metros de altura em cada parcela (Figura 21).

Para essa medida utilizou-se uma trena graduada, onde se mediu a altura do tronco principal de cada indivíduo, bem como o número de ramificações que cada um

<sup>7</sup> O estado de estresse de um indivíduo ou de um bosque refere-se à qualidade propriamente dita desse indivíduo ou bosque.



possuía. Ou seja, cada indivíduo era identificado e classificado conforme sua espécie, em seguida medido o DAP do tronco principal, quantificado o número de ramificações (número de troncos vivos, mortos e com morte apical<sup>8</sup>) e altura do indivíduo. Além de inventariados os indivíduos mortos, com morte apical ou qualquer outro tipo de informação relevante era registrado na ficha de campo. Cada indivíduo medido era marcado com uma fita “zebrada” a fim de identificar aqueles que já haviam sido inventariados.



Figura 21 – Levantamento de dados bióticos da parcela.  
Foto: Thayana C. Wanderley, 2011.

Em seguida coletou-se a água para leitura da salinidade superficial e intersticial utilizando um refratômetro portátil marca “Vista” graduada em 0‰ a 100‰ (modelo A366-ATC). Foi coletada a água intersticial de alguns pontos das parcelas usando-se para isso um tubo PVC 50 cm conforme sugerido por Schaeffer-Novelli e Cintrón (1986) que foi fixado no substrato e em seguida bombeada a água acumulada para esvaziá-lo, e com uma bomba de sucção foi retirada a água do tubo e realizada a leitura da salinidade.

---

<sup>8</sup> A morte apical está sendo utilizado para referir-se à morte das árvores a partir do ápice.

Também foi determinado o pH que foi classificado como ácido ou básico, a coloração do substrato que, por sua vez, foi classificada segundo a tabela *Munsell Soil Color Charts* (2000) e amostras de sedimentos das cinco parcelas que posteriormente foram analisadas em laboratório (Figura 22).

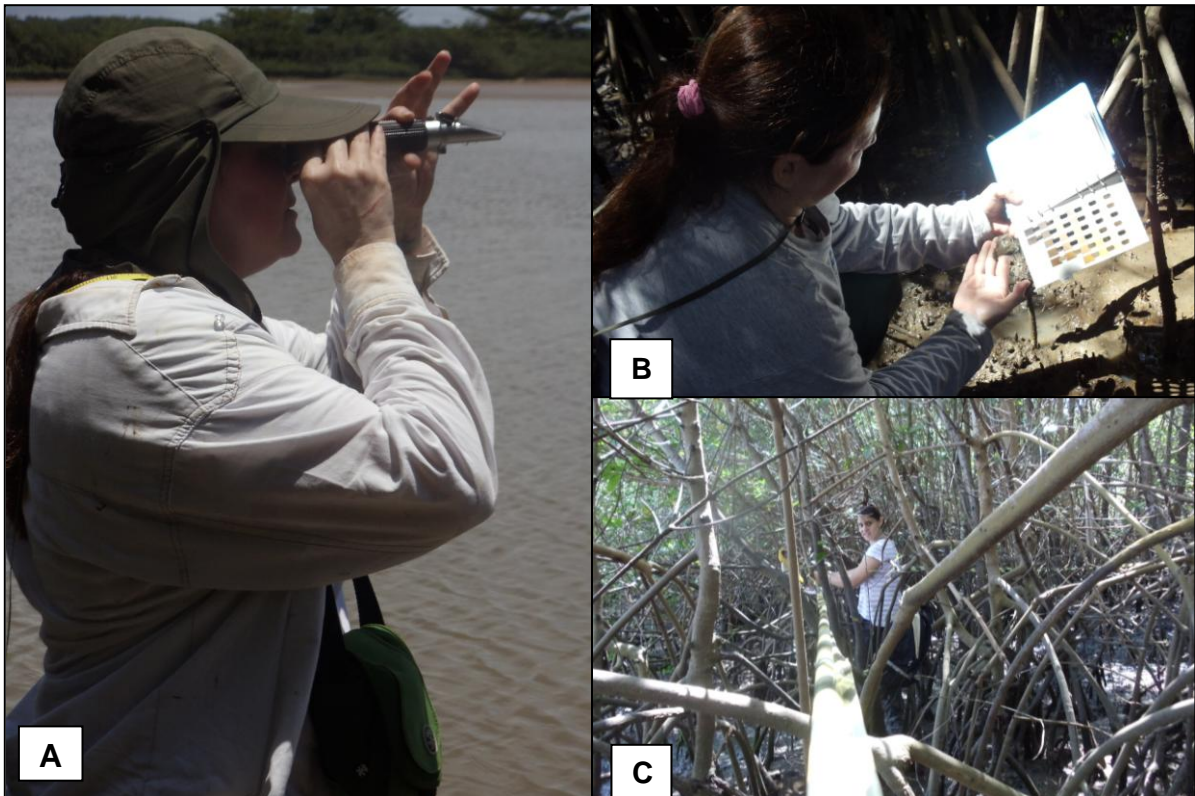


Figura 22 – A- leitura de salinidade; B- leitura da cor do solo; C- demarcação de parcela.  
Foto: Thayana C. Wanderley, 2011.

Após o campo, partiu-se para a etapa de laboratório, onde foi feito tratamento das amostras de cada parcela dos dois transectos analisadas no Laboratório de Oceanografia geológica (Labogeo) do Departamento de Oceanografia e Ecologia da Universidade Federal do Espírito Santo.

A primeira etapa constitui-se no quarteamento e lavagem das amostras para decantar o sal de cada uma. Cada amostra foi despejada numa bacia plástica e identificada com o nome do transecto e da parcela referente a mesma. Em seguida, quarteou-se as amostras uma a uma dentro do vasilhame com uma colher. Escolheu-se  $\frac{1}{4}$  de cada amostra e colocou num *Becker* (recipiente de vidro) com água para decantar. Após dez dias de decantação retirou-se a água de cada

recipiente e o mesmo foi colocado numa estufa para secar à 40°C. Quatro dias depois, com as amostras secas, partiu-se para a etapa de queima de matéria orgânica (Figura 23).

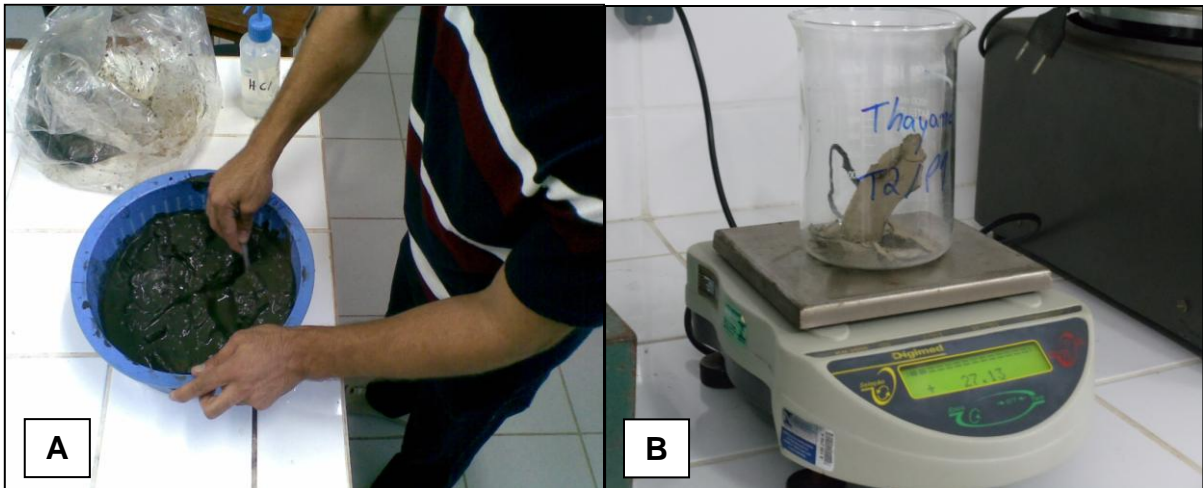


Figura 23 – (A) Quarteamento das amostras. (B) Pesagem das amostras.  
Foto: Thayana C. Wanderley, 2011.

Cada amostra antes de ser queimada foi pesada numa balança de precisão sendo que, cada uma tinha que ter aproximadamente 10g. Após a pesagem eram separadas em saquinhos plásticos e nomeadas conforme o transecto e a parcela referente a cada um (Figura 23).

Após pesadas, as amostras foram retiradas dos saquinhos e colocadas em Beckers diferenciados para cada uma e em seguida queimadas numa chapa quente com peróxido de hidrogênio levando seis horas no total para queimar toda a M.O. (matéria orgânica) (Figura 24).

Com as amostras já queimadas, foram novamente pesadas e assim pôde identificar o percentual (teor) de matéria orgânica de cada uma. Em seguida as amostras foram levadas para a Base Oceanográfica da UFES onde se utilizou um granulômetro a laser para fazer a separação de silte, argila e areia e suas respectivas quantidades em cada amostra.



Assim, cada amostra que estava armazenada num saquinho plástico foi novamente quarteada e  $\frac{1}{4}$  da mesma foi colocada num Becker com água para ser analisado pelo granulômetro a laser – *Mastersize, modelo HIDRO 2000*. Neste granulômetro cada amostra foi analisada inteira e em seguida os grãos maiores de cada sedimento foram quebrados com ultrassom para homogeneizar as amostras (Figura 24)

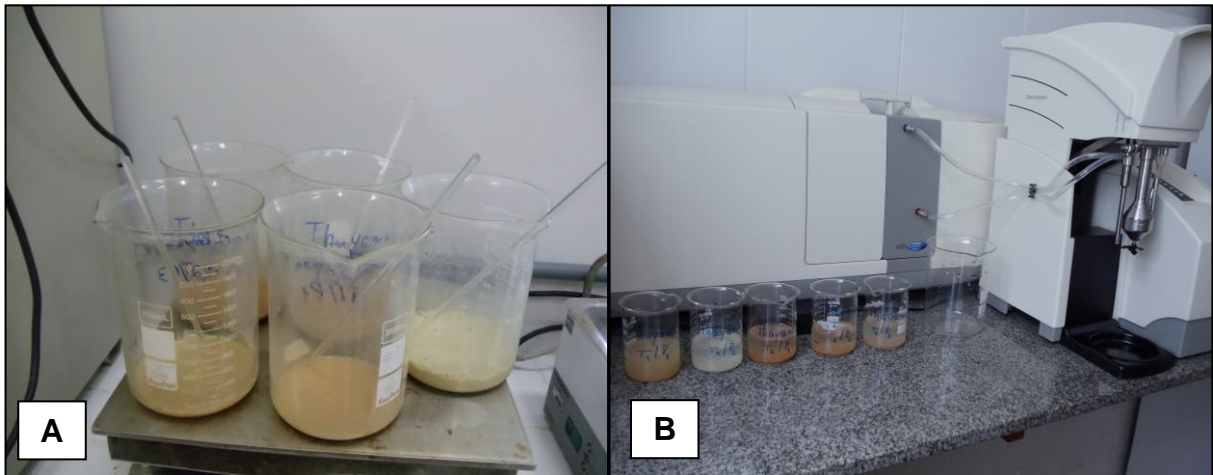


Figura 24 – (A) Queima de matéria orgânica. (B) Análise granulométrica feita em granulômetro a laser. Foto: Thayana C. Wanderley, 2011.

Esse processo permitiu gerar uma planilha de valores que depois foram interpolados no software *Excel (2003)* gerando os percentuais equivalentes de cada sedimento, sua granulometria, teor de matéria orgânica, dentre outros.

Quanto às medidas estruturais do bosque foram feitas as medidas de diâmetro do tronco à altura do peito (DAP) e altura das árvores. O diâmetro das árvores foi medido à altura do peito (1,30m do solo). Os DAP's foram plotados em uma ficha de campo com 3 classes diamétricas ( $DAP < 2,5$  cm;  $2,5$  cm  $\leq$  DAP  $\leq$  10 cm e  $DAP \geq 10$  cm) e também foi observada a perda de biomassa, também denominada por morte apical. Para todo esse procedimento foi utilizada trena graduada sendo também utilizado o telêmetro modelo TLR 75 de 9 à 75 metros para medir a altura das árvores mais altas. E para medir árvores menores que 9 metros de altura foi utilizado cano PVC articuláveis demarcado de 10 em 10 cm, para garantir uma leitura mais segura.

Em laboratório foram feitos os tratamentos das amostras e cálculos matemáticos de dados colhidos em campo. Por meio da DAP foi calculada a área basal, a densidade relativa, a dominância relativa das árvores, seguindo a metodologia de Schaeffer-Novelli & Cintrón (1986) e que são descritos a seguir:

A área basal é a área ocupada por um troco de diâmetro dado. A área basal de um tronco é obtida por  $g = \pi r^2$ , onde  $g$  é a área basal e  $r$ , o raio. Como  $r = DAP/2$ , então, em termos de diâmetro,  $g$  é dado por  $g = \pi/4.dap^2$ . Para expressarmos a área basal ( $g$ ) em  $m^2$ , quando mede-se o diâmetro em centímetros, deve-se utilizar a seguinte fórmula:

$$g = \frac{\pi (D.A.P.)^2}{4(10.000)} \quad (1)$$

ou seja,  $g (m^2) = 0,00007854.(DAP)^2.(cm)$

A área basal de um bosque, ou de uma parcela, é o somatório de todos os valores das áreas basais individuais de todos os troncos por unidade de área. Geralmente ela é expressa em  $m^2$  de madeira por hectare.

A densidade relativa representa o número de árvores por unidade de área. No sistema métrico, a densidade é expressa em termos de indivíduos por hectare ( $ind./ha^{-1}$ ).

A densidade de um bosque é função de sua idade e amadurecimento. Ao longo do desenvolvimento, o bosque passa por uma fase onde há grande quantidade de indivíduos jovens, de diâmetro reduzido, até atingir um maior amadurecimento, quando o bosque é dominado por poucos indivíduos adultos de grande porte e volume.

A densidade relativa é o percentual de indivíduos de uma mesma espécie, em uma determinada área. Sua determinação é realizada a partir da fórmula:

$$\text{Densidade relativa} = \frac{n_i \times 100}{N} \quad (2)$$

onde  $n_i$  é o número de indivíduos de uma espécie e  $N$  o número total de indivíduos.

A dominância relativa é o percentual da área basal de uma espécie em relação à área basal de todas as espécies. Sua determinação depende da fórmula

$$\text{Dominância relativa} = \frac{ab}{AB} \times 100 \quad (3)$$

onde  $ab$  é a área basal de uma espécie e  $AB$  a área basal de todas as espécies.

Para calcular a altura do bosque, soma-se a altura das três maiores árvores e divide por três. Obtém-se, desse modo, a altura média do bosque.

## 4 SÍNTESE DOS CONHECIMENTOS PRÉ-EXISTENTES

Este capítulo trata dos conhecimentos existentes acerca dos manguezais e de assuntos correlatos que foram necessários para o embasamento conceitual da pesquisa em tela.

### 4.1 COSTA

A zona costeira representa a interface entre a terra e o mar. Segundo Bird (2000), a costa consiste em algumas zonas que são subdivididas em sub-zonas que são os locais onde ocorrem os processos costeiros.

Bird (2000), aponta que:



Camfield e Morang (1996 *apud* Oliveira 2009) atestam que as modificações na linha de costa resultam da interação de diversos fatores, tais como variações eustáticas, isostasia, movimentos cíclicos da geomorfologia costeira e fatores antropogênicos, enquanto Cowell e Thom (1967) completam, destacando o papel das forçantes climáticas como fatores representativos da dinâmica costeira (Figura 25).

Segundo o PNGC (2011), a zona costeira brasileira, considerada patrimônio nacional pela Constituição de 1988, corresponde ao espaço geográfico de interação do ar, do mar e da terra, incluindo seus recursos renováveis ou não, abrangendo uma faixa marítima e uma faixa terrestre.

Segundo a UNESCO (2006):

A costa pode ser considerada importante porque é o lugar onde as águas costeiras são de fato lugares únicos na nossa geografia global. Eles são exclusivos de uma forma muito econômica como locais para as instalações portuárias e do porto que capturam os grandes benefícios monetários associadas com o comércio marítimo e para a localização dos processos industriais exigem refrigeração a água, como plantas de geração de energia.

A evolução costeira é o produto dos processos morfodinâmicos que ocorrem em resposta a mudanças nas condições externas. As propriedades essenciais dos processos morfodinâmicos costeiros são atribuíveis ao sistema-resposta entre a topografia e a dinâmica de fluidos que dirigem os sedimentos produzindo mudanças morfológicas.

A natureza das interações mútuas entre a topografia costeira e os processos envolvem mudanças nos relevos costeiros em uma larga escala espaço-temporal. Essas dimensões tendem a variar juntas, devido à escala relacionada com a variação dos tempos de resposta. Escalas em que processos morfodinâmicos operam são agrupadas em quatro classes, conforme a mostra a figura abaixo (Figura 26).



Interpretando a figura abaixo pode-se dizer que os processos sob os quais estão submetidos os manguezais ocorrem em diferentes escalas temporais. Portanto, escalas de tempo instantâneo, ou seja, o “agora” envolvem a evolução da morfodinâmica durante um único ciclo de forçantes primárias, tais como ondas e marés. O acoplamento entre os fluxos de fluido e morfologia refere-se diretamente aos processos físicos que causam transporte de sedimento.

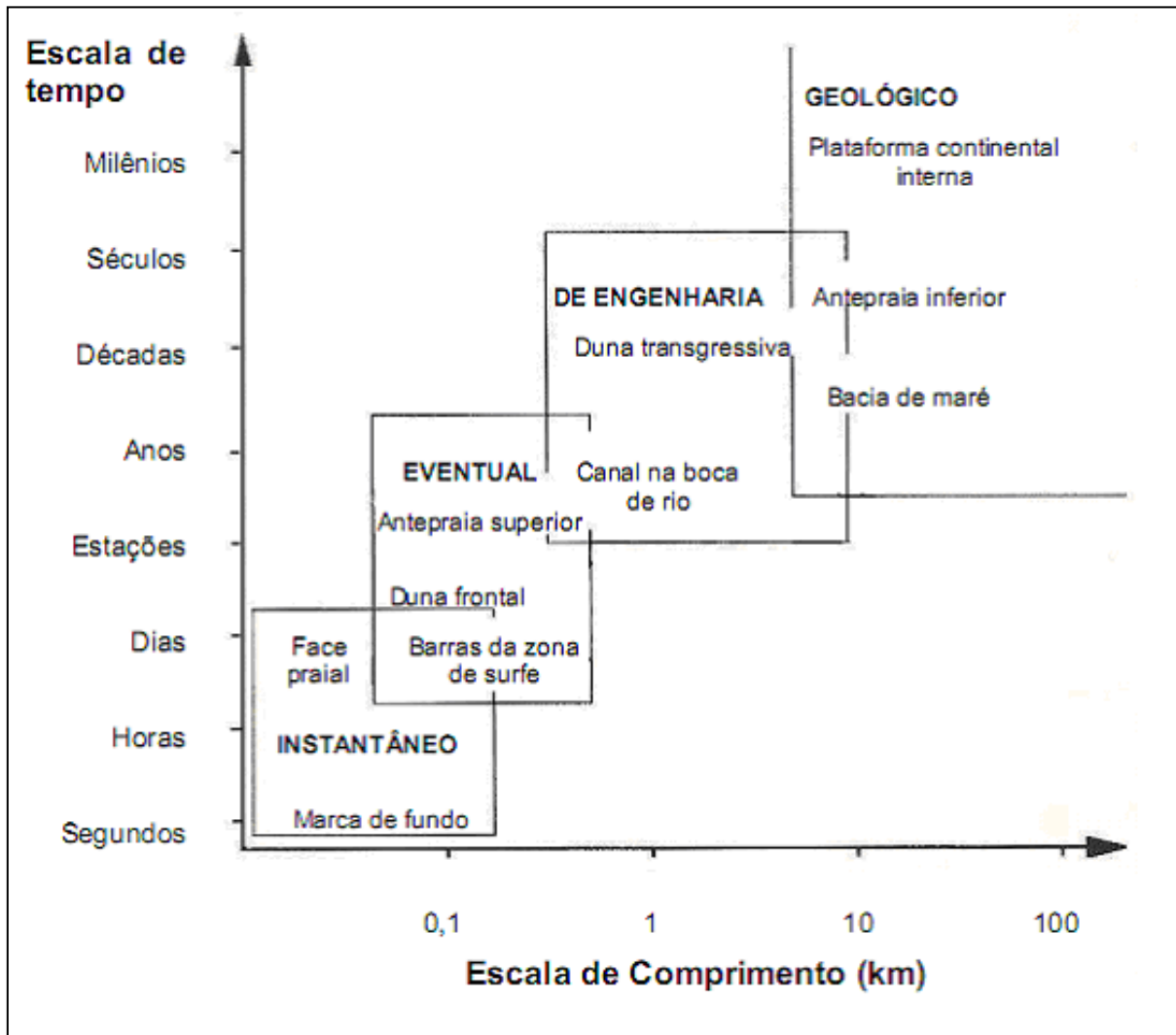


Figura 26 - Definição de escalas temporais e espaciais dos processos costeiros - naturais e antrópicos. Fonte: Woodroffe, 1992. Adaptado por: Thayana C. Wanderley, 2012.

A evolução costeira na escala dos eventos é uma resposta aos processos que operam em intervalos de tempo que variam de um simples evento, como uma tempestade, até eventos sazonais das condições ambientais. Na escala de tempo da engenharia (histórica) envolve a evolução composta por muitas flutuações em condições limítrofes, cada uma delas acarreta muitos ciclos nos processos fundamentais responsável pelo transporte de sedimentos.

A dependência sobre as flutuações individuais se torna menos importantes em direção as escalas geológicas onde, através de milênios, a evolução ocorreu muito mais em respostas a uma tendência nas condições ambientais predominantes.

Essas considerações sobre a evolução costeira em diferentes tempos tornam-se importante em função da evolução geomorfológica da foz do rio São Mateus e da distribuição de seus manguezais que está sendo estudada nesta pesquisa, pois, tal evolução tanto pode ser cíclica, no tempo longo, como sazonal, no tempo curto.

Villwock et.al., (2005), também afirmam que:

De modo geral, observa-se uma sucessão de planícies costeiras alternando-se com falésias e costões rochosos bordejando uma antiga área continental composta por rochas de complexos ígneos e polimetamórficos pré-cambrianos, sobre os quais assentam sequências sedimentares e vulcânicas acumuladas em bacias paleozóicas, mesozóicas e cenozóicas.

Os mesmos afirmam que:

As planícies costeiras brasileiras são constituídas por sedimentos terciários e quaternários acumulados em ambientes continentais, transicionais e marinhos. E as falésias e cordões rochosos aparecem ao longo de vários setores da costa, onde os agentes de erosão dominam sobre os de deposição.

A costa Sudeste se estende do Cabo Frio até o Cabo de Santa Marta, é marcada pela presença da Serra do Mar e está associada a desembocadura dos principais sistemas fluviais que chegam ao oceano, onde ocorrem planícies costeiras (Villwock et.al., 2005).

## **4.2 PROCESSOS COSTEIROS**

Segundo Bird (2000), linhas de costa existem desde que os oceanos foram formados há 4 bilhões de anos atrás, mas é difícil encontrar linhas de costas primitivas porque a maioria das evidências foi removida pela erosão ou foi escondida pela deposição.

Bird (2000) também enfatiza que evidências de linhas de costas antigas tornaram-se mais claras nos períodos geológicos mais recentes; o Quaternário, que compreende o Pleistoceno (2,3 milhões de anos atrás) e o Holoceno, que compreende os últimos 10 mil anos.

Muehe (2005) aponta que a formação da costa brasileira está desenvolvida sobre uma margem continental passiva, segundo a classificação de Innon & Nordstron (1971 apud Muehe, 2005), que se contrapõe à costa do oceano Pacífico, construída sobre uma margem continental ativa.

Essa margem leste da América é constituída por regiões baixas onde, em ambiente de relativa calma tectônica, se desenvolvem planícies costeiras com sistemas lagunares e ilhas-barreira que transicionam para extensas plataformas continentais (Muehe, 2005).

Muehe (2005, p.25) ainda afirma que:

A evolução tectono-sedimentar da margem continental brasileira está relacionada com os eventos que conduziram a abertura do Oceano Atlântico Sul. Foram iniciados no Jurássico (há 130 milhões de anos) e resultaram na ruptura do antigo supercontinente de Gondwana, a partir de um sistema de fraturas (...). Nessas circunstâncias, desenvolveram-se as bacias marginais brasileiras onde foram acumulados espessos pacotes sedimentares.

Para Woodroffe (1994, p.63), a costa comporta-se como uma ampla variedade de formas, dependendo da escala do tempo, posição do nível do mar, processos de ondas e correntes e dos ambientes terrestres e oceânicos adjacentes.

Woodroffe (1994, p.63) também afirma que:

A costa deveria ser considerada como um sistema. Suas morfodinâmicas envolvem ajustamentos mútuos de processos e formas complexas. (...) A partir da década de 70 vários modelos de estágios sobre praia foram desenvolvidos. Esses estudos direcionaram-se a entender como uma costa evolui em direção a um sistema morfodinâmico organizado, então ela começa a controlar seus próprios ambientes. Isso pode mudar de uma costa menos estável para uma mais estável, susceptível a absorção de maior variação de energia, sedimentos e entrada de informações.

Segundo Bird (2000, p.121):

A evolução das formas costeiras pode ser considerada em termos de sistemas morfodinâmicos, dentro dos quais vários fatores influenciam os processos agindo sobre a costa (Cowell & Thom, 1994; Short, 1999). Existe uma entrada de energia (vento, maré, organismos) e materiais (água, sedimentos, rochas) ao quais interagem para gerar as formas costeiras; Existe o feedback (retroalimentação), no sentido de que o desenvolvimento da morfologia modifica os processos geomorfológicos e, dessa forma, torna-se um fator que influencia mudanças subseqüentes.

A seqüência básica de eventos da evolução costeira pode ser dividida em três fases: a fase 1, ocorre quando o vale foi inundado por uma rápida subida do nível do mar, a fase transgressiva, representada pelo aumento das lamas orgânicas e turfas e fase de extensão dos manguezais em direção ao continente (Woodroffe, 1994).

Ignorar o papel do homem e seus impactos seria errôneo. Todos os sistemas costeiros têm sido influenciados pela interação humana. (...) Existem maneiras que o homem tem afetado a linha de costa na tentativa de controlar seus processos (Woodroffe, 1994).

Muehe (1998) aponta que a principal variável indutora dos processos costeiros é o clima de ondas, responsável pelo transporte de sedimentos nos sentidos longitudinal e transversal à linha de costa.

É a energia das ondas e a intensidade e recorrência das tempestades que comandam a dinâmica dos processos de erosão e acumulação na interface continente-oceano e fundo marinho (Muehe, 1998).

Para Bird (2000), os processos costeiros ocorrem a partir da interação de ventos, ondas, marés e correntes que juntos fornecem a energia que molda e modifica um litoral com erosão, transporte e deposição de sedimentos.

Villwock et.al., (2005, p.99) afirmam que:

A dinâmica costeira é a principal responsável pelos processos de erosão e/ou deposição que mantêm as áreas litorâneas em constante transformação. Os ventos, as ondas por eles geradas e as correntes que se desenvolvem quando as ondas chegam à linha de costa atuam

ininterruptamente sobre os materiais que aí encontram, erodindo, transportando e depositando sedimentos. A esses processos somam-se os efeitos das marés e das ressacas produzidas pelas tempestades.

Villwock et.al., (2005, p.100) apontam também que:

O regime de ondas que predomina sobre a costa brasileira fica caracterizado por ondulações geradas pelos ventos alíseos de NE, dominando ao longo da costa entre o Cabo Orange (Amapá) e o Cabo Calcanhar (Rio Grande do Norte), e por ondulações geradas pelo cinturão tempestuoso subpolar do Atlântico Sul, portanto, vindas de SE, dominando ao longo da costa entre o Cabo Calcanhar e o Arroio Chuí (Rio Grande do Sul).

A deriva litorânea é o principal processo responsável pelas migrações laterais das desembocaduras fluviais, lagunares e estuarinas ao longo da linha de costa. Por outro lado, qualquer modificação introduzida pelo homem no sistema de deriva litorânea afeta o equilíbrio do estoque natural de areia ao longo das praias, afetando as taxas de erosão ou deposição (Villwock et.al., 2005).

Segundo os mesmos autores, o regime de marés é outro fator determinante para a geomorfologia costeira. Hayes (1975) *apud* Villwock et.al., (2005) destaca costas de macromarés (amplitudes > 4m), onde há estuários marginados por amplas planícies de maré ocupadas por manguezais ou marismas e as ilhas-barreiras são ausentes.

Já as costas de mesomaré,

(amplitude >2m e <4m) mostram ilhas-barreira curtas e atrofiadas, grande número de canais ligando as áreas lagunares ao mar, grande desenvolvimento de manguezais e marismas nas margens de lagunas e estuários. As costas de micromarés (amplitude <2m), por outro lado, têm ilhas-barreira alongadas, pequeno número de canais e pouco desenvolvimento de manguezais e marismas (VILLWOCK, 2005, p.101).

Depois que a areia movimentada por ondas e correntes é depositada na praia exposta ao ar, ela seca e é movimentada pelos ventos. Grandes quantidades de areia são transportadas ao longo da linha de costa (VILLWOCK, 2005, p.101).

Os estudos pioneiros de Wright et. al. (1979) e Short (1979b) *apud* Hoefel (1998, p.33):

culminaram num modelo evolutivo baseado na descrição de seis “estágios ou estados” praias caracterizados por assembléias morfológicas e processos hidrodinâmicos peculiares. Nesse caso, pode-se destacar as praias refletivas, dissipativas, que são mais comuns, e quatro outros tipos considerados intermediários.

### 4.3 ESTUÁRIO

Estuário é a região de contato entre rio, ou seja, sua foz e o mar. Segundo Miranda *et al.*, (apud VALE, 2004), a palavra estuário vem do Latim *aestuarium*, que significa maré abrupta de grande altura, referindo-se a um ambiente extremamente dinâmico, que responde às forçantes naturais (agentes locais e gerados pela ação dos eventos climáticos, oceanográficos, geológicos, hidrológicos, biológicos e químicos, que ocorrem na bacia de drenagem).

Ainda quanto à origem da palavra, Odum (1983) e Mendes (1987) afirmam que estuário vem da palavra *aestus*, que em Latim significa maré. Guerra (1972) define estuário como sendo uma forma de desaguadouro de um rio no oceano, oposto ao delta. Forma uma boca única e é, geralmente, influenciado por correntes, marés e sedimentos.

Suguió (1992) afirma que estuário é um corpo litorâneo de circulação mais ou menos restrita, porém, ainda ligado ao oceano aberto. Muitos estuários correspondem a desembocaduras fluviais afogadas e, desta maneira, sofrem uma diluição significativa de salinidade em virtude do afluxo de água doce (Pritchard apud SUGUIO, 1992, p.59).

Segundo Schubel (apud SUGUIO, 1992, p.59), os estuários incluem fiordes, embaiamentos com barras, além de bacias formadas por processos tectônicos. Outros são apenas canais que drenam zonas pantanosas costeiras.

Os estuários são considerados como feições transitórias, que normalmente acabam por ser preenchidas por depósitos de mangues, deltas ou marés (Gorsline apud SUGUIO, 1992, p.59).

Segundo Vale (2004, p. 103):

Durante os períodos glaciais, uma considerável porção dos oceanos do mundo esteve congelada na forma de grandes geleiras continentais, estando o nível do mar bem mais baixo do que o atual. Nas linhas de costas onde estas se localizavam, que é o declive da atual plataforma continental, os estuários eram tanto menores quanto raros. Durante os períodos interglaciais, as geleiras derreteram-se e o nível do mar, ao redor do mundo, elevou-se, tendo como consequência a formação dos estuários, que se tornaram abundantes.

Vale (2004, p.103) também aponta que,

a situação de nível de mar elevado, bem como a existência de extensos estuários, persistiu durante os últimos milhões de anos ao longo do Pleistoceno, tempo no qual os estuários foram sendo preenchidos com sedimentos terrígenos e com aqueles da própria plataforma continental, por meio dos movimentos de correntes e marés.

Segundo Fairbridge (apud VALE, 2004) os estuários, que têm sua gênese relacionada às alterações do nível do mar, são de época geológica muito recente, nesse caso, de idade holocênica, com aproximadamente 5.000 anos A.P.

Segundo Bird (2000) um estuário pode ser definido como a parte em direção ao mar de um sistema de vale afogado, sujeitos a flutuações de maré e do encontro da mistura de água doce do rio com a água salgada do mar além de sedimentos.

Davis Jr. et.al., (2004, p.157) apontam que:

Existem vários tipos de estuários: ria, fiordes, os de planície costeira (influenciado pela maré), estuários com barras construídas (influenciados por ondas) e estuários tectônicos. Os dois primeiros são resultantes da subida do nível do mar, os dois seguintes de origem glacial e o último relacionado à movimentação de placas tectônicas (Figura 27).

Segundo Bird (2000) a morfologia que um estuário representa é a partir de ajustes entre a capacidade de seus canais e riachos com volume de água movido dentro e fora das oscilações de maré. Para Fairbridge (1980 apud MIRANDA et al., 2002) os estuários se dividem em oito fisiografias (Figura 27).

Os mesmos autores afirmam que a essa morfologia pode ser relacionada com processos hidrodinâmicos, tais como fluxo do rio, correntes de marés, ação da maré além de processos químicos e também biológicos.

Davis Jr. (2000, p.155) afirmam que:

Os estuários estão diretamente influenciados pelo rio ou pelos processos de maré com influência de ondas e profundidade da bacia do estuário. O limite do estuário rio acima pode ser definido como o ponto onde a salinidade cai abaixo de 0,1 ppt, ou seja, até aonde a água salgada penetra no estuário.

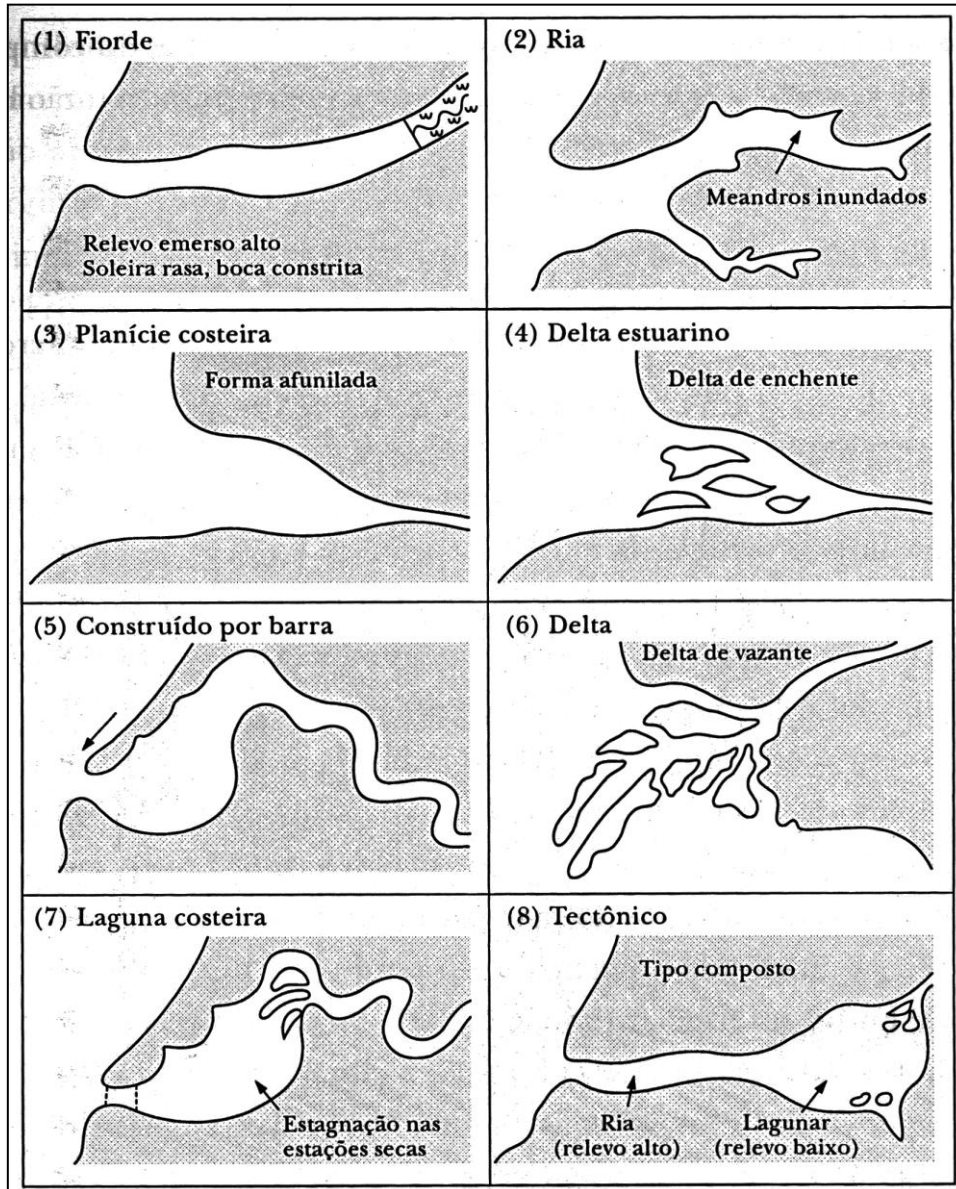


Figura 27 – Tipos fisiográficos de estuários (adaptada de Fairbridge, 1980).  
Fonte - Vale (2004 apud Miranda et al. . 2002).

Dalrymple et. al., (apud BIRD, 2000, p.223) dividiram os estuários em três zonas:



i) uma externa, denominada *zona marinha*, com fluxo de sedimentos terrestres, uma *zona central* com energia de ondas relativamente baixa e de convergência de sedimentos marinhos e fluviais, e um interior dominado por uma *zona-rio*, onde o fluxo de sedimentos líquidos vão em direção ao mar (Figura 28).

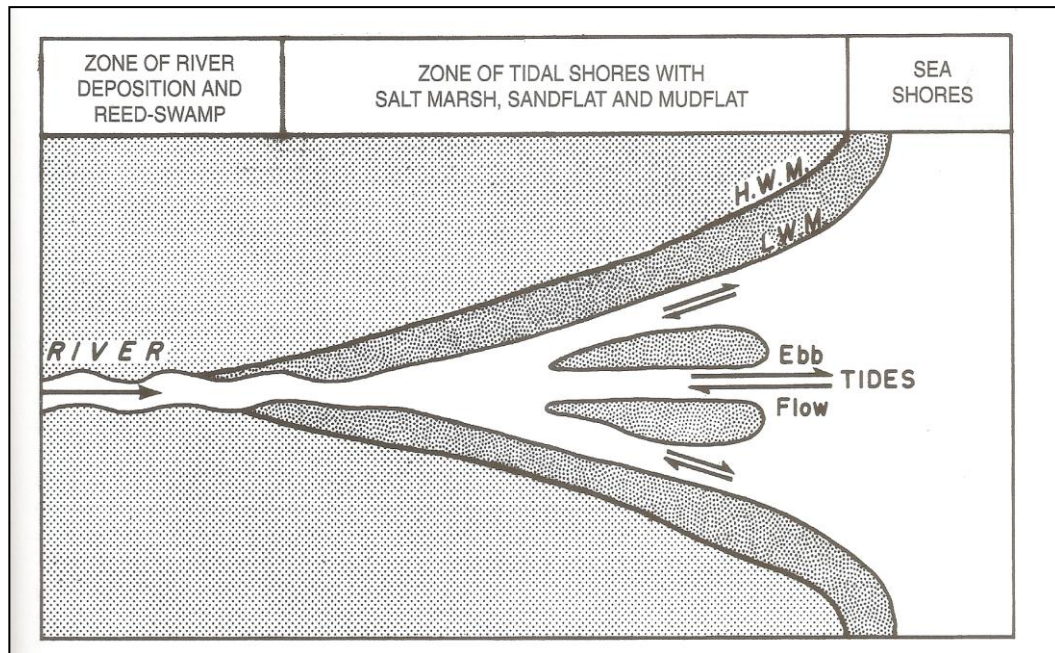


Figura 28 – Zonas estuarinas segundo Bird.  
Fonte: Bird, 2000

Para Pritchard (apud Davis Jr. et.al., 2004, p.280) a classificação de um estuário é baseada na maneira como a água doce e a água salgada se interagem. Assim, classificou em três tipos:

i) *estratificado*, onde o estuário é essencialmente separado, ou seja, a massa de água doce não se mistura com a salgada por falta de ondas ou fortes correntes; ii) *parcialmente misturado*, onde há pouca mistura de água doce com água salgada; e iii) *misturado*, onde há interação da água doce com a salgada devido a influência das ondas e fortes correntes (Figura 29).

Os estuários são diretamente influenciados pelo rio ou pelos processos de maré com influência de ondas e profundidade da bacia do estuário como dito anteriormente. Água doce e sedimentos são fornecidos para o estuário pela descarga do rio (DAVIS Jr. et.al., 2004).

Os mesmos autores afirmam que a quantidade de água e sedimentos que são entregues é importante para a vida e longevidade do estuário.

Uma maneira de classificar estuário é por meio de um modelo proposto por Davis Jr. et.al., 2004 que subdivide em três partes o estuário: i) área em direção terra que

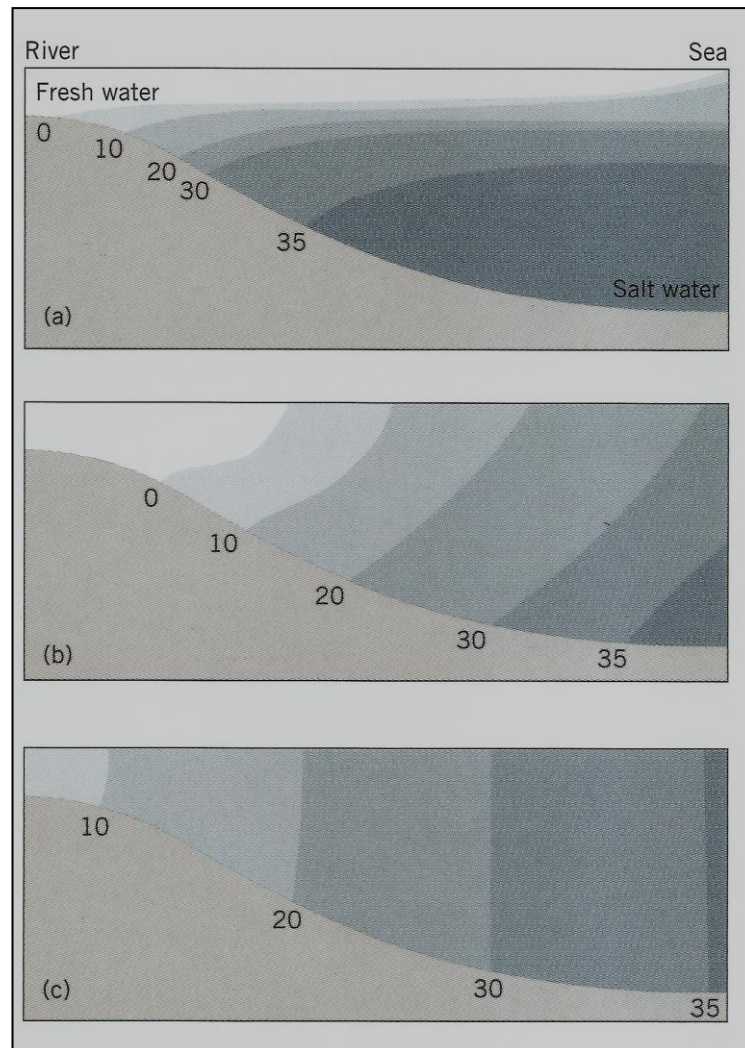


Figura 29 – Classificação de estuários proposta por Pritchard, 1955 que inclui: (a) estuário estratificado; (b) estuário parcialmente misto; (c) estuário totalmente misto. Fonte: Davis Jr. et.al., 2004.

recebe influência do rio; ii) o meio, que é a área verdadeiramente estuarina; e iii) área em direção ao mar com influência marinha (Figura 30).

Dessa maneira, conforme outros autores já citados acima, Davis Jr. et.al., (2004) identifica dois tipos morfodinâmicos para estuários: os dominados por ondas e os dominados por maré.

Ainda prossegue afirmando que, os estuários dominados por maré são em forma de funil e recebem forte influência da maré. A consequência é um estuário totalmente misturado por conta da influência das correntes de maré (Figura 31).

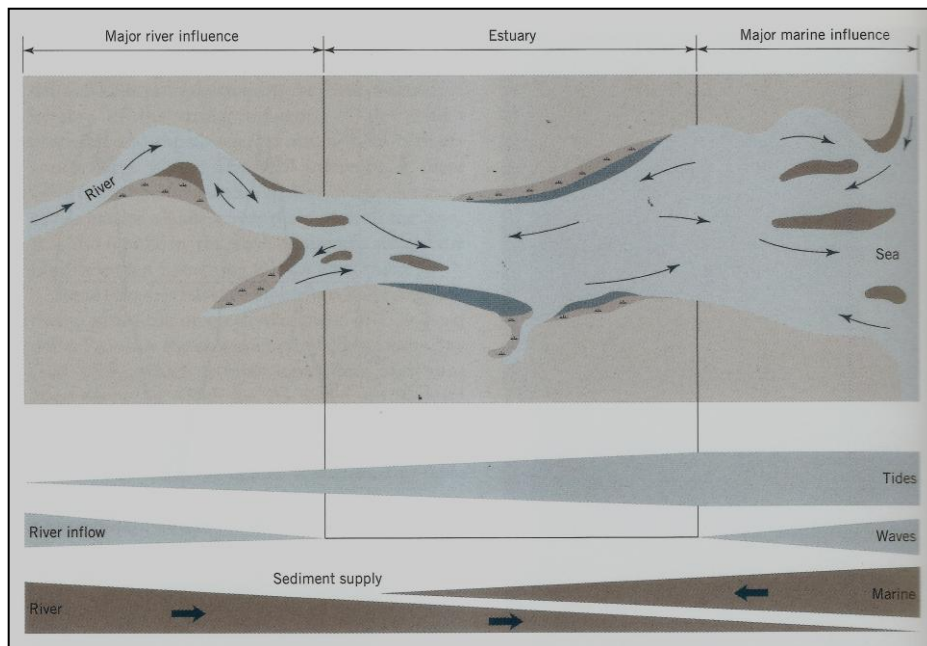


Figura 30 – Subdivisão de estuário proposta por Davis Jr. et.al., 2004.  
Fonte: Davis Jr. et.al., 2004.

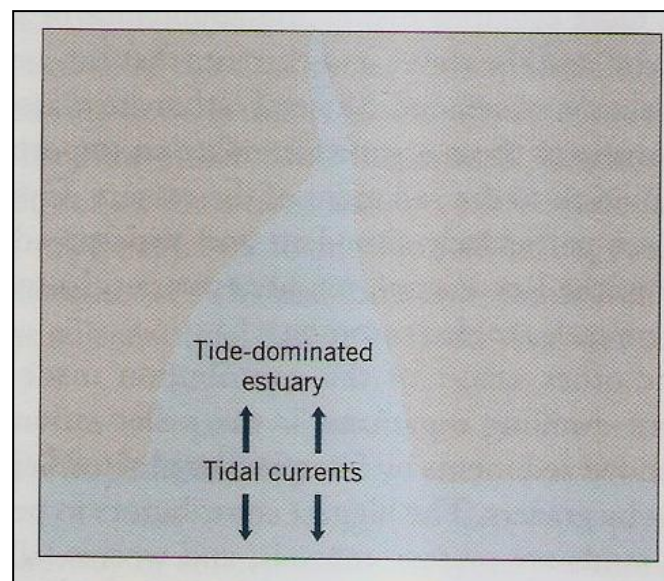


Figura 31 – Estuário dominado por maré. Fonte: Davis Jr. et.al.; 2004.



Davis Jr. et.al., (2004) finaliza destacando que os estuários dominados por ondas estão ligados a energia das ondas na costa. O resultado é um tipo de barreira na boca do estuário (Figura 32).

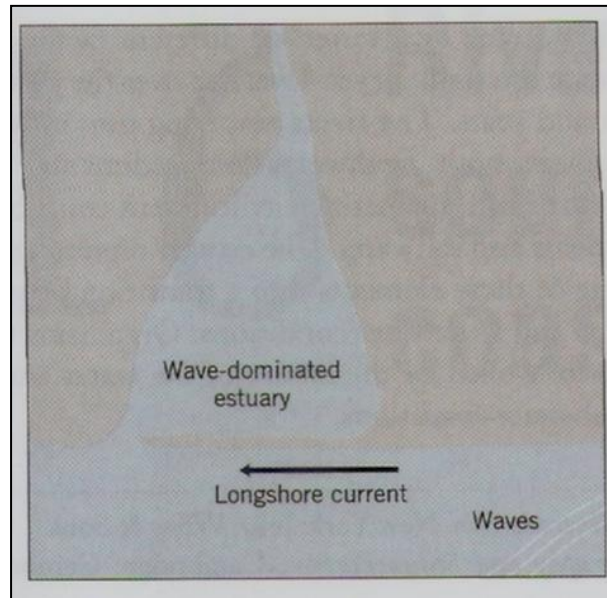


Figura 32 – Estuário dominado por ondas.  
Fonte: Davis Jr. et.al.; 2004.

#### 4.4 BIOGEOGRAFIA DE MANGUEZAIS

Ainda é comum, até mesmo no meio científico, confundir o termo *manguezal* com *mangue*. Para Suguio, 1992, *manguezal* pode ser definido como um ambiente caracterizado pela associação de árvores e arbustos, além de gramíneas, todas plantas halófitas (vivem em meio salino), que se desenvolvem em planícies de maré protegidas, margeando lagunas e estuários de regiões quentes e úmidas. Suguio, (op.cit) também define *mangue* como sendo o termo coletivo usado para gêneros de plantas halófitas características de regiões costeiras tropicais ou subtropicais.

Segundo Tomlinson (1994) a palavra *mangrove* tem sido usada para referir-se tanto às plantas quanto à comunidade como um todo. Comunidade esta que contém plantas de mangue.

Chapman (1975) afirma que manguezais são essencialmente característicos dos trópicos e subtropicais sendo a maioria das espécies que ocupam essas áreas pantanosas compostas por árvores e arbustos.

Para Snedaker (1982) os manguezais são um grupo taxonomicamente diverso de floresta espermatófito (que se desenvolve ainda dependente da planta-mãe), os quais possuem uma habilidade comum para sobreviver e perpetuar-se a si próprios ao longo de costas tropicais abrigadas em ambientes salinos, sobre a influência da maré.

Para Vale (2004, p.200):

manguezal constitui um “ecossistema” costeiro estuarino, constituído pelas angiospermas e criptógamas, que apresenta ampla distribuição geográfica, ocupando a faixa intertropical do planeta. Esta distribuição pode ser verificada também nas regiões subtropicais, apresentando, contudo, bosques floristicamente menos diversos e com desenvolvimento estrutural reduzido em função das condições ecológicas já possuírem, nestas latitudes, características adversas ao pleno desenvolvimento dos manguezais.

Segundo Carmo et. al., (2005) o manguezal é um ecossistema costeiro de transição entre os ambientes terrestre e marinho, característico de regiões tropicais e subtropicais sujeito ao regime de marés.

Ocorre em regiões costeiras abrigadas como estuários, baías e lagunas, e apresenta condições propícias para alimentação, proteção e reprodução para muitas espécies animais, sendo considerado importante transformador de nutrientes em matéria orgânica e gerador de bens e serviços (Schaeffer-Novelli, 2005).

Existem diversos autores que tentam em seus estudos, explicar a origem e atual configuração dos manguezais. Dentre eles pode-se destacar Chapman (1975; 1976), McCoy & Heck (1976), Tomlinson, (1986), Snedaker (1982) dentre outros.

Segundo Vale (2004) com exceção de McCoy & Heck (1976), a maioria dos autores são unânimes em afirmar a existência de um centro de origem, a partir do qual dos mangues dispersaram-se, ocupando as costas dos continentes e ilhas ao redor do mundo ao longo da evolução geológica da Terra.

Segundo Walsh *apud* Chapman (1975, p.7):

o melhor grau de desenvolvimento do manguezal dependeria de cinco requisitos: (1) temperaturas tropicais (com temperatura superior a 20°C); (2) substratos predominantemente lodosos; (3) áreas abrigadas, livres da ação de marés fortes; (4) presença de água salgada, pois as plantas de mangue são halófitas; (5) elevada amplitude de marés.

Um distinto caráter do mangue é sua diversidade: a feição mais consistente é a própria vegetação facilmente reconhecível porque são poucas espécies sendo a *Rhizophora mangle* a mais comum dentre elas (Tomlinson, 1994).

Nesse sentido, Ding Hou (1960); Van Steenis (1962) *apud* Chapman (1975) sugeriram que os gêneros *Rhizophora* e *Avicennia* originaram-se na Região Indo-Pacífica e se espalharam em direção ao leste das Américas e em direção ao oeste para o leste da África.

Chapman (1975, p.8) afirma que:

a ampla distribuição de *Rhizophora* e *Avicennia* deve-se ao fato de que estes foram os primeiros que evoluíram durante o Cretáceo Superior, migrando a partir do centro de origem, através do Mar de Tethys, alcançando a costa oeste da África e o leste das Américas, cruzando o istmo do Panamá e chegando, então, à costa das Américas (Figura 33).

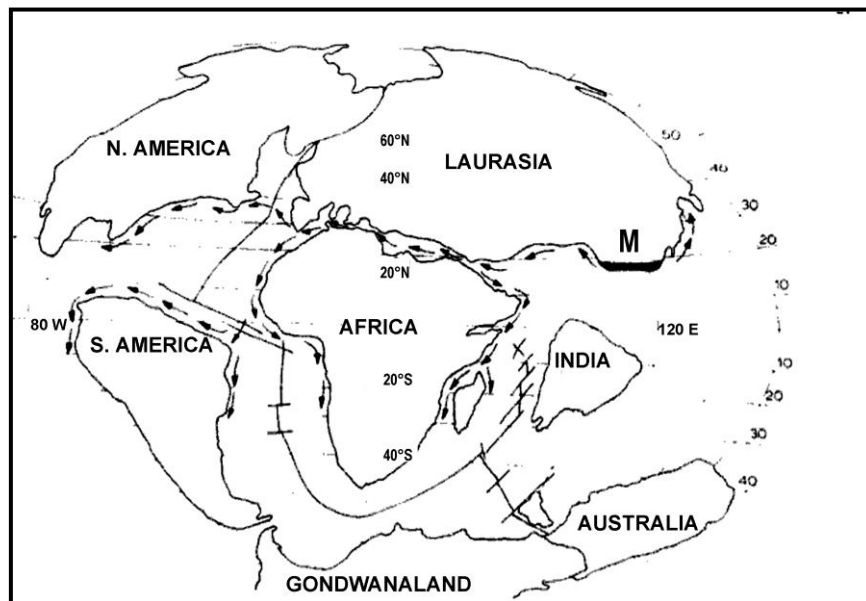


Figura 33 – Configuração aproximada dos continentes no final do Cretáceo. Fonte: Chapman, 1975 – modificada por Thayana C. Wanderley, 2012.

Com base na figura 33 nota-se a idéia do autor em relação as possíveis rotas de dispersão de *Rhizophora* e *Avicennia*. A letra **M** representa o possível centro de origem desses dois gêneros que ao longo do tempo foram se espalhando para as diversas regiões do globo, inclusive na América do Sul.

Com isso confirma-se a idéia de que a questão da Deriva Continental tem que ser levada em consideração quando se discute sobre a distribuição dos manguezais no Globo terrestre. Chapman (1975) afirma que evidências a partir da estrutura geológica dos continentes, o magnetismo das rochas continentais e a estrutura das bacias oceânicas forçam a aceitar a teoria da deriva continental.

De acordo com a teoria da Deriva Continental, quando a massa original da Terra (Pangea) existiu durante o período Permiano, há 280 milhões de anos atrás formando um único continente, as angiospermas (plantas que produzem raiz, caule, folha, flor, semente e fruto) ainda não haviam aparecido sobre a superfície da Terra. Na Era Mesozóica a grande massa de terras começou a separar-se. Os continentes Laurásia separou-se de Gondwana, dando origem ao Mar de Tethys. Os movimentos de placas são muito importantes porque a evolução das angiospermas estava ocorrendo ativamente e o habitat dos manguezais poderia ter se expandido (Chapman, 1975).

Segundo Chapman (*op.cit.*):

Há 75 milhões de anos, no fim do Cretáceo e início do Era Cenozóica, a placa que carregava a Índia estava em posição oposta a Madagascar e África. Estes movimentos são muito importantes porque, no final do Cretáceo e começo do Eoceno, estava ocorrendo a evolução das angiospermas e o habitat dos manguezais poderia estar se expandindo.

Segundo Woodroffe et.al. (1991) a distribuição dos manguezais também está dividida em duas regiões distintas: a região do Novo Mundo, compreendendo as Américas e a costa oeste da África e a região do Velho Mundo representada pela costa leste da África, Ásia, Austrália e Oceania (Figura 34).

Woodroffe (*op.cit.*) ainda afirma que em termos de biodiversidade, a região do Novo Mundo é mais pobre em espécies. A maioria da área é dominada por três espécies:

*Rhizophora mangle* L.; *Avicennia germinans* (L.) Stearn e *Laguncularia racemosa* (L.).

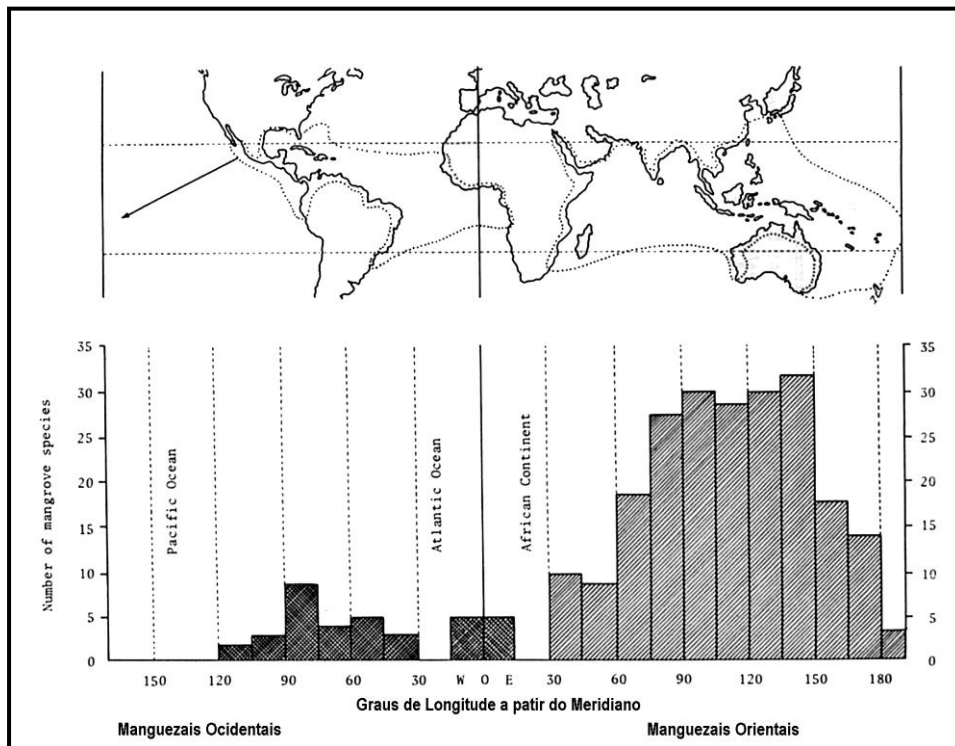


Figura 34 – Distribuição generalizada dos manguezais. Acima os limites para todas as espécies. Abaixo, histograma apresentando o número aproximado de espécies de mangue a cada 15° de longitude. Fonte: Tomlinson, 1986 – modificado por: Thayana C. Wanderley, 2012.

Conforme se observa na figura 34, o número de espécies de mangue no Velho Mundo é muito superior ao do Novo Mundo. Na primeira área, segundo Tomlinson (1975 apud VALE, 2004), o número de espécies de “mangues verdadeiros” é 40 e na segunda é de apenas 8. Entretanto, a disparidade entre o número da rica flora do Velho Mundo e da pobre do Novo Mundo pode diminuir se alguns pesquisadores admitirem os mangues associados como flora componente do mangue do Novo Mundo.

Segundo Schaeffer-Novelli *et al.* . (1980 apud VALE, 2004) no Brasil ocorrem cinco espécies de mangue: *Rhizophora mangle*, *Rhizophora mucronata*, *Avicennia schaueriana*, *Avicennia germinans* e *Laguncularia racemosa*.

Quanto a distribuição de manguezal na costa brasileira, esta apresenta diferentes formas de relevos costeiros, incluindo rias, baías, enseadas, costões rochosos,



deltas, estuários e lagunas costeiras que possibilitam a ocorrência dos mangues em diversos trechos da costa (VALE, 2004).

Ao longo do litoral, tais formas encontram-se sob a influência de diferentes tipos climáticos e diferentes morfoestruturas. Esse fato levou Schaeffer-Novelli *et al.* (1986) a dividir o litoral do Brasil em oito Unidades Fisiográficas Ambientais, assim delimitadas: Cabo Orange (04°30'N) ao Cabo Norte (01°40'N); Cabo Norte à Ponta Coruçá (00°36'S); Ponta Coruçá a Ponta Mangues Secos (02°15'S); Ponta Mangues Secos ao Cabo Calcanhar (05°08'S); Cabo Calcanhar ao Recôncavo Baiano (13°00'S); Recôncavo Baiano ao Cabo Frio (23°00'S); Cabo Frio a Torres (29°00'S) e de Torres ao Chuí (33°45'S). Das oito Unidades, apenas na última não ocorrem os manguezais conforme mostrado na tabela 1.

O Espírito Santo está inserido na Unidade VI, entre o Recôncavo Baiano e o Cabo Frio. Os manguezais distribuem-se de norte a sul da costa capixaba, desde o município de Itaúnas, ao norte, até o município de Presidente Kennedy, ao sul. As maiores concentrações de manguezais estão no estuário do rio São Mateus, Rios Piraquê-Açú e Piraquê-Mirim, na baía de Vitória e no rio Benevente (VALE, 2004).

## **5 RESULTADOS E DISCUSSÕES**

A partir do que foi realizado em campo, em laboratório e em gabinete, pode-se fazer algumas importantes discussões, respondendo aos objetivos propostos nesta pesquisa.

### **5.1 Uso e ocupação da terra**

Tendo em vista a elaboração do mapa de uso e ocupação da terra, bem como a do mapa das unidades de relevo do maior recorte espacial definido para esta pesquisa, pode-se fazer as seguintes considerações.

Foi possível observar que a unidade de relevo denominada por Tabuleiros Costeiros é predominante sobre as demais unidades, ocupando 68% do total da área. Sobre

esta unidade há o predomínio da monocultura do eucalipto que ocupa 46,5% da área (Figuras 35 e 36). Este cultivo ocupa os platôs costeiros e as colinas terciárias. A segunda maior ocupação sobre estes terrenos corresponde às áreas de florestas de matas ciliares, que representam 10,7% do total do uso da terra, ocupando 56,9 km<sup>2</sup>. Provavelmente, esta mata ciliar ocupava parcial ou totalmente os terrenos terciários, distribuindo-se sob os relevos mais elevados, de topos planos e convexos, constituindo Matas de Tabuleiro, que deram lugar ao plantio de eucalipto (Figura 37 e Tabela 3).

A segunda maior unidade de relevo é a Planície Costeira, que ocupa 24%, cuja área corresponde a 124,93km<sup>2</sup>. Sobre esta unidade ocorre a vegetação de Restinga, ocupando 9,28% dos terrenos, com 49,2km<sup>2</sup>, encontrando-se ora bem preservada, ora parcialmente alterada, tendo sido usada para extração de madeira pelos moradores locais (Fernandes, 2008). Nesta unidade também encontram-se outros usos em quantidades menores tais como cultivo de côco que está inserido no quantitativo de plantios agrícolas representando 8,87% da área e pastagem que representa 9,97% da área (Figura 37 e Tabela 3).

Tabela 3 – Uso e Ocupação da área de estudo

UNIDADE	AREA (%)	AREA (km <sup>2</sup> )	USOS	PERCENTUAL DO USO	AREA (Km <sup>2</sup> )
Tabuleiros Costeiros	68,0	362,99	Eucalipto	46,5%	56,9 km <sup>2</sup>
			Mata ciliar	10,7%	13,1 km <sup>2</sup>
Planície Costeira	24	124,93	Restinga	9,28%	49,2 km <sup>2</sup>
			Cultivo de côco	8,87%	47,0 km <sup>2</sup>
Planície-Flúvio Marinha	5,0	25,6	Pastagem	9,97%	53,0 km <sup>2</sup>
			Urbano	5,9%	31,2 km <sup>2</sup>
			Manguezal	2,3%	12,1 km <sup>2</sup>
			Extratativismo mineral	0,42%	2,23 km <sup>2</sup>

Elaborado por: Thayana C. Wanderley.

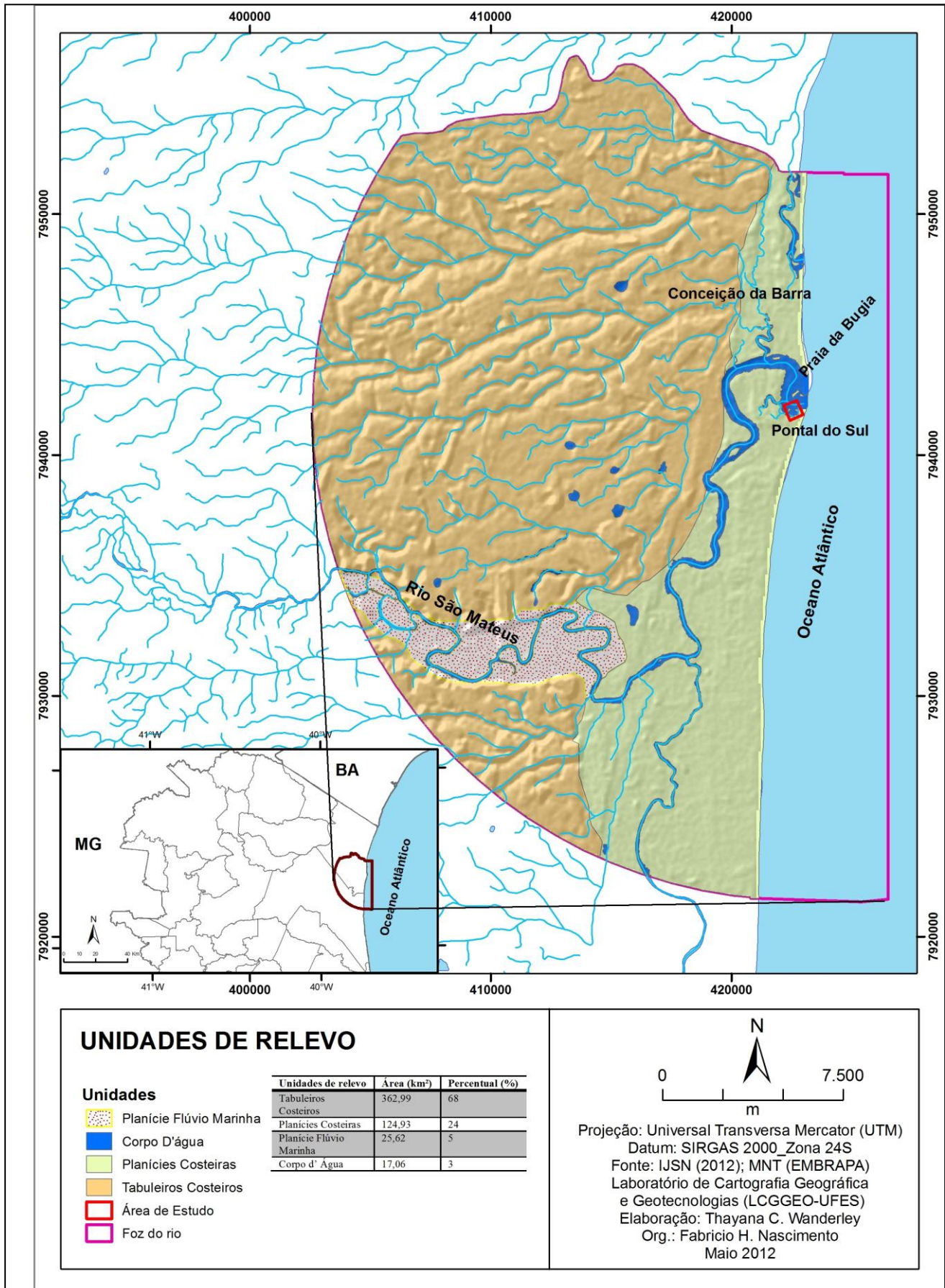


Figura 35 – Unidades de relevo da área. Elaborado por: Thayana C. Wanderley.



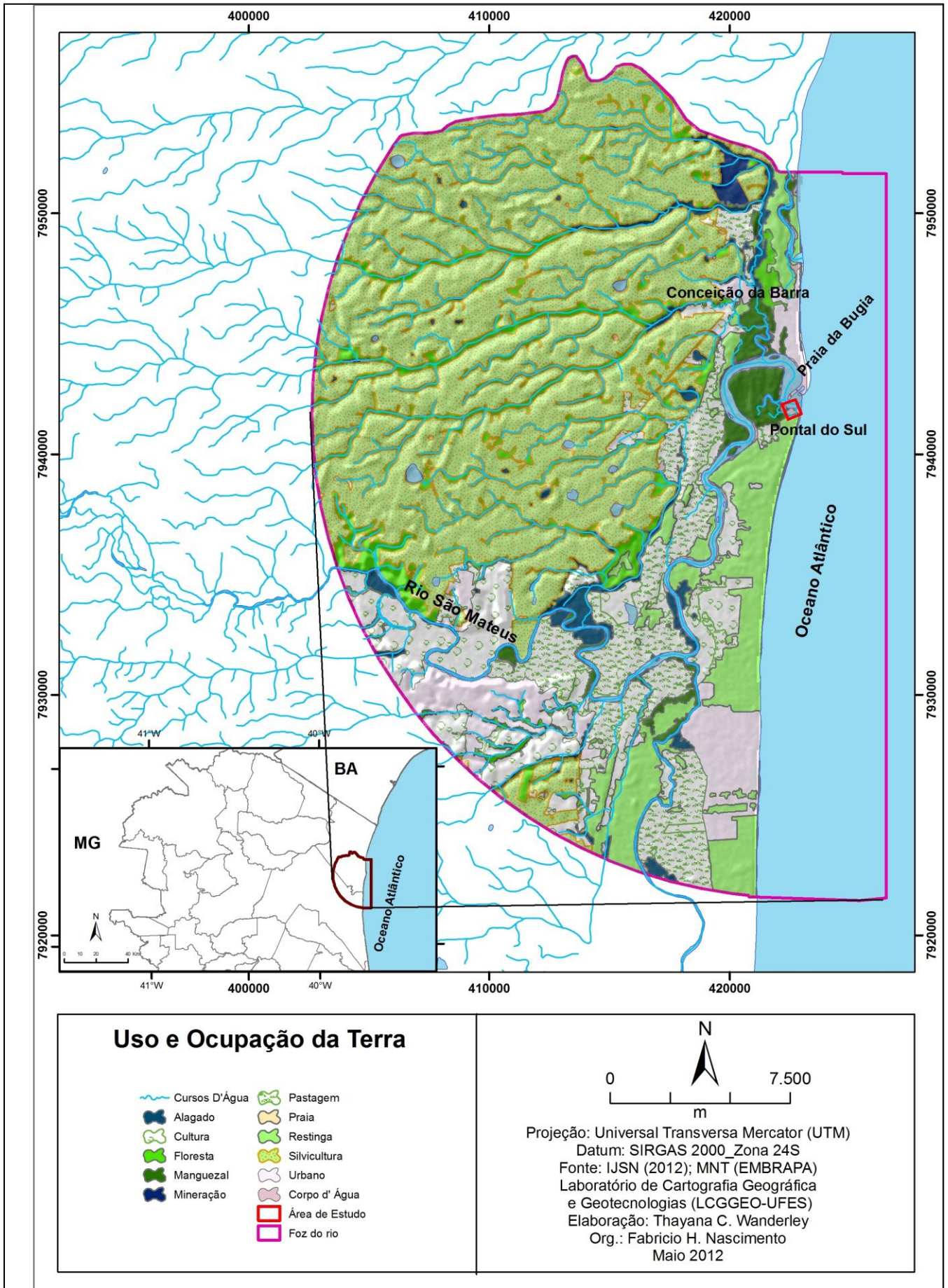


Figura 36 – Uso e ocupação da terra. Elaborado por: Thayana C. Wanderley, 2012.

Outra unidade de relevo evidente na área é a Planície Flúvio-Marinha, que ocupa 4,8%, cuja área é de 25,6 km<sup>2</sup>. Sobre esta unidade é possível encontrar pastagem e culturas diversificadas bem como mineração, manguezal e área de perímetro urbano (Figura 37).

A pastagem representa 9,97% de ocupação, ou seja, aproximadamente 53,0 km<sup>2</sup> de toda a área ocupada, seguida de culturas diversas com 8,87% que correspondem 47,0 km<sup>2</sup> de área. Já o manguezal representa 2,3% da área representando 12,1 km<sup>2</sup>. A mancha urbana está mais concentrada na margem esquerda do rio e representa 5,9% de ocupação, valor este, que corresponde a 31,2 km<sup>2</sup> de área.

Conforme observado na figura 37 a região possui atividades ligadas ao extrativismo mineral, ou seja, refinarias de petróleo, que representam 0,42% de uso da terra que equivale a 2,23 km<sup>2</sup> de área.

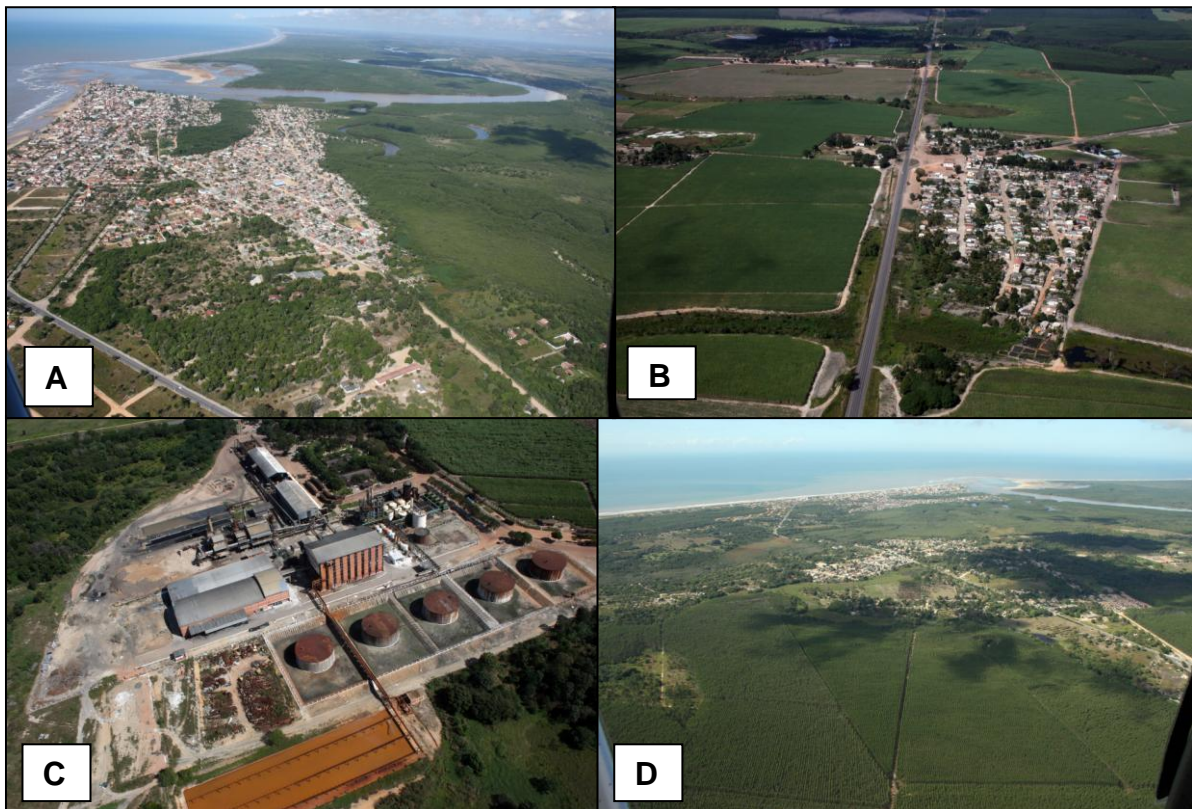


Figura 37 – Uso e ocupação da terra na área em estudo. (a) ocupação urbana; (b) usos agrícola; (c) refinaria de petróleo; (d) monocultura de eucalipto.



## 5.2 Análise da evolução geomórfica da foz do rio São Mateus

Para entender a configuração geomórfica da foz do rio São Mateus e adjacências a partir de 1970 até os dias atuais foi necessário fazer observações dos mapeamentos realizados por Vale (1999), bem como aqueles realizados por Dell’Orto e Silva (2010). A série de mapeamentos, assim como o monitoramento realizado por Vale desde 1994 até os dias atuais, incluindo a pesquisa que ora se apresenta, possibilita a compreensão da atual configuração da foz do rio São Mateus e a distribuição de seus manguezais. Foi também de grande relevância o levantamento dos dados de precipitação para compor uma Normal Climatológica para o período de 1982 a 2011, bem como a utilização dos dados pluviométricos levantados por Vale (1999). Dessa forma, a discussão que se segue é o resultado da correlação destes dados com aquele monitoramento.

Segundo Albino et al., (2006:240)

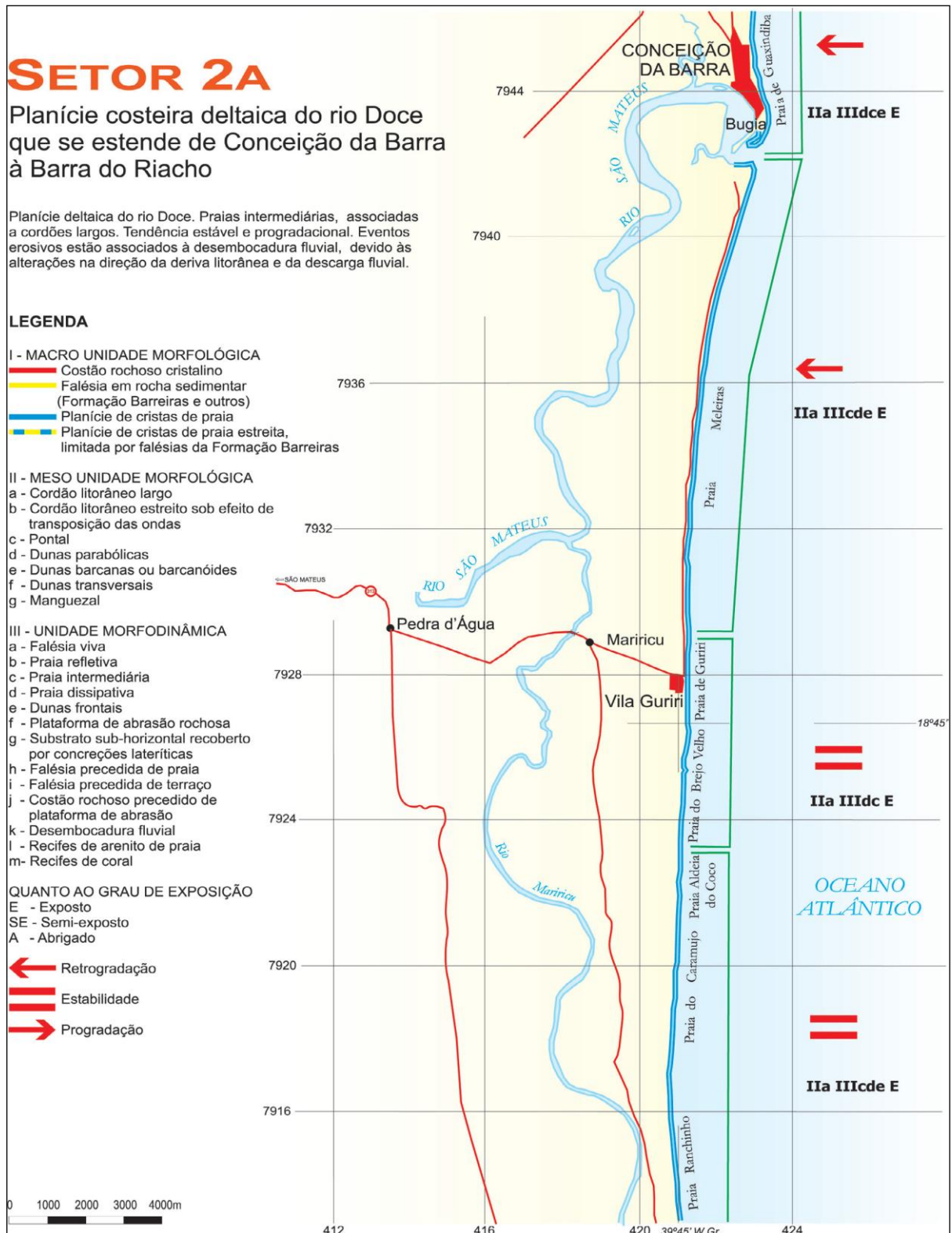
No Setor 2A<sup>9</sup> [...], situada na margem sul do rio São Mateus, e, portanto associada ao evento erosivo de Bugia, Conceição da Barra, a praia de Meleiras apresenta evidências de alcance das ondas durante o espraiamento sobre o cordão litorâneo vegetado. Estas evidências são representadas por *overwash* sobre a vegetação de restinga e pela abundância de raízes suspensas na base do cordão. Por se tratar de uma praia com pequena declividade da antepraia, é esperado que este alcance seja comum em situações de maré alta e/ou de maior intensidade de ondas e ventos.

Conforme se observa na figura 38, que se refere ao setor 2A do trabalho de Albino et al. (2006) o trecho estudado do litoral do Espírito Santo encontra-se em retrogradação, que corrobora com as considerações realizadas nesse trabalho.

Comparando os mapeamentos feitos da área estudada nos anos de 1970, 1991, 1997 feitos por VALE (1999), com o de 2008 feito por DELL’ORTO e SILVA (2010), com os que estão sendo apresentados agora, fazem-se as seguintes considerações, conforme se segue.

---

<sup>9</sup> O Setor 2 para Albino et al. (2006), corresponde à planície costeira deltaica do rio Doce que estende-se de Conceição da Barra a Barra do Riacho, da qual faz parte a planície flúvio-marinha do rio São Mateus, Conceição da Barra, ES.



A foz do rio São Mateus, aparentemente, apresentava no ano de 1970 forte influência da corrente de deriva litorânea no sentido norte-sul, uma vez que percebe-se nitidamente uma barra fluvial na margem esquerda do rio São Mateus resultante da predominância dessa corrente neste trecho da costa (Figura 39). Essa barra

fluvial apresentava-se com aproximadamente 1 km de extensão e 400 metros de largura. Esta feição não apresentava ocupação humana, exceto pela presença de um pequeno cultivo de côco. São nítidos, nesse momento, grandes bancos de sedimentos que entulham a foz, característica inerente aos estuários tropicais.

A foz do rio São Mateus apresentava um *delta de maré vazante*<sup>10</sup> formado pelo acúmulo de sedimentos flúvio-marinho. Nesse sentido, a descarga fluvial parece exercer o papel de um “molhe hidráulico”<sup>11</sup> tão bem explicado por Martin et al., (1997). Não era observado nenhum tipo de processo erosivo na praia da Bugia, principal balneário de Conceição da Barra.

À margem direita apresentava uma barra fluvial pouco desenvolvida, mas a praia apresentava largura semelhante à praia da Bugia.

O trecho do bosque de mangue, que viria a ser estudado por Vale (1999), onde se localiza os transectos 1 e 2, não apresentava, aparentemente, processo de acumulação/erosão flúvio-marinha. Conforme foi percebido durante a fotointerpretação da série de 1970.

A partir dos dados de precipitação da década de 1970 analisados por Vale (1999), conforme segue o gráfico 1, é possível perceber que o ano de 1978 foi o mais chuvoso com cerca de 1588,7 mm, seguido pelos anos de 1971 e 1979, que registraram 1517,3 mm e 1508 mm, respectivamente. Tais valores ficaram acima da média deste período que foi de, aproximadamente, 1002 mm. Os anos de 1974, 1973 e 1977, ao contrário da situação descrita acima, foram os que apresentaram índices pluviométricos mais baixos, com 1165,3 mm, 1266 mm e 1304,7 mm respectivamente. Ainda assim foram valores acima da média do período. Observa-se no gráfico que há uma lacuna para os anos de 1970, 1972 e 1976, o que impossibilitou compor uma Normal Climatológica.

---

<sup>10</sup> Delta de Maré Vazante: deltas formados no lado do oceano aberto e no interior de laguna, de um braço de maré que corta uma ilha-barreira que transportam areias para dentro durante a maré enchente e para fora durante a maré vazante de uma laguna (SUGUIO, 1992).

<sup>11</sup> Estruturas marítimas, ancoradas em terra, geralmente construídas de modo a estender-se além da zona de arrebatamento impedindo completamente o trânsito litorâneo dos sedimentos (MARTIN et. al.1997).



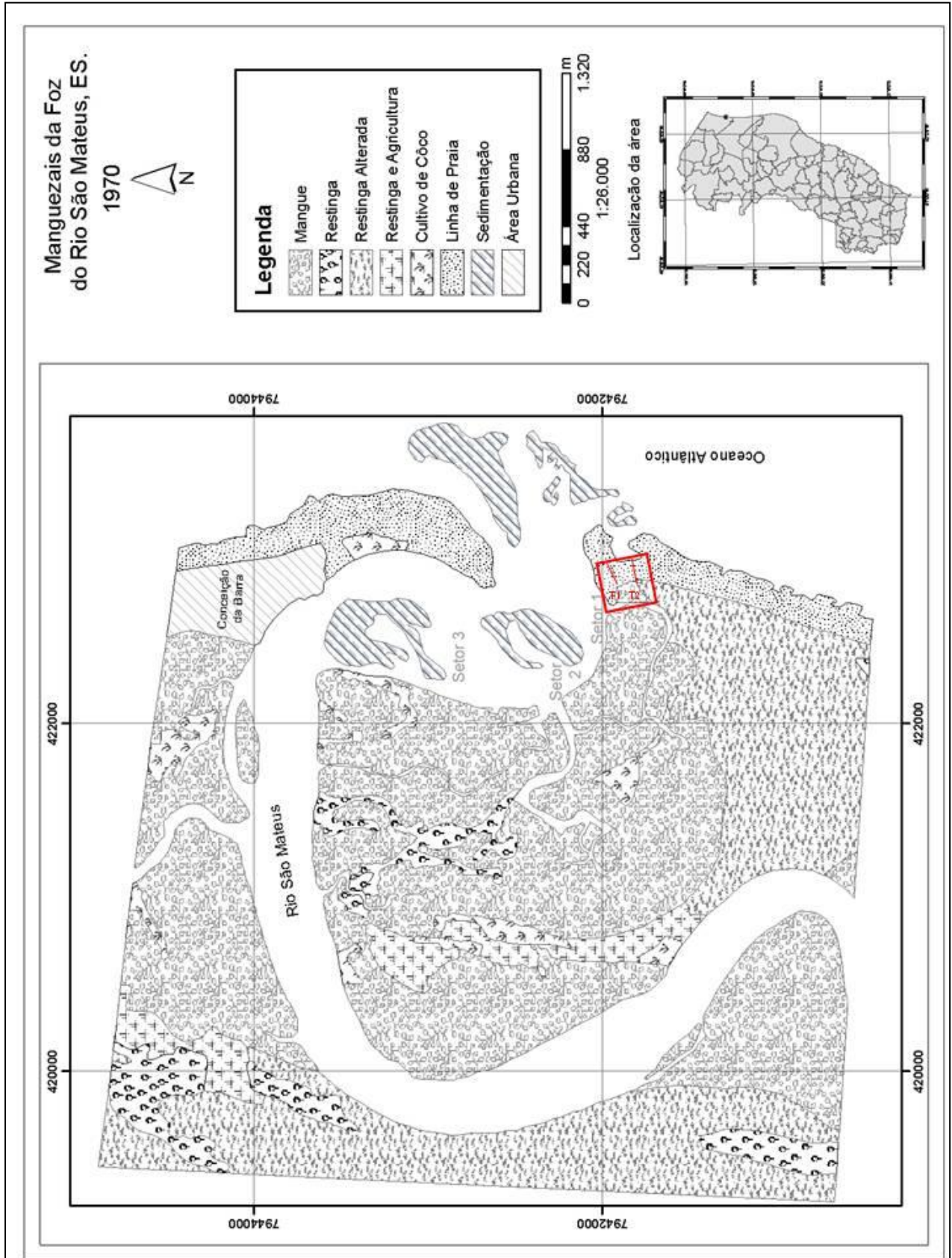


Figura 39 – Mapa da foz do rio São Mateus de 1970. Fonte: Vale, 1999.

Os índices pluviométricos elevados podem ter causado a grande acumulação de sedimentos, provocando o entulhamento da foz. Todavia não se pode esquecer a influência das ondas, correntes e marés no processo da dinâmica estuarina.

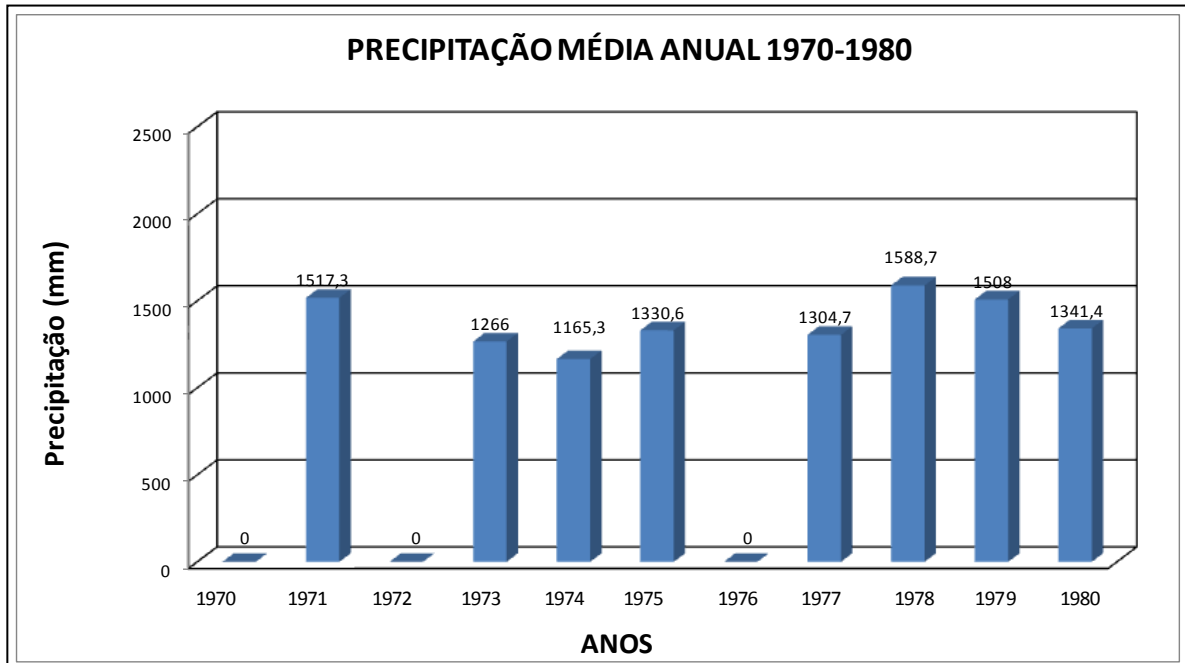


Gráfico 1 – Precipitação anual do período de 1970 a 1980. Fonte: Incaper, 1991.  
Elaborado por: Thayana C. Wanderley, 2012.

Observando o gráfico 1 para a Normal Climatológica<sup>12</sup>, para o período de 1981 a 2011, várias considerações associadas às condições morfológicas da foz podem ser feitas (Gráfico 2).

Após 21 anos, em 1991, a configuração da foz, bem como a distribuição dos manguezais havia sofrido profundas transformações. A barra fluvial à margem esquerda do rio São Mateus encontrava-se ocupada pela população local e apresentava-se adelgada, com aproximadamente 2 km de comprimento e 120 metros de largura, infletida para o interior da laguna estuarina (Figura 40).

<sup>12</sup> A Normal Climatológica é composta por dados fornecidos pela Estação Meteorológica Automática de São Mateus, cujo responsável é o INMET.

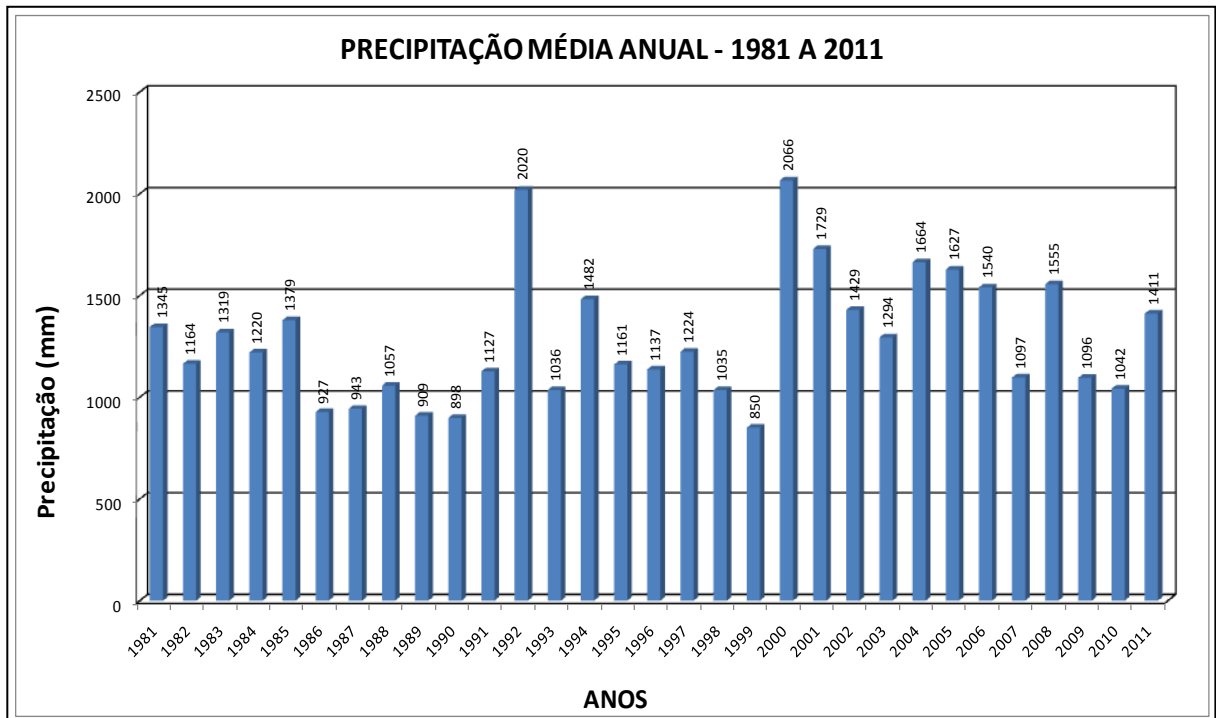


Gráfico 2 - Precipitação anual de 1981 a 2011. Fonte: Incaper, 2012.  
Elaborado por: Thayana C. Wanderley, 2012.

Percebe-se que no interior desta laguna estuarina ainda persistiam alguns bancos sedimentares, estando o maior deles colonizado por manguezais. Nessa época os problemas de erosão costeira na praia da Bugia já estavam bem avançados, trazendo grandes transtornos à população local. Também era evidente a erosão fluvial no porto de Conceição da Barra (Figura 41).

No gráfico da Normal Climatológica (Gráfico 2) percebe-se que os anos de 1986 a 1991 houve uma considerável diminuição da precipitação, ficando os índices abaixo da média da Normal que é de 1283,2mm. Isso pode ter gerado uma mudança do curso do rio na sua embocadura com relevante modificação na trajetória do seu canal mais profundo. Observando a figura 40 vê-se claramente à margem direita que o canal fluvial em 1991 apresenta uma estreita abertura, tudo indica que a força da água provoca erosão nessa margem, onde se localiza o setor 1 denominado por Vale (1999) e os transectos 1 e 2 monitorados nesta pesquisa.

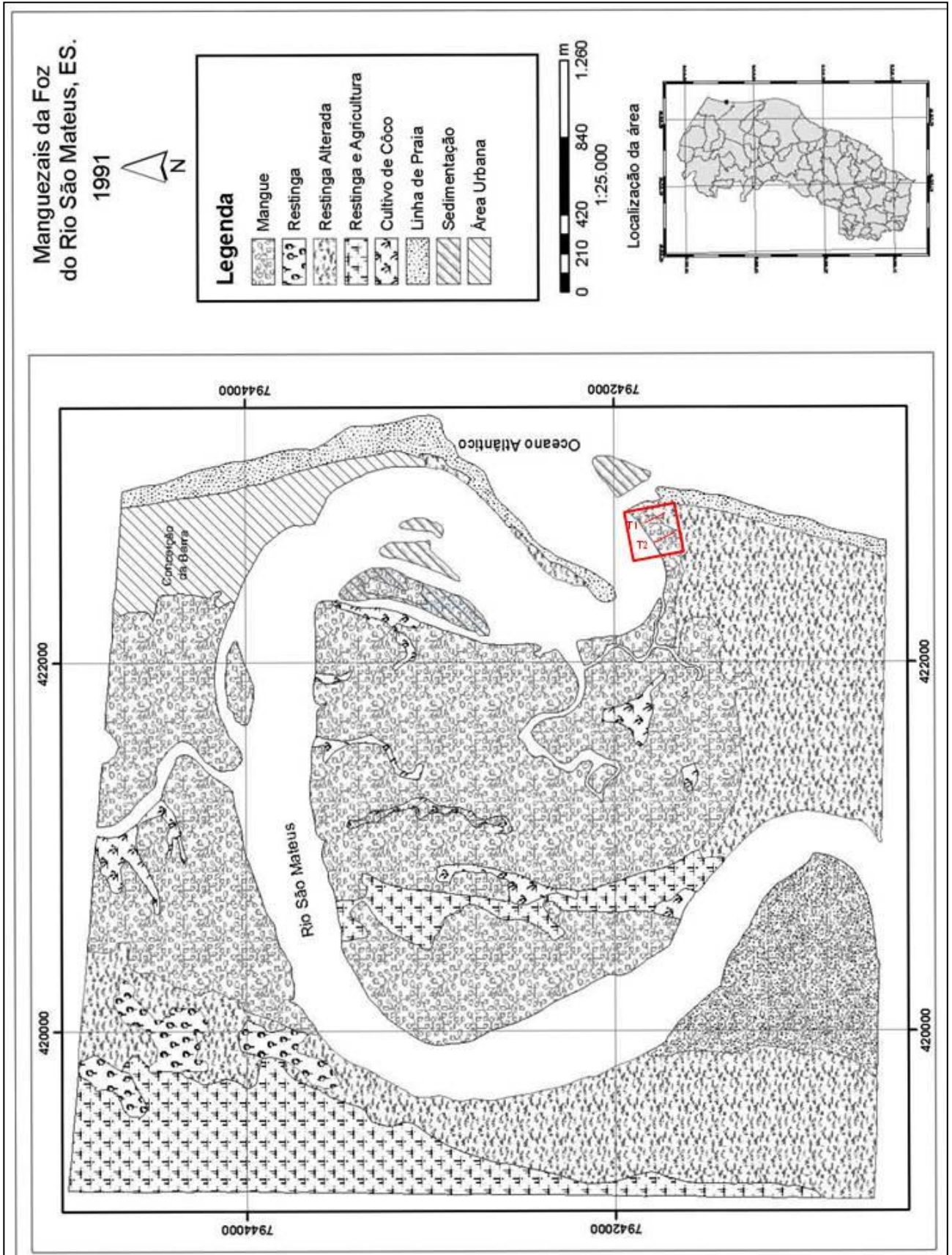


Figura 40 - Mapa da foz do rio São Mateus em 1991.





Figura 41 - Evidente processo de erosão fluvial no porto de Conceição da Barra, ES, 1998.  
Fonte: Acervo Cláudia Câmara do Vale.

Em 1991 o estuário havia perdido cerca de 650.000 m<sup>2</sup> de manguezal que estava localizado à margem direita do rio (Vale e Ferreira, 1998). Observando o gráfico da Normal Climatológica para o período analisado, vê-se que o ano de 1992 teve uma precipitação de 57% acima da média, com 2020 mm (Gráfico 2). Situação semelhante pôde ser observada nas Estações Meteorológicas de Ecoporanga e de Boa Esperança, com precipitação de 2380,7 mm e 1733,2 mm, respectivamente (Vale e Ross, 2011).

Observando os dados da Normal Climatológica, vê-se que em 1992 a precipitação média foi de 2020 mm. Portanto, o rompimento da barra fluvial da margem esquerda do rio São Mateus deve ter ocorrido em função desses elevados índices pluviométricos apresentados pelas estações meteorológicas acima mencionadas (Gráfico 2). Provavelmente essa ruptura não foi abrupta, mas tão pouco, lenta. Tal processo ocasionou de imediato a perda de residências de mais de 100 famílias de pescadores que ocupavam indevidamente a barra fluvial (AQUACONSULT, 1994).

Segundo Vale (1999) no ano de 1994 quando a mesma iniciou o monitoramento da foz do rio São Mateus, já era observado o intenso processo de erosão sobre a praia da Bugia e o início da destruição deste trecho da cidade. Observou também à margem direita que os processos flúvio-marinhos entulhavam o bosque de areia fazendo com que as árvores de *Rhizophora mangle*, tivessem seu sistema radicular soterrado por areia e tombassem ainda vivas. Já era possível verificar um depósito arenoso que estava sofrendo processo de colonização por vegetação halófito-psamófito como *Ipomoea sp* (Figura 42 e 43).



Figura 42 - Intenso processo de erosão sobre a praia da Bugia e o início da destruição deste trecho da cidade. Fonte: Acervo fotográfico de Cláudia Câmara do Vale.

Observando o mapeamento de 1997 (Figura 44) realizado por Vale (op.cit.) nota-se que a foz apresenta como configuração mais destacada a barra fluvial crescente à margem direita e o isolamento do banco arenoso vegetado que sobrou do processo de rompimento da antiga barra fluvial da margem esquerda do rio. Essa situação gerou um ambiente protegido do embate das ondas e das marés, que favoreceu, a partir de então, uma condição de lenta acumulação de sedimentos que vai proporcionar a colonização por mangues. É nesse trecho do bosque, tipo franja, que Vale (1999) denominou por Setor 1, no qual plotou os transectos 1 e 2, que ora

estão sendo revistos nesta pesquisa que na época constituíam linha d'água (Figuras 45 e 46).



Figura 43 - Soterramento do bosque com areia mostrando as árvores de *Rhizophora mangle*, tombando ainda vivas. Fonte: Acervo Cláudia Câmara do Vale.

Observando o mapeamento de 1997 realizado por Vale (op.cit.) nota-se que a foz apresenta como configuração mais destacada a barra fluvial crescente à margem direita e o isolamento do banco arenoso vegetado que sobrou do processo de rompimento da antiga barra fluvial da margem esquerda do rio. Essa situação gerou um ambiente protegido do embate das ondas e das marés, que favoreceu, a partir de então, uma condição de lenta acumulação de sedimentos que vai proporcionar a colonização por mangues. É nesse trecho do bosque, tipo franja, que Vale (1999) denominou por Setor 1, no qual plotou os transectos 1 e 2, que ora estão sendo revistos nesta pesquisa que na época constituíam linha d'água (Figuras 44, 45 e 46).

Observa-se nessa fotografia aérea que dos bancos sedimentares que estavam presentes em 1970 e 1991, resta apenas um pequeno banco colonizado por mangues. Provavelmente o aumento do fluxo fluvial, bem como a entrada da maré e ação das ondas, desmantelaram os bancos anteriormente existentes. A abertura da foz neste ano estava com aproximadamente 2 km de largura.



Ao que parece, em 1997, o sentido predominante da corrente de deriva litorânea era de sul para norte, o que pode justificar o crescimento da barra fluvial à margem direita do rio.

Há um período desse monitoramento que não houve levantamento aerofotogramétrico do estado do Espírito Santo, gerando uma lacuna no mapeamento da foz, entre os anos de 1997 e 2007, ou seja, 10 anos. Nesse sentido e à despeito disso, podemos refletir acerca dos processos fluvio-marinheiros, observando as fotos aéreas obliquas do ano de 2001, bem como os dados climáticos de 1998 a 2011, disponibilizados no *site* do INMET, que podem fornecer informações importantes a cerca dos sistemas frontais, que, indiretamente são responsáveis pela direção e intensidade da corrente de deriva litorânea que atua nesse trecho da costa do Espírito Santo.

Em 2001 parece que o rio volta a exercer a função de um molhe hidráulico<sup>13</sup>, conforme pode ser visto na figura 47, onde claramente há um delta de maré vazante delimitando uma pluma estuarina<sup>14</sup>.

Observando a foto acima nota-se que há um crescimento da barra fluvial à margem direita do rio, bem como um entulhamento de sedimentos e colonização por vegetação halófito-psamófito e por mangues, próximo ao que se chamou de laguna estuarina.

Comparando as duas fotos aéreas obliquas de 2001, parece que a primeira foi tirada durante a maré vazante e a segunda, com a maré enchente, pois observa-se que a barra fluvial à margem direita não está conectada ao banco de sedimentos da laguna estuarina. Tão pouco se percebe a feição de delta de maré vazante, o que corrobora com a observação feita (Figura 48).

---

<sup>13</sup> Segundo Dominguez (1991) o molhe hidráulico é o papel exercido pelo fluxo fluvial na desembocadura que se comporta semelhante a um quebra-mar.

<sup>14</sup> Segundo a classificação de Kjerfve (1990) a pluma estuarina é uma delimitação de estuário, onde acontece, em épocas de grande descarga fluvial a zona de mistura, que pode ser advectada da região semi-fechada para zona costeira, isto é, temporariamente os processos de mistura das águas passam a ocorrer na zona costeira.



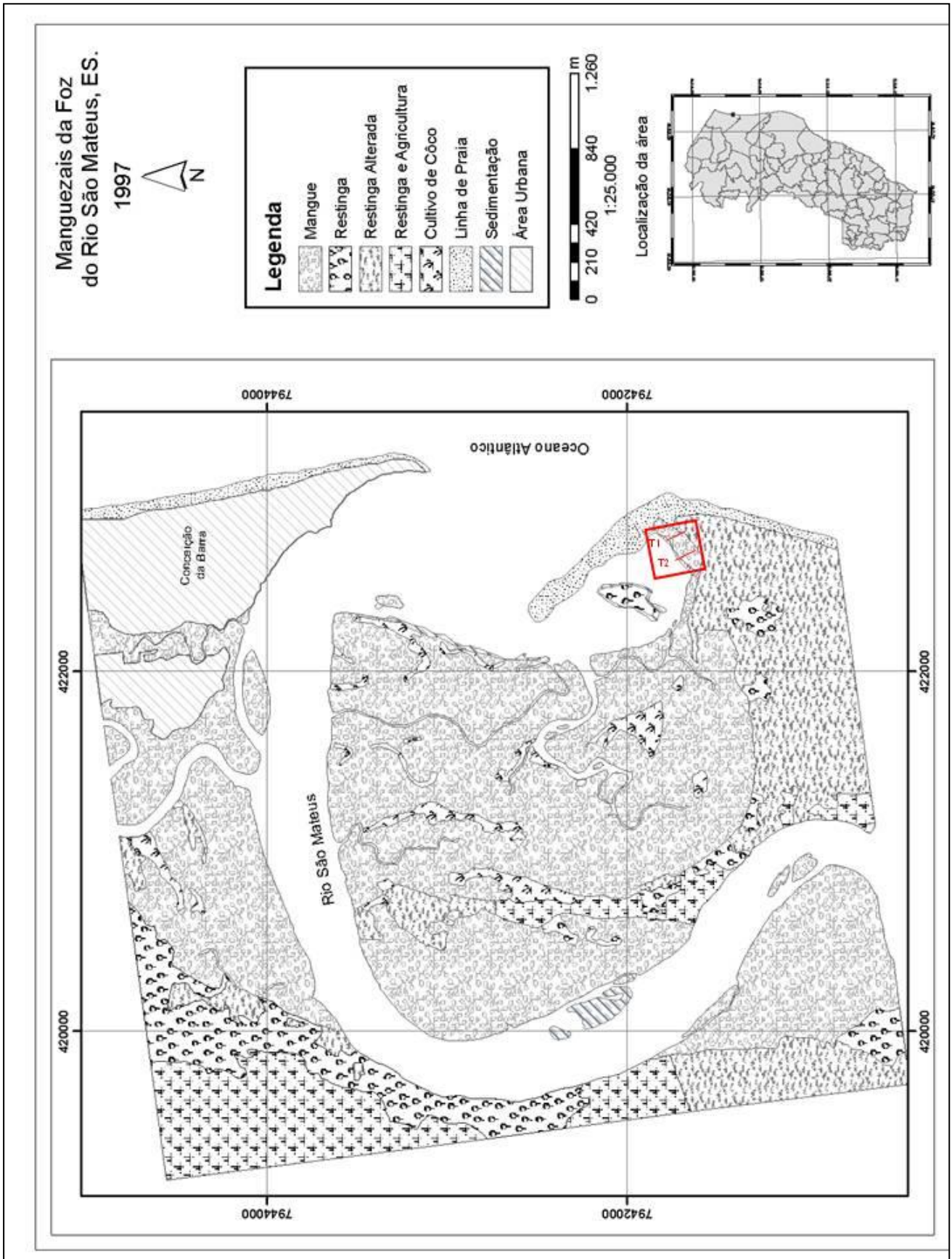


Figura 44 – Mapa da foz do rio São Mateus no ano de 1997. Fonte: Vale, 1999.



Figura 45 – Imagem mostrando a setorização demarcada por Vale (1999) da foz do rio São Mateus. Fonte: Google Earth™, 2011.



Figura 46 – Trecho do bosque de mangue no setor dos transectos 1 e 2, em 1998, mostrando no primeiro plano a colonização recente por mangues, e em segundo plano o bosque de franja mais antigo, cuja predominância era de *R. mangle*. Foto: Acervo de fotografias de Cláudia Câmara do Vale.





Figura 47 – Fotografia oblíqua aérea da foz do rio São Mateus, Conceição da Barra, 2001, na perspectiva mar-continente o delta de maré vazante apresentado pela foz do rio. Foto: André Alves.



Figura 48 – Fotografia oblíqua aérea da foz do rio São Mateus, Conceição da Barra, em 2001, mostrando o início do crescimento da barra fluvial à margem direita, bem como o banco sedimentos remanescente da antiga barra fluvial da margem esquerda do rio. Foto cedida por: André Alves.

A tabela 4 apresenta a quantidade de sistemas frontais que ocorreram em 1998 e que atingiram a latitude do município de Conceição da Barra. Conforme se verifica, exceto nos meses de janeiro e fevereiro de 1998 as frentes frias não alcançaram a latitude do município. É sabido que os sistemas frontais intensificam a corrente de deriva litorânea neste trecho da costa do Espírito Santo (Martin et al., 1997). Portanto, esse fato pode ajudar no crescimento da barra fluvial de sul para norte, conforme a figura 44.

Tabela 4 - Sistemas frontais que ocorreram no Brasil em 1998 e ultrapassaram a latitude de Vitória (ES) alcançando Conceição da Barra, município localizado no litoral norte do Espírito Santo.

MESES SISTEMAS FRONTAIS	J A N	Ultrapassaram a latitude de Vitória (ES)	F E V	Ultrapassaram a latitude de Vitória (ES)	M A R	Ultrapassaram a latitude de Vitória (ES)	A B R	Ultrapassaram a latitude de Vitória (ES)	M A I	Ultrapassaram a latitude de Vitória (ES)	J U N	Ultrapassaram a latitude de Vitória (ES)
	7	0	6	0	8	4	5	3	4	4	6	2
MESES SISTEMAS FRONTAIS	J U L	Ultrapassaram a latitude de Vitória (ES)	A G O	Ultrapassaram a latitude de Vitória (ES)	S E T	Ultrapassaram a latitude de Vitória (ES)	O U T	Ultrapassaram a latitude de Vitória (ES)	N O V	Ultrapassaram a latitude de Vitória (ES)	D E Z	Ultrapassaram a latitude de Vitória (ES)
	6	3	9	1	6	3	8	4	6	4	7	1

Obs. Os números em vermelho significam quantas vezes os sistemas frontais (frentes frias) alcançaram Conceição da Barra (ES). Fonte: www.cptec.inpe.br Elaborado por: Vale, 2004.

Nesse sentido, de acordo com Rampinelli et al. (2011), no que se refere à direção das ondas em *offshore*, que gera alteração no transporte dos sedimentos,

Para o parâmetro de ondas observa-se para a região a predominância no sentido do quadrante E-NE, e também no sentido SE-S, com ampla maioria offshore com HS entre 1.5 e 2.5m e TP inferior a 10s, para da primeira década analisada. Porém o padrão da distribuição das ondas na década seguinte, 1991 a 1999, apresenta-se um pouco alterado com um declínio na frequência de ondas no quadrante E-NE e um aumento no quadrante S-SE (p.4975).

Observando o mapeamento de 2008 realizado por Dell'Orto e Silva (2010), nota-se que a barra fluvial à margem esquerda desapareceu completamente (Figura 49) e os processos erosivos na praia da Bugia tomavam dimensões calamitosas, exigindo medidas de contenção para mitigar a ação do avanço do mar sobre a linha de costa.

À margem direita (Pontal do Sul) a barra fluvial estava com aproximadamente 1,2 km de comprimento e com 600 metros de largura na sua parte mais larga. Observa-se que essa barra proporcionou um ambiente totalmente favorável a colonização e manutenção dos manguezais.

Nesse momento torna-se interessante lembrar o que afirma Thom (1982, p.6) acerca da importância dos processos geomórficos:

Existem três componentes básicos que explicam a distribuição dos manguezais em escala global, continental, regional e local. O primeiro desses componentes é o *suporte geofísico*. Ele inclui uma variedade de forças físicas que operam a partir de uma escala espacial global para uma escala regional. Essas forças interagem para produzir o caráter "geográfico" da localidade. Mudança no nível do mar, resultante de movimentos da crosta terrestre e do mar, bem como as condições climáticas e regimes de marés são exemplos de forças físicas que integram os componentes geofísicos. O segundo componente é basicamente o produto resultante das forças geofísicas acima citadas. De acordo com o autor, é a história dinâmica da superfície da Terra e a ação dos *processos geomórficos* contemporâneos que determinam diretamente as condições de habitat dos manguezais. Conseqüentemente, o ambiente dos manguezais deve ser considerado em termos de um arranjo de habitats definidos geomorfologicamente.

Na figura 49, observa-se que os manguezais se estabeleceram na linha de costa, junto à margem direita do rio, compondo um bosque jovem do tipo franja, exatamente nos pontos onde estão plotados os transectos 1 e 2. Esse manguezal ocupou a franja que fora soterrada pela dinâmica flúvio-marinha que acontecia em 1991, conforme figuras abaixo (Figura 50).

Conforme visto nos trabalhos de campo, assim como representado no mapeamento de 2008, viu-se que o manguezal está colonizando todos os terrenos aptos, inclusive aqueles terrenos que ficam completamente submersos durante a maré cheia.



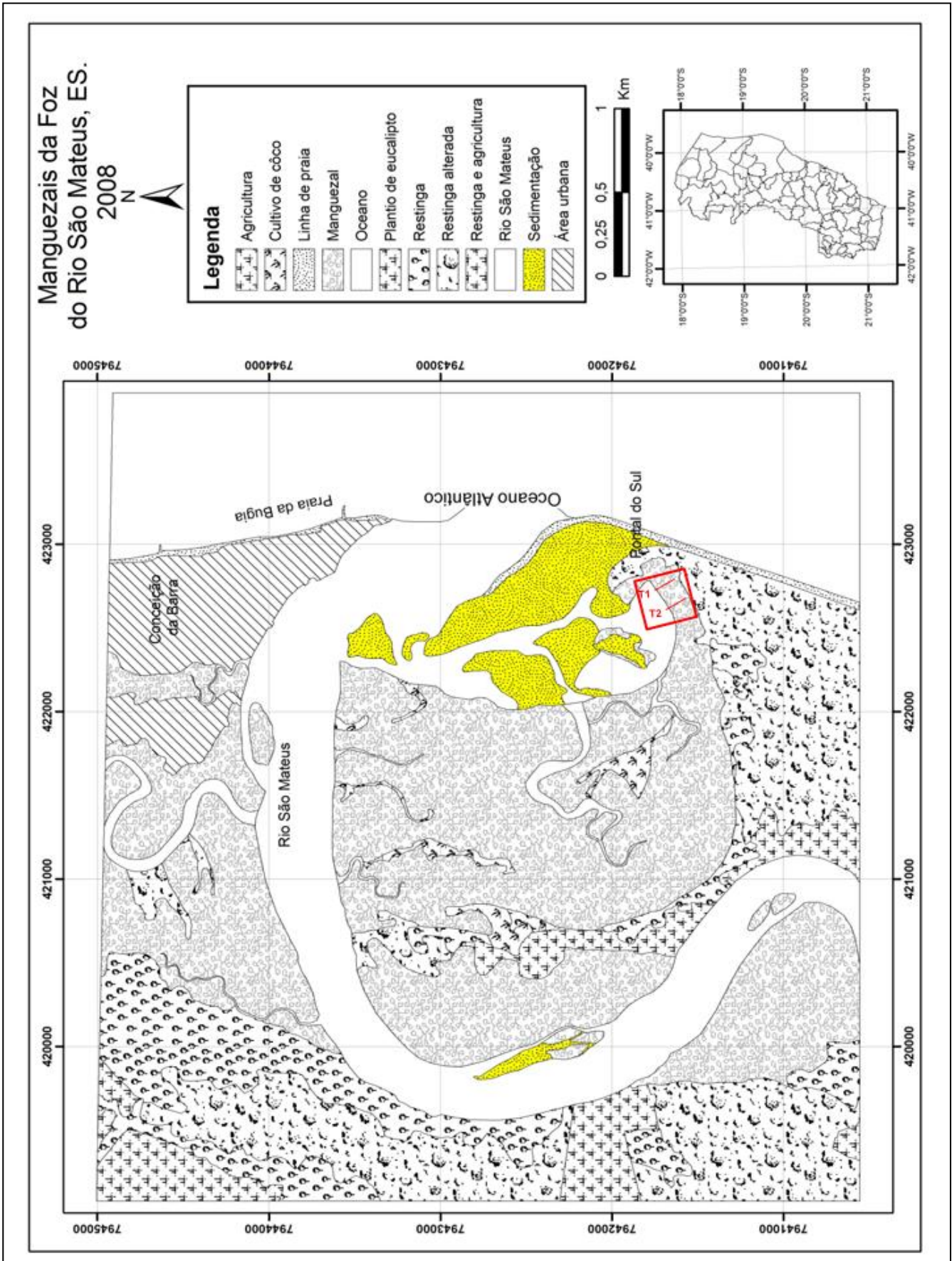


Figura 49 – Mapa da foz do rio São Mateus em 2008. Fonte: Dell’Orto e Silva, 2010.

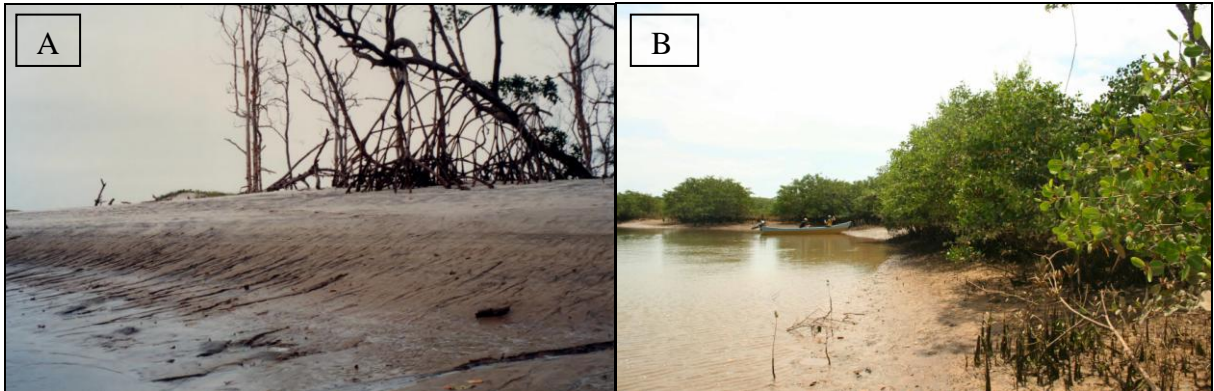


Figura 50 – A – Declive formado pela deposição fluvial sobre o bosque de mangue em 1994, onde se vê ainda espécimes de *R. mangle*, mortos e tombando. B - Bosque jovem de mangue ocupando a franja, em direção à linha d'água, no trecho onde se localizam os transectos 1 e 2 em 2008.  
Fonte: Acervo fotográfico de Cláudia Câmara do Vale.

Se o manguezal terá êxito em manter-se e expandir-se por toda essa área, que outrora fora um enorme bosque de mangue, só a dinâmica costeira e o “tempo” irão dizer (Figura 51).



Figura 51 – Margem do banco de sedimentos apresentando colonização recente por mangues.  
Fonte: Acervo Cláudia Câmara do Vale.

Observando apenas a posição da barra fluvial, pode-se inferir que a corrente de deriva litorânea parece ainda ser de sul para norte. Porém, em 2008 (Tabela 5), os



sistemas frontais foram menos intensos do que aqueles que ocorreram em 1998, conforme mencionado anteriormente. Para ter absoluta certeza do sentido do trânsito litorâneo de sedimentos seria necessária uma pesquisa mais profunda nesse contexto.

Tabela 5 - Sistemas frontais que ocorreram no Brasil em 2008 e ultrapassaram a latitude de Vitória (ES) alcançando Conceição da Barra, município localizado no litoral norte do Espírito Santo.

MESES SISTEMAS FRONTAIS	J A N	Ultrapassaram a latitude de Vitória (ES)	F E V	Ultrapassaram a latitude de Vitória (ES)	M A R	Ultrapassaram a latitude de Vitória (ES)	A B R	Ultrapassaram a latitude de Vitória (ES)	M A I	Ultrapassaram a latitude de Vitória (ES)	J U N	Ultrapassaram a latitude de Vitória (ES)
		7	0	6	0	8	4	5	3	4	4	6
MESES SISTEMAS FRONTAIS	J U L	Ultrapassaram a latitude de Vitória (ES)	A G O	Ultrapassaram a latitude de Vitória (ES)	S E T	Ultrapassaram a latitude de Vitória (ES)	O U T	Ultrapassaram a latitude de Vitória (ES)	N O V	Ultrapassaram a latitude de Vitória (ES)	D E Z	Ultrapassaram a latitude de Vitória (ES)
	6	3	9	1	6	3	8	4	6	4	7	1

Obs. Os números em vermelho significam quantas vezes os sistemas frontais (frentes frias) alcançaram Conceição da Barra (ES). Fonte: www.cptec.inpe.br Elaborado por: Thayana C. Wanderley, 2011.

Vale ressaltar que à frente dos transectos 1 e 2 a profundidade da “laguna estuarina”, que em 1991 constituía a passagem do rio, apresentava, em 1997, profundidades em torno de 6 metros (Vale, 1999). Portanto, mesmo estando sob processo de acumulação estuarina, os manguezais podem encontrar um gradiente de profundidade que dificulte seu estabelecimento.

Por fim, no mapeamento de 2011 observamos uma mudança considerável no que se refere à praia da Bugia. Foi realizado um projeto de proteção da linha de costa consistindo de um enrocamento na foz do rio São Mateus e quatro "ferraduras" ao longo da praia. Tais estruturas devem ter provocado uma mudança na dinâmica costeira, mas essa discussão não é o foco da pesquisa, mas é importante salientar que essa obra pode influenciar também na dinâmica do estuário e, conseqüentemente, na distribuição dos manguezais (Figura 52).



Uma vez que o preenchimento das estruturas de ferraduras foi realizado por aterro hidráulico, não se pode afirmar se o sentido da corrente de deriva litorânea, nessa época, era de norte para sul ou o inverso. O que se percebe na figura 53 é que a barra fluvial estava bastante infletida para dentro da foz, entulhando-a. Vale ressaltar que um estudo acerca da dinâmica praias nesse trecho da costa capixaba seria muito interessante para prosseguir com o monitoramento dos bosques de mangue aí localizados.



Figura 52 - Estruturas de ferraduras em construção na praia de Conceição da Barra.  
 Fonte: <http://geologiamarinha.blogspot.com.br/2010/protacao-da-linha-de-costa-no-espirito.html>

Observando a imagem de satélite e o mapeamento do *Google Earth*<sup>TM</sup> (figuras 53 e 54), percebe-se novamente que há um delta de maré vazante, semelhante ao da década de 1970, com bancos de sedimento. À margem direita do rio, a barra fluvial alongou-se até praticamente unir-se com a franja de bosque anteriormente exposta ao embate das ondas e marés (setas vermelhas), tornando o ambiente entulhado de sedimentos e mais propício para o estabelecimento dos manguezais.



Figura 53 – Imagem do *Google Earth*<sup>TM</sup> mostrando a atual configuração da foz do rio São Mateus.  
Fonte: [www.google.com](http://www.google.com). Acesso em: Maio de 2012.

No que se refere ao setor 1, onde localizam-se os transectos 1 e 2, pode-se afirmar que o manguezal encontra-se em franco processo de desenvolvimento, compondo um bosque jovem nas primeiras parcelas de ambos os transectos, caracterizando o que frequentemente denomina-se de “bosque paliteiro” (Figura 55).

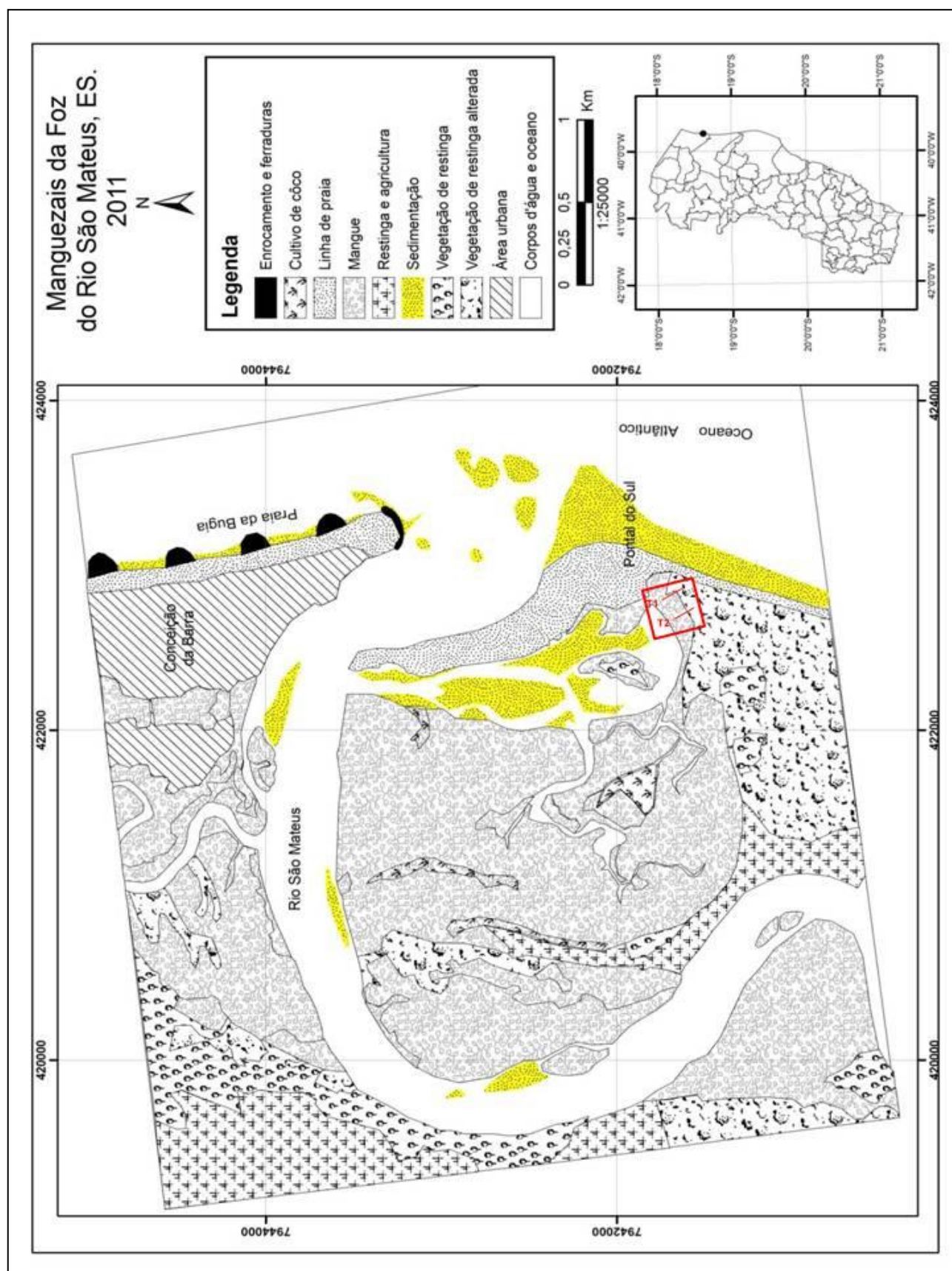


Figura 54 - Mapa da foz do rio São Mateus no ano de 2011. Fonte: Vale, et.al. 2012.





Figura 55 – Manguezal em franco processo de desenvolvimento, compondo um bosque jovem nas primeiras parcelas de ambos os transectos. Fonte: Acervo Cláudia Câmara do Vale.

O banco de sedimento remanescente está totalmente vegetado, ora com vegetação típica de restinga, ora por coqueiros e, às suas margens, há o predomínio dos mangues.

Infelizmente, no que se refere aos dados das frentes frias para o ano de 2011, estes não foram ainda disponibilizados pelo INPE. Portanto, não há muito o que inferir sobre o sentido da corrente longitudinal, embora a barra fluvial à margem direita continue a encorpar.

A correlação entre os dados de precipitação e o mapeamento realizado, bem como o levantamento dos dados bióticos e abióticos do bosque de mangue do setor 1, deram respostas concretas acerca do comportamento dessa vegetação. A seguir serão apresentados os dados fitossociológicos, bem como os demais dados abióticos, seguido de discussão.

### 5.3 – Dados estruturais do bosque do setor 1

Compondo os depósitos quaternários do estado do Espírito Santo, os manguezais da bacia do rio São Mateus foram mapeados por Vale e Ferreira (1998) cobrindo uma área de 10,82 km<sup>2</sup>. Nesta pesquisa verificou-se que a área de manguezal da

bacia do rio São Mateus reduziu-se para 9,3 km<sup>2</sup>, sendo mais exuberantes no estuário inferior ou marinho. As espécies vegetais predominantes são *Rhizophora mangle* L. e *Laguncularia racemosa*. A primeira domina a franja dos bosques enquanto a segunda ocorre mais para o interior, compondo bosques mistos. A ocorrência de *Avicennia schaueriana* é também significativa, sobretudo próximo às áreas de restinga. A espécie *Avicennia germinans* é a de menor frequência, ocorrendo principalmente no estuário médio e superior.

No transecto<sup>15</sup> 1, com comprimento de 80 metros, foram plotadas duas parcelas, tendo a parcela 1 (P1), 50 m<sup>2</sup>, ocupando os primeiros 10 metros. Atualmente este trecho do transecto 1 está completamente colonizado por mangues, representados pelas espécies *R. mangle* e *A. schaueriana*, ambas com 240 indivíduos, e por *L. racemosa* com 120 indivíduos por ha<sup>-1</sup>. Sendo a representação relativa de 40% para as duas primeiras espécies e 20% para a última (Gráfico 3 e 4).

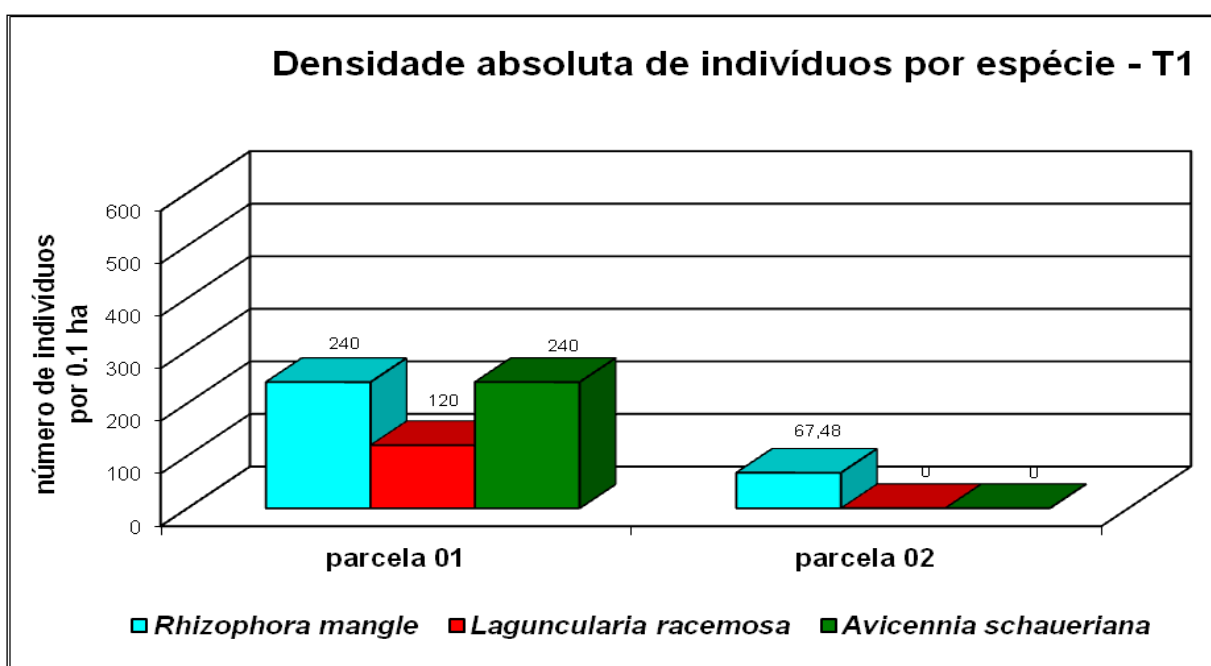


Gráfico 3 – Densidade absoluta de indivíduos por espécie no transecto 1.  
Elaborado por: Thayana C. Wanderley, 2012.

<sup>15</sup> Doravante o transecto 1 será referido com T1 o transecto 2 como T2, bem como as parcelas serão referidas como P seguida do número correspondente.

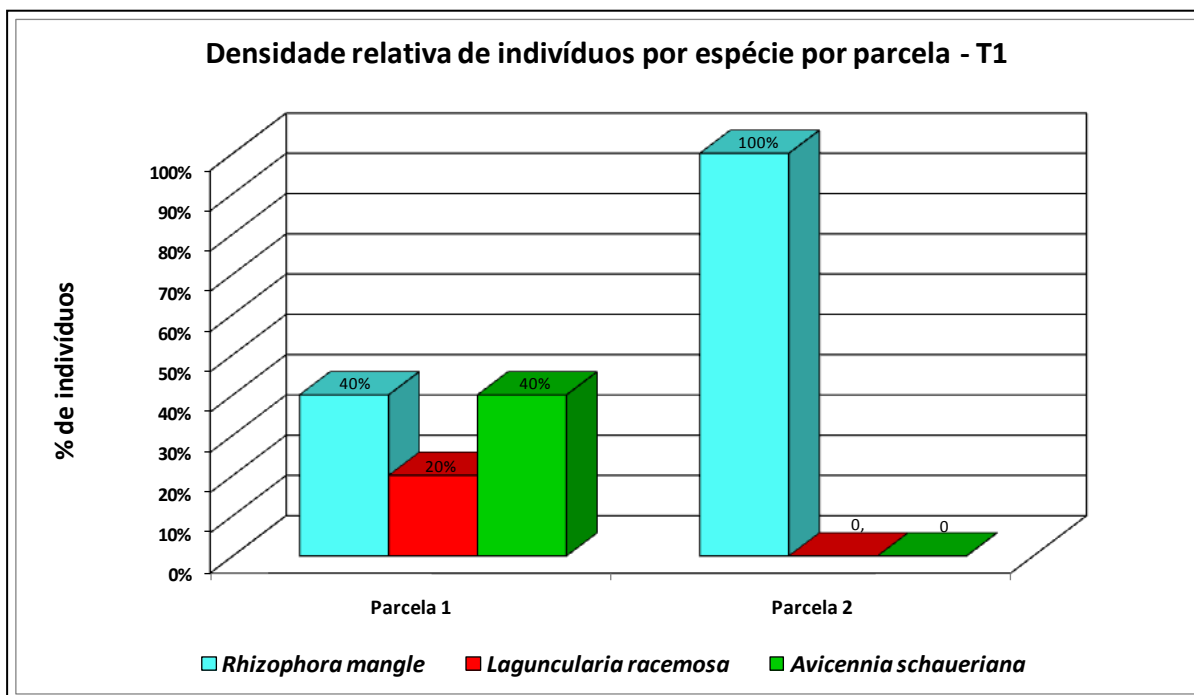


Gráfico 4 – Densidade relativa de indivíduos por espécie por parcela referente ao transecto 1. Elaborado por: Thayana C. Wanderley, 2012.

No que se refere à área basal, na P1 do T1, há predomínio de *L. racemosa*, com  $1,80 \text{ m}^2/\text{ha}^{-1}$ , seguido por *A. schaueriana* com  $1,56 \text{ m}^2/\text{ha}^{-1}$ , e *R. mangle* com  $0,54 \text{ m}^2/\text{ha}^{-1}$ .

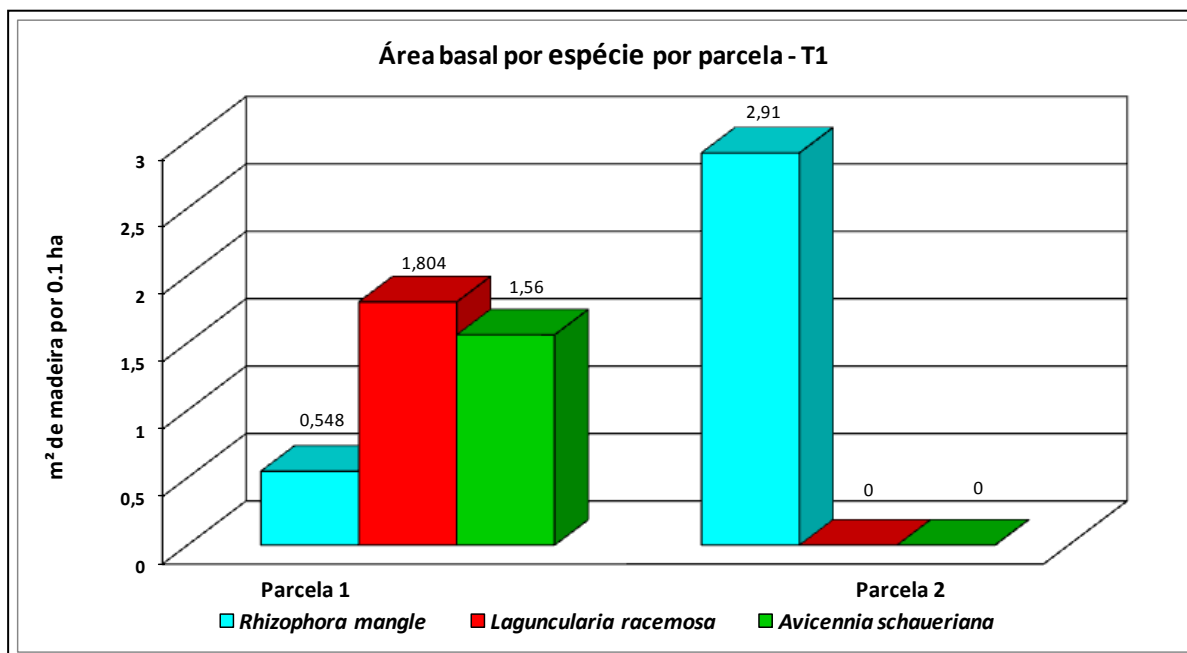


Gráfico 5 – Área basal por espécie por parcela referente ao transecto 1. Elaborado por: Thayana C. Wanderley, 2012.

Apesar de ocorrer maior número de indivíduos na classe diamétrica intermediária, com total de 480 indivíduos, a mais representativa no que refere à área basal foi a classe superior, contando com  $2,31 \text{ m}^2/\text{ha}^{-1}$ , seguido de  $1,6 \text{ m}^2/\text{ha}^{-1}$  na classe intermediária. Isso significa um bosque jovem, no qual predominam indivíduos com DAP entre 2,5 cm e 10,0 cm. Na classe diamétrica superior há predomínio de *A. schaueriana*, com 80 indivíduos, seguido por *L. racemosa* com 40 indivíduos (Gráficos 6 e 7).

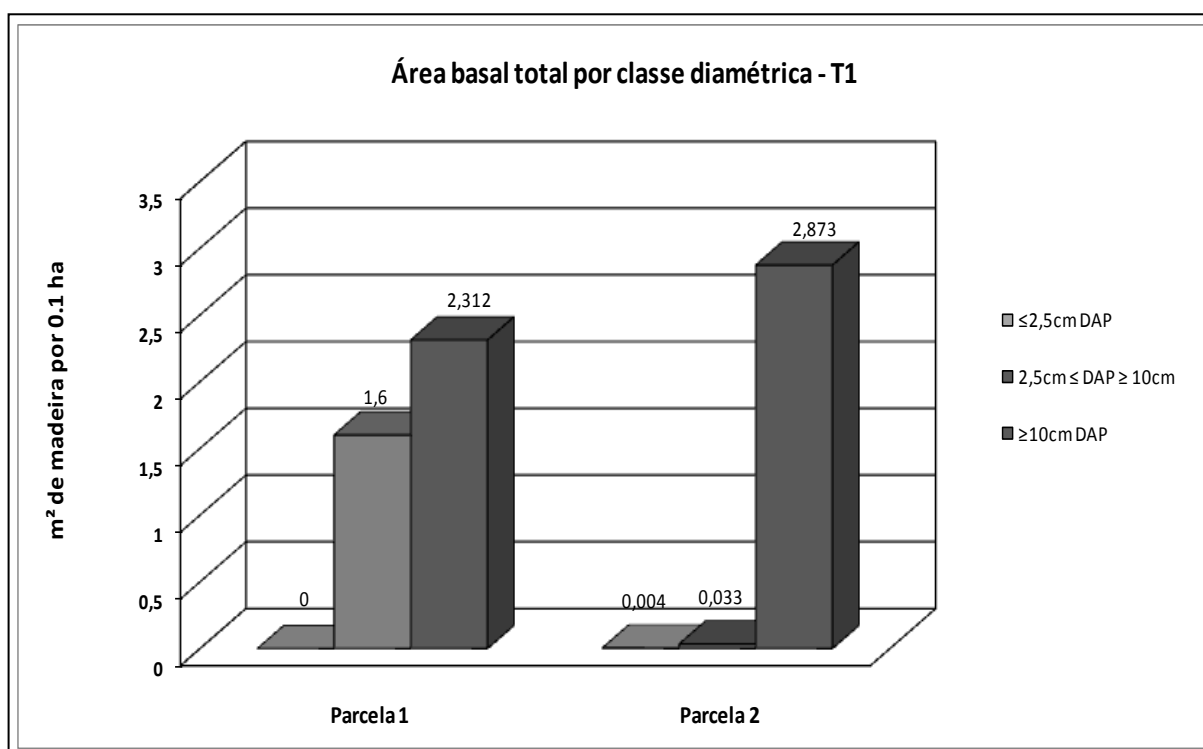


Gráfico 6 – Área basal total por classe diamétrica referente ao transecto 1.  
Elaborado por: Thayana C. Wanderley, 2012.

Quanto ao estado de estresse, na parcela 1 do T1 *R. mangle* viva apresenta-se com 18,4% enquanto 15,8% estão com morte apical. Já a *L. racemosa* com morte apical apresenta-se com 33,3%. Já a *A. schaueriana* apresenta 3,33% de indivíduos mortos.

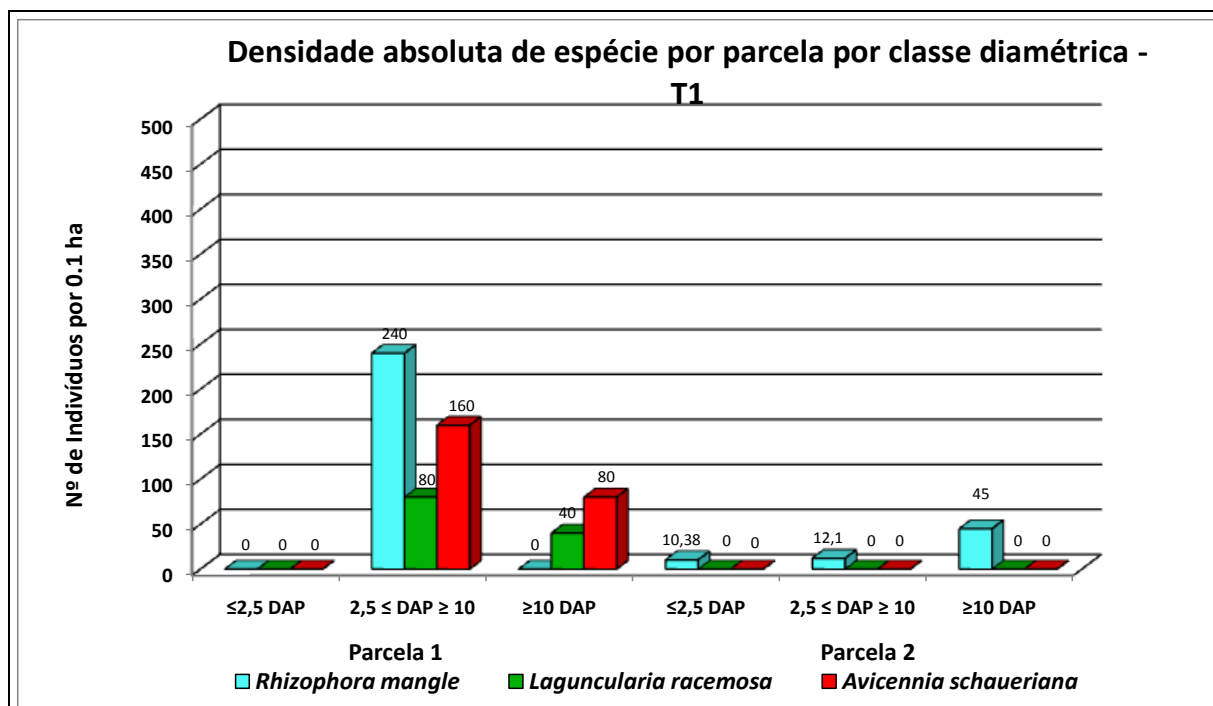


Gráfico 7 – Densidade absoluta de espécie por parcela por classe diamétrica referente ao transecto 1. Elaborado por: Thayana C. Wanderley, 2012.

A *L. racemosa* apresenta apenas indivíduos com morte apical, com 13,2%. Observou-se em campo que a maioria dos indivíduos de *L. racemosa* estava com rebrotamento, o que indica um bosque em recuperação/recolonização (Gráfico 8).

A altura média desse bosque é de 8 metros, cujo tipo fisiográfico constitui um bosque tipo franja, de acordo com a classificação de Lugo & Snedaker (1974).

Quanto aos dados abióticos, a salinidade superficial e a intersticial foram de 25‰. Considerando que a coleta foi realizada em outubro, e que o período chuvoso não havia começado, justifica-se uma salinidade relativamente alta, ainda que compatível com salinidades estuarinas.

O pH do solo foi 9,0, compatível com o pH da água do mar. A cor do solo, segundo a tabela de Münsel foi 10YR3/2, que equivale a um substrato marrom muito escuro.



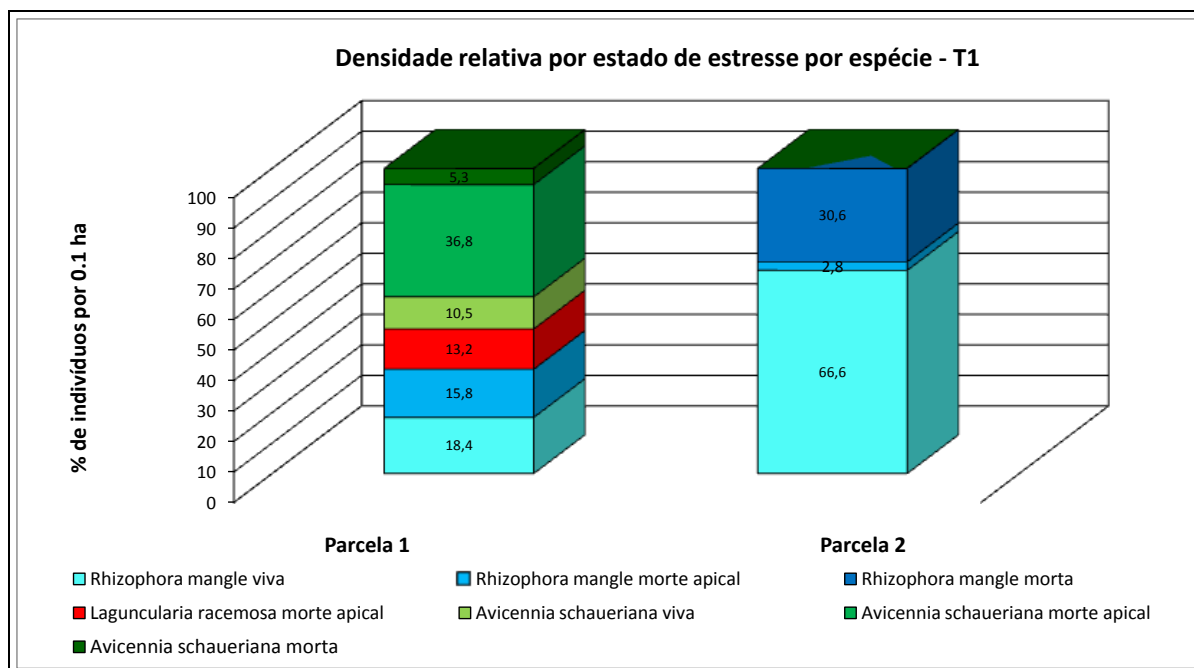


Gráfico 8 – Densidade relativa por estado de estresse por espécie referente ao transecto 1. Elaborado por: Thayana C. Wanderley, 2012.

Quanto à composição mineralógica do sedimento coletado, pode-se ver no gráfico 9, que na P1 do T1 há uma predominância de areia, com 52,0%, seguido de silte com 34,0% e argila com 14,0%. O teor de matéria orgânica foi de 3,1% (Gráfico 9). O elevado percentual de areia na P1 é facilmente compreensível, uma vez que esse trecho do bosque está recolonizando um cordão arenoso que foi depositado pela ação fluvial, conforme mencionado no capítulo anterior.

Este fato pode ser visto na figura 56, retirada do trabalho de Vale (1999) onde se visualiza um perfil esquemático do transecto 1. Correlacionando a composição mineralógica dos sedimentos, bem como o teor de MO com as espécies vegetais, viu-se que a *A. schaueriana* é a mais abundante na P1, seguida da *L. racemosa*. Isso é muito interessante do ponto de vista de que o sistema radicular de ambas as espécies possuem pneumatóforos, que, segundo Thom (1982) tornam-se aliados no processo de trapeamento dos sedimentos mais finos, promovendo uma progradação da vegetação em direção à linha d'água. A *R. mangle* também contribui nessa dinâmica, porém mais lentamente. O teor de matéria orgânica é considerado baixo, mas por outro lado pode ser explicado por ser uma franja, que é frequentemente lavada pelas águas das marés (Gráfico 9).

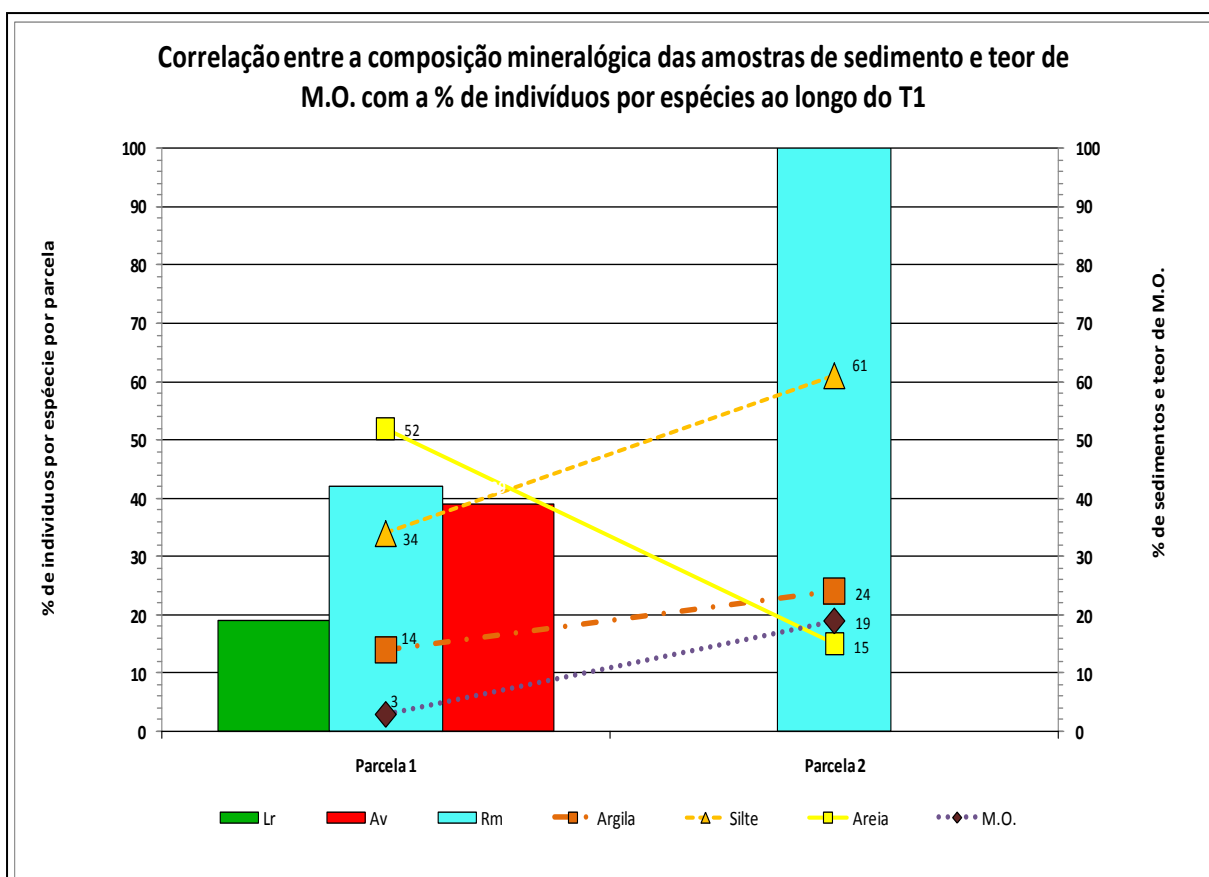


Gráfico 9 – Correlação entre a composição mineralógica das amostras de sedimento e teor de M.O. com a percentagem de indivíduos por espécie – transecto 1. Elaborado por: Thayana C. Wanderley, 2012.

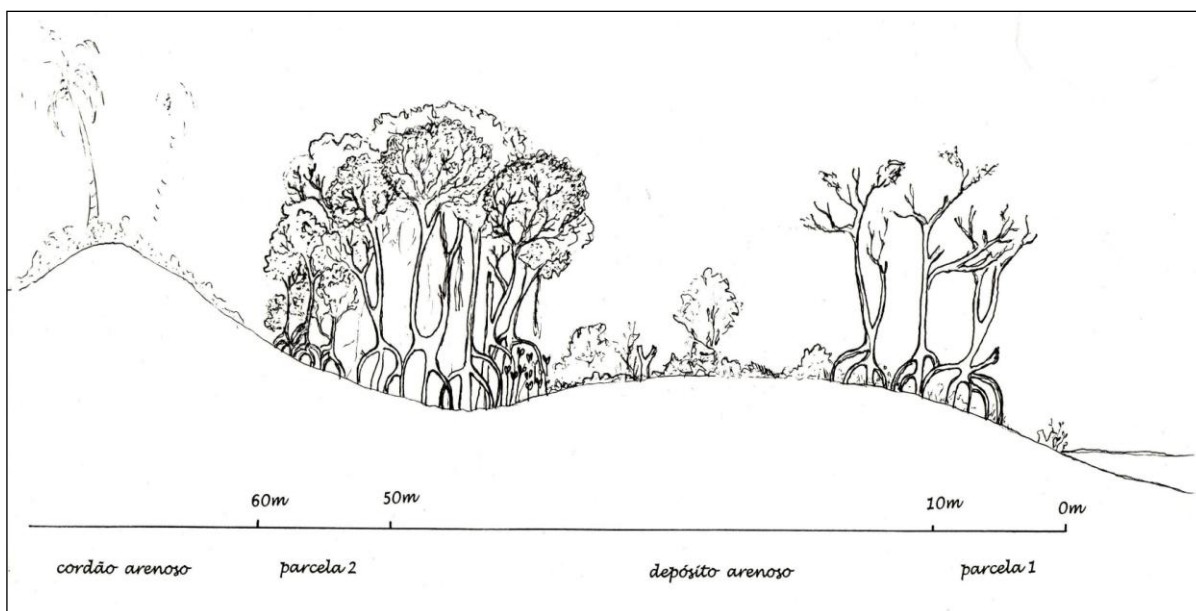


Figura 56 – Perfil esquemático do bosque de mangue do transecto 1 em 1999. Fonte: Vale, 1999.

Quando foi monitorado por Vale (*op.cit.*), a extensão do T1 era de 60 metros, da linha d'água até o cordão arenoso, conforme pode ser visualizado na figura 56.

Atualmente a extensão do transecto é de 80 metros, ou seja, 20 metros a mais que em 1999. Isso pode ser observado na figura 50 onde se vê claramente um declive em direção à laguna estuarina na foto de 1994, atualmente vê-se um bosque jovem em processo de desenvolvimento. Quando Vale (op.cit.) fez a batimetria dessa área do estuário, a profundidade era de 6m, pois ali era a desembocadura do rio. Hoje essa área se encontra totalmente ocupada pelos sedimentos da barra fluvial, sobre a qual avançavam os manguezais, bem como pela vegetação halófito-psamófito, típica de restinga, que tenta estabilizar esta barra. À frente da P1 encontra-se a laguna estuarina que vem visivelmente sofrendo processo de preenchimento por sedimentos, entretanto não se conhece a profundidade.

Quando Vale (1999) realizou seu levantamento fitossociológico, foi observado na P1 70,0% de *L. racemosa* com DAP menor que 2,5cm apresentando rebrotamento e 30,0% de *R. mangle* maior que 10,0 cm de DAP, a maioria com morte apical.

A parcela P2 do T1, possui 578m<sup>2</sup> e ocupa os 30 metros restantes do transecto. É importante ressaltar que entre a P1 e P2 existe o cordão arenoso de aproximadamente 30m, representado na figura 56 e já discutido, que tornou esse bosque descontínuo. Atualmente o cordão está ocupado com vegetação halófito-psamófito, bem como por espécies exóticas. A P2 está completamente colonizada por *R. mangle*, com 67,48 indivíduos que representam exatamente 100% (Gráficos 5 e 6).

No que se refere à área basal a P2 apresenta 2,91m<sup>2</sup>/ha<sup>-1</sup>, com predomínio de 45 indivíduos na classe superior. Isso significa um bosque maduro, com árvores adultas, espaçadas e, como foi observado, mais altas do que na P1 (gráficos 5 e 6).

Quanto ao estado de estresse, na P2 do T1 *R. mangle* viva apresenta-se com 66,6% enquanto 2,8% estão com morte apical e o restante correspondente aos indivíduos mortos de *R. mangle* correspondem a 30,6%. O grande número de indivíduos mortos nessa parcela é explicado pela senescência do bosque que, de fato, está em estado de decrepitude, apresentando muitos galhos mortos (66,6% com morte apical), muitos cupins e várias clareiras ocupadas com plântulas de *R. mangle* (Gráfico 8).

Os elevados percentuais de silte (61,0%) e de argila (24,0%) podem ser explicáveis por se tratar de um bosque tipo bacia no qual a fisiografia proporciona maior acúmulo de sedimentos, bem como pelo fato do maior tempo de inundação pelas marés mais altas. Neste caso da P2 há a acumulação de sedimentos finos e maior teor de MO (19,0%), quando comparado a P1. O percentual de areia, de 15,0%, pode ser explicado pelo contato com o cordão arenoso (Gráfico 9).

A altura média desse bosque é de 14,7 metros, cujo tipo fisiográfico constitui um bosque do tipo bacia, de acordo com a classificação de Lugo & Snedaker (1974).

Quanto aos dados abióticos, a salinidade superficial e a intersticial foram de 30‰ respectivamente. Como já foi dito anteriormente, levando em consideração que a coleta dos dados foi realizada na época em que o período chuvoso não havia começado, justifica-se uma salinidade relativamente alta, bem como pelo fato de ser um bosque do tipo bacia, cuja inundação pelas marés ocorre com menos frequência. Dessa forma, quando ocorre, há um maior tempo de residência da água que favorece maior evaporação e, conseqüentemente maior concentração de sal.

O pH do solo foi 7,0 (neutro) e a cor do solo segundo a tabela de Münsell foi 10YR2/1 que equivale a um substrato preto.

Quando monitorada por Vale (op.cit.) a P2 do T1 era composta apenas por 56,6 indivíduos de *R. mangle*, cujo 83,3% apresentavam morte apical, dado muito próximo ao encontrado nesta pesquisa. Da mesma forma, o bosque era também do tipo bacia e senescente.

No transecto 2, com comprimento de 120 metros, foram plotadas três parcelas, tendo a parcela 1 (P1), 25 m<sup>2</sup>, ocupando os primeiros 5 metros a partir da linha d'água. Este trecho do transecto 2 está completamente colonizado por mangues, representados pelas espécies *R. mangle* com 600 indivíduos e *L. racemosa* com 560 indivíduos por ha<sup>-1</sup>. Sendo a representação relativa de 51,7% para a primeira espécie e 48,3% para a última espécie (Gráficos 10 e 11).

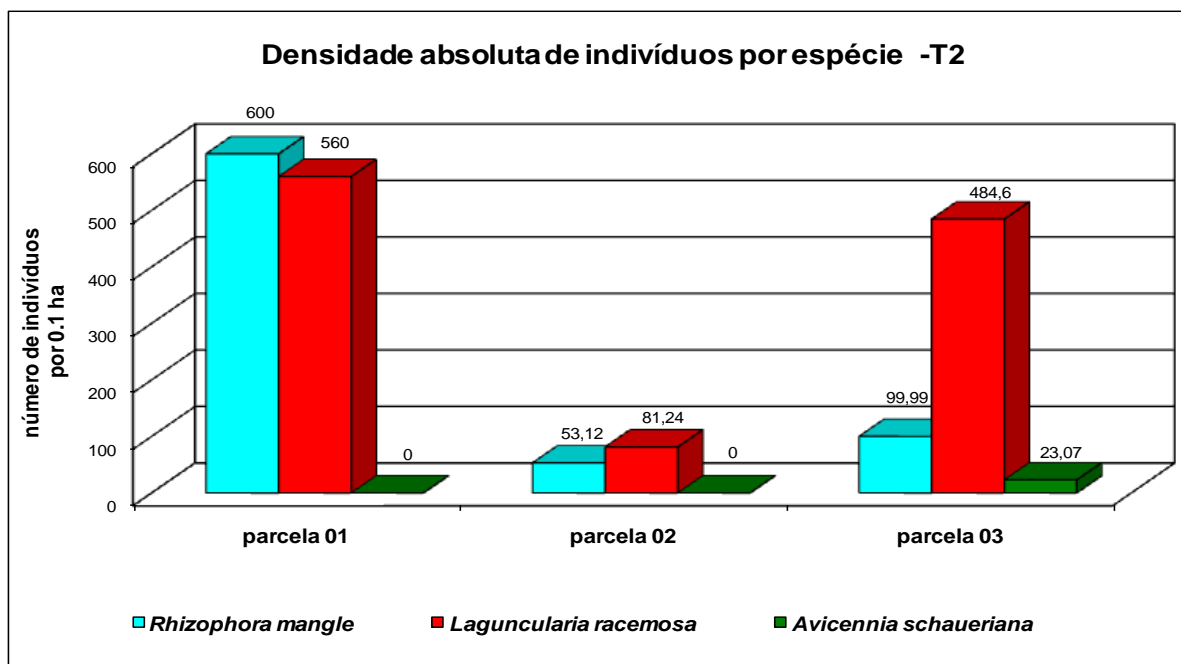


Gráfico 10 – Densidade relativa de indivíduos por espécie do transecto 2.  
Elaborado por: Thayana C. Wanderley, 2012.

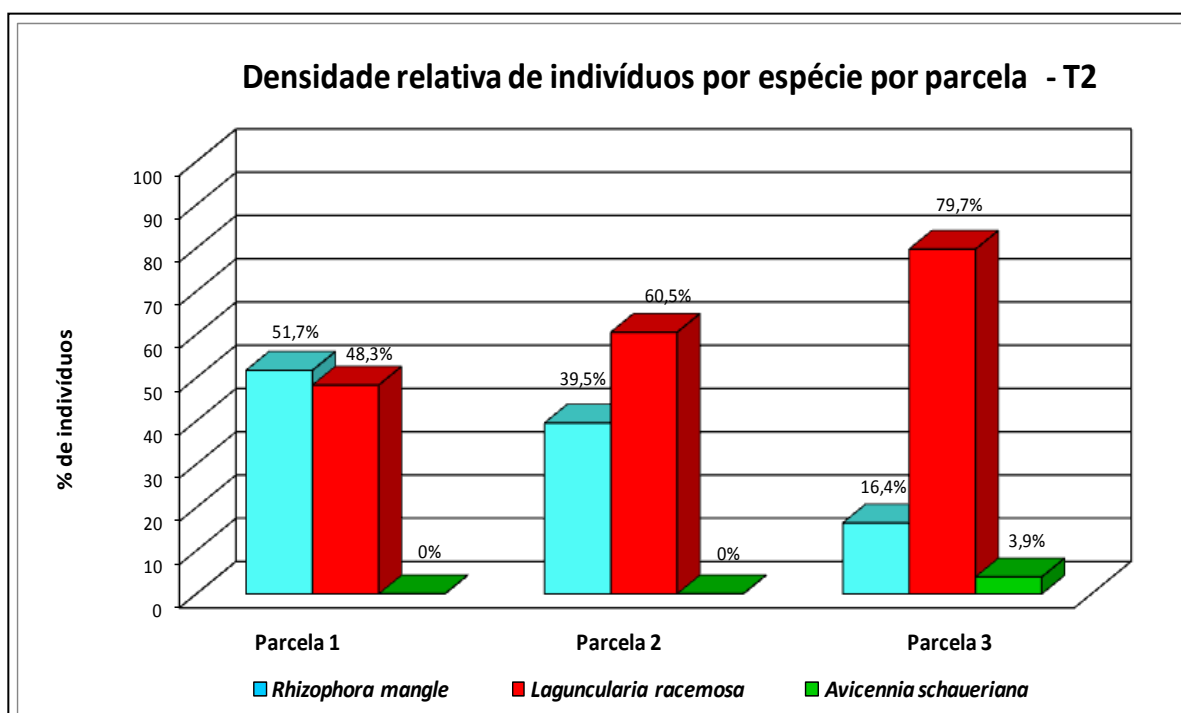


Gráfico 11 – Densidade relativa de indivíduos por espécie por parcela referente ao transecto 2.  
Elaborado por: Thayana C. Wanderley, 2012.

No que se refere à área basal, na P1 do T2, há predomínio de *R. mangle*, com  $1,74 \text{ m}^2/\text{ha}^{-1}$ , seguido por *L. racemosa* com  $1,58 \text{ m}^2/\text{ha}^{-1}$  (Gráfico 12). Observando o gráfico 11 nota-se que a classe diamétrica intermediária na P1 é a mais representativa, com 920 indivíduos, sendo 440 de *R. mangle* e 480 de *L. racemosa*.

A classe diamétrica intermediária também é aquela com maior representatividade de área basal, contando com  $3,20 \text{ m}^2/\text{ha}^{-1}$ , seguido de  $0,076 \text{ m}^2/\text{ha}^{-1}$  na classe inferior e  $0,043 \text{ m}^2/\text{ha}^{-1}$  na classe superior (Gráfico 12, 13 e 14).

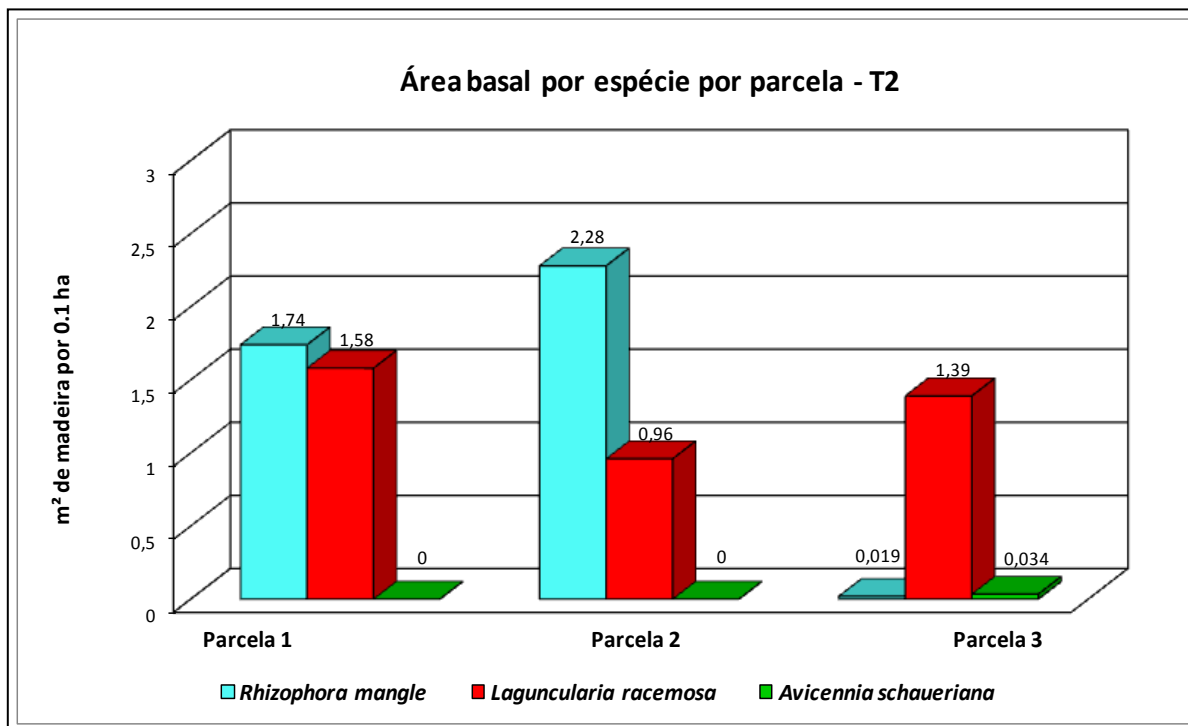


Gráfico 12 – Área basal total por classe diamétrica referente ao transecto 2.  
Elaborado por: Thayana C. Wanderley, 2012.

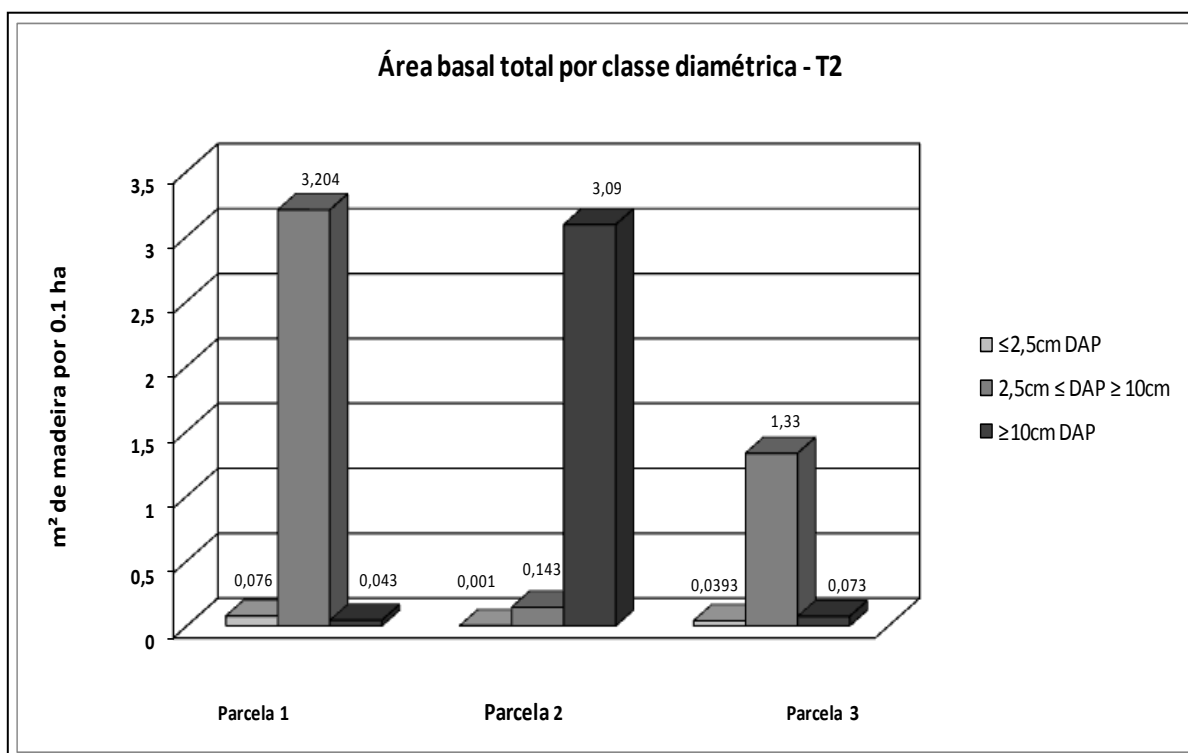


Gráfico 13 - Área basal total por classe diamétrica referente ao transecto 2.  
Elaborado por: Thayana C. Wanderley, 2012.

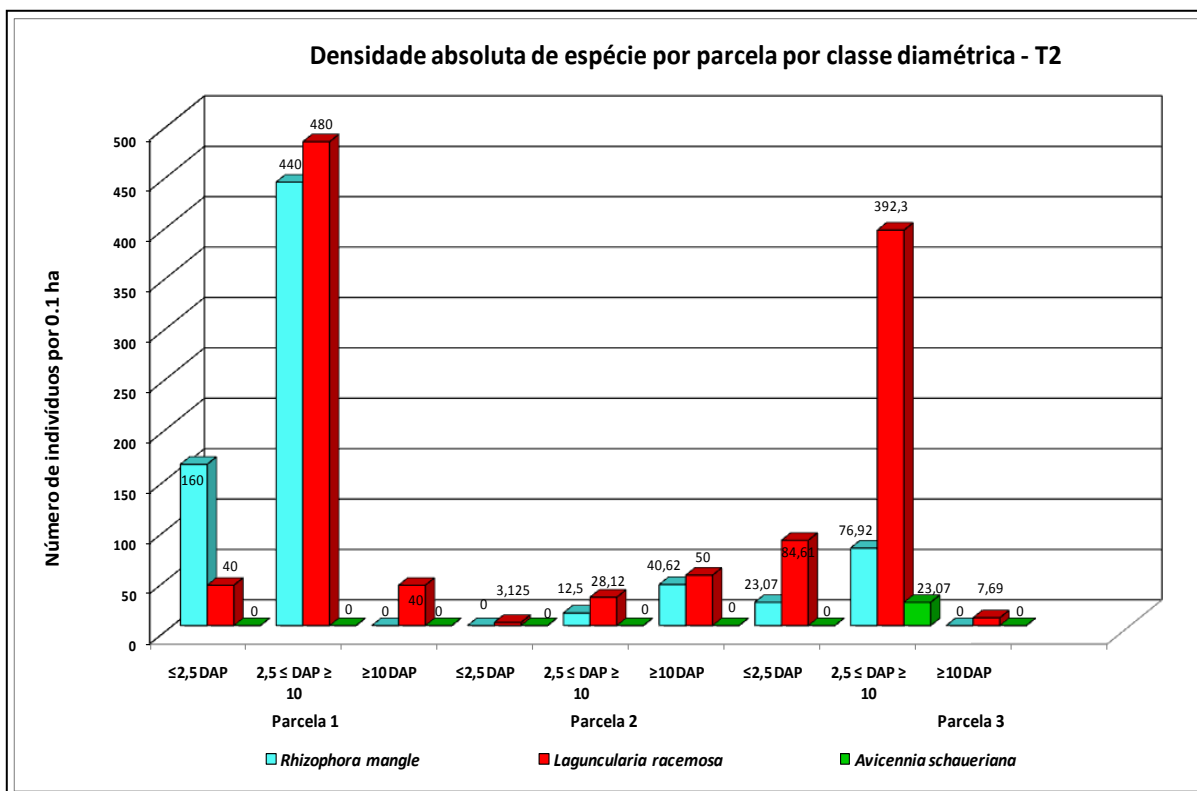


Gráfico 14 – Densidade absoluta de espécie por parcela por classe diamétrica referente ao transecto 2. Elaborado por: Thayana C. Wanderley, 2012.

Quanto ao estado de estresse, na P1 do T2 5,2% dos indivíduos de *R. mangle* estão vivos e 44,8% estão com morte apical. Já *L. racemosa* apresenta 2,9% de indivíduos vivos e 47,1% com morte apical (Gráfico 15).

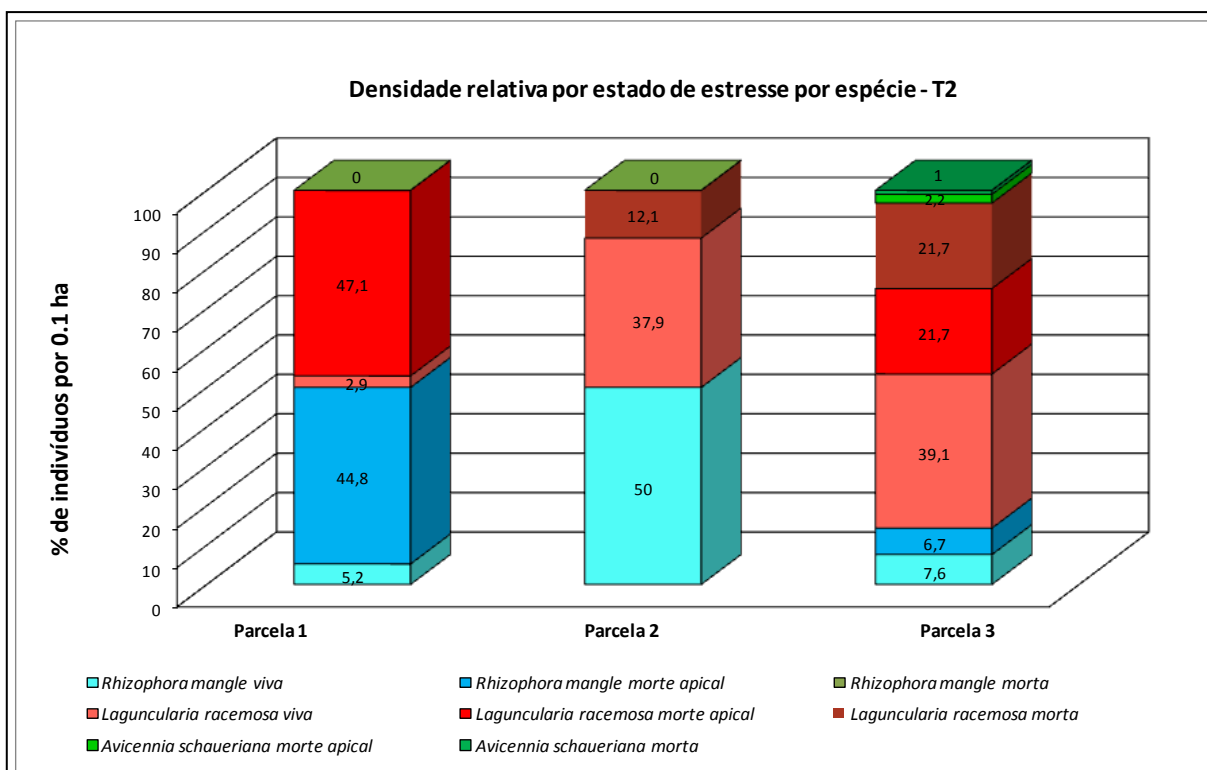


Gráfico 15 – Densidade relativa por estado de estresse por espécie no transecto 2. Elaborado por: Thayana C. Wanderley, 2012.

A altura média desse bosque é de 5 metros, cujo tipo fisiográfico constitui um bosque tipo bacia, de acordo com a classificação de Lugo & Snedaker (1974).

Quanto aos dados abióticos, a salinidade superficial e a intersticial foram de 28‰ e 28‰, respectivamente. Como dito anteriormente, considerando que a coleta foi realizada em outubro, e que o período chuvoso não havia começado, justifica-se uma salinidade relativamente alta.

O pH do solo foi 9,0, compatível com o pH da água do mar. A cor do solo, segundo a tabela de Münsel foi 10YR3/3, que equivale a um substrato marrom escuro.

Quanto à composição mineralógica do sedimento coletado, se pode ver no gráfico 14, que na P1 do T2 há uma predominância de silte, com 76,0%, seguido de argila com 22,0% e areia com 2,0%. O teor de matéria orgânica foi de 14,3% (Gráfico 16). As observações acerca desse dado, nesse momento, requerem uma visão do transecto como um todo. É surpreendente o percentual tão baixo de areia nessa parcela do T2, pois, as condições de sedimentação são semelhantes às do T1.

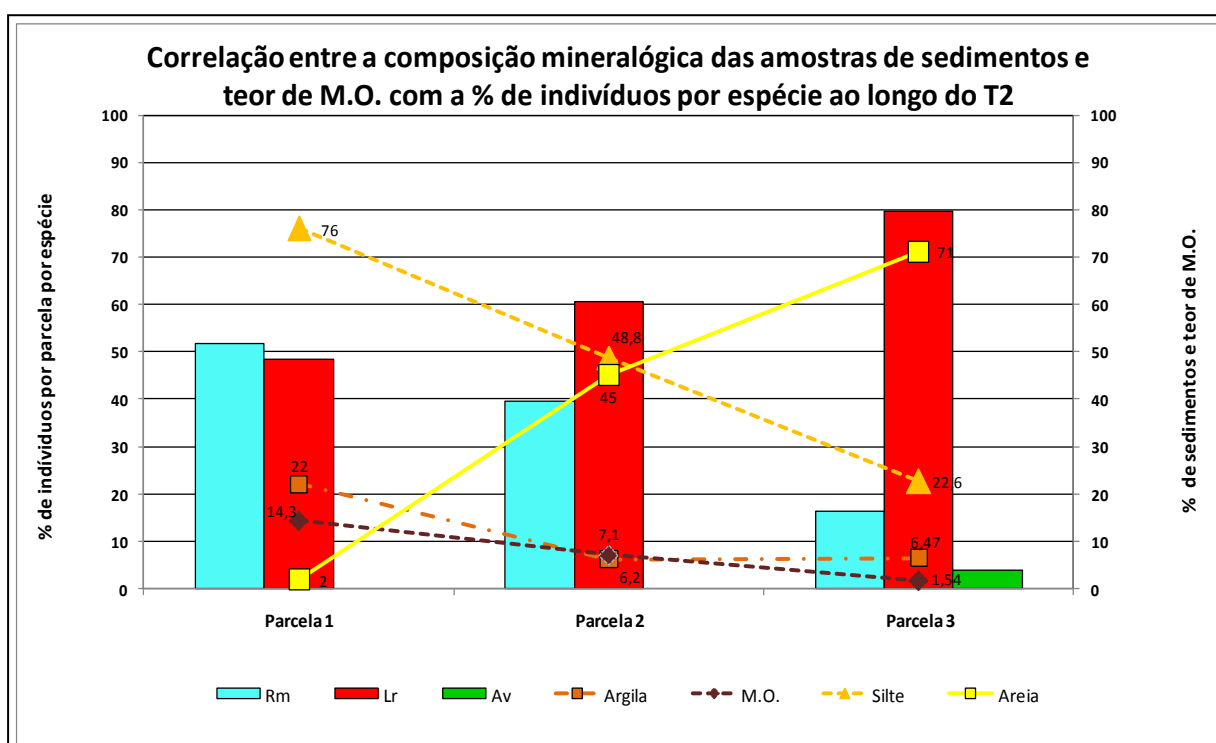


Gráfico 16 – Correlação entre a composição mineralógica das amostras de sedimentos e teor de M.O. com a % de indivíduos por espécie ao longo do T2. Elaborado por: Thayana C. Wanderley, 2012.



Assim como também é surpreendente a elevação desse percentual bosque adentro, ou seja, em direção a P3. A mesma observação pode ser feita com relação aos percentuais de silte e argila, que decaem à medida que se adentra no bosque. Os teores de MO ao longo do transecto 2 apresentam uma queda que, *a priori*, não se justifica, pois como trata-se de um bosque que apresenta uma franja na P1 e um discreto declive continente adentro nas parcelas 2 e 3, deveria apresentar um acréscimo no teor de MO. Geralmente é o que se observa (SCHOLL, 1968; BIRD, 1972; 1971; BALL, 1980; BUNT et al., 1985).

Notou-se que a *R. mangle* é a mais abundante na P1, seguida da *L. racemosa*. Exceto pela presença desta última espécie, não parece haver correlação entre a composição mineralógica dos sedimentos e teor de MO com a distribuição das espécies ao longo dessa parcela.

A P2 apresenta 317,40m<sup>2</sup> de área, ocupando 23 metros de comprimento. Nota-se que é um trecho do transecto 2 que está colonizado pelas espécies *R. mangle* e *L. racemosa*, com 53,12 e 81,24 indivíduos por ha<sup>-1</sup>, respectivamente. Sendo a representação relativa de 39,5% para a primeira espécie e 60,5% para a última (Gráfico 10).

No que se refere à área basal, na P2 do T2, há predomínio de *R. mangle* com 2,28 m<sup>2</sup>/ha<sup>-1</sup> seguido por *L. racemosa* com 0,96 m<sup>2</sup>/ha<sup>-1</sup>. Observando o gráfico 9 nota-se que a densidade absoluta de indivíduos é a mais representativa com total de 81,24 indivíduos. Porém, a com maior representatividade de área basal é a classe superior com 3,09 m<sup>2</sup>/ha<sup>-1</sup> seguido de 0,143 m<sup>2</sup>/ha<sup>-1</sup> da classe intermediária e 0,001 na classe inferior (Gráfico 12).

Quanto ao estado de estresse, na parcela 2 do T2, *R. mangle* viva apresenta-se com 50%, enquanto *L. racemosa* viva representa 37,9% e *L. racemosa* morta contribui com 12,1% (Gráfico 15).

A altura média desse bosque é de 18 metros, cujo tipo fisiográfico constitui um bosque tipo bacia, de acordo com a classificação de Lugo & Snedaker (1874).

Quanto aos dados abióticos, a salinidade superficial e intersticial foram ambas de 31‰.

O pH do solo foi de 8,0 e cor do substrato, segundo a tabela de Münsell foi 10YR2/1, que equivale a um substrato preto.

A parcela 3 abrangeu área de 130m<sup>2</sup>, colonizada pelas espécies *R. mangle*, *L. racemosa* e *A. schaueriana*. A *R. mangle* contribuiu com 99,99 indivíduos, já a *L. racemosa* com 484,6 e a *A. schaueriana* com 23,07 indivíduos a cada ha<sup>-1</sup>. Sendo a representação relativa de cada espécie equivalente a 16,4%, 79,7% e 3,9%, respectivamente (Gráficos 10 e 11).

No que se refere à área basal por espécie, na P3 do T2, há predomínio de *L. racemosa* com 1,39 m<sup>2</sup>/ha<sup>-1</sup> seguido por *R. mangle* com 0,019 m<sup>2</sup>/ha<sup>-1</sup> e *A. schaueriana* com 0,034 m<sup>2</sup>/ha<sup>-1</sup>.

Observando o gráfico 14, no que se refere à densidade absoluta de indivíduos por espécie por parcela por classe diamétrica, vê-se que *L. racemosa* contribui nas três classes, com 392,3 indivíduos na intermediária, seguida da classe inferior com 84,61 indivíduos e, por fim, 7,69 indivíduos na classe superior. *Rhizophora mangle* aparece nas classes inferior e intermediária com 23,07 e 76,92 indivíduos, respectivamente. Enquanto *A. schaueriana* contribui apenas na classe intermediária com 23,07 indivíduos (Gráfico 12).

A área basal total da P3 conta com 1,33 m<sup>2</sup>/ha<sup>-1</sup> na classe intermediária, seguida de 0,073 m<sup>2</sup>/ha<sup>-1</sup> da classe superior e 0,039 m<sup>2</sup>/ha<sup>-1</sup> na classe inferior (Gráfico 13).

Quanto ao estado de estresse, na P3 do T2 *R. mangle* viva apresenta-se com 7,6%, enquanto 6,7% estão com morte apical. Já a *L. racemosa* viva apresenta 39,1% e a com morte apical e morta apresentam igualmente 21,7%. A *A. schaueriana* com morte apical representa 2,2% e a *A. schaueriana* morta representa 1%, conforme demonstrado no Gráfico 15.

A altura média do bosque é de 9 metros, cujo tipo fisiográfico constitui um bosque tipo bacia, de acordo com Lugo & Snedaker (1974).

Quanto aos dados abióticos, a salinidade superficial e intersticial foram de 30‰ respectivamente.

O pH do solo foi de 8,0 e cor do substrato, segundo a tabela de Münsell foi 10YR3/3, que equivale a um substrato marrom escuro.

Observando o perfil esquemático realizado por Vale (op.cit.), vê-se que a extensão do T2 era de 110 metros, da linha d'água até o cordão arenoso (Figura 57). Atualmente a extensão do transecto é de aproximadamente 120 metros. Na época daquele monitoramento, a parcela 1 do transecto 2 contava com apenas  $0,21\text{m}^2/\text{ha}^{-1}$ . Essa baixa contribuição de área basal era justificada pela autora em função dos indivíduos estarem todos numa classe diamétrica menor que a inferior. Atualmente, essa parcela encontra-se compondo um bosque jovem misto de *R. mangle* e *L. racemosa*, cuja área basal total é de  $3,32\text{m}^2/\text{ha}^{-1}$ , o que mostra a evolução desse trecho, que visivelmente prograda em direção à laguna estuarina.

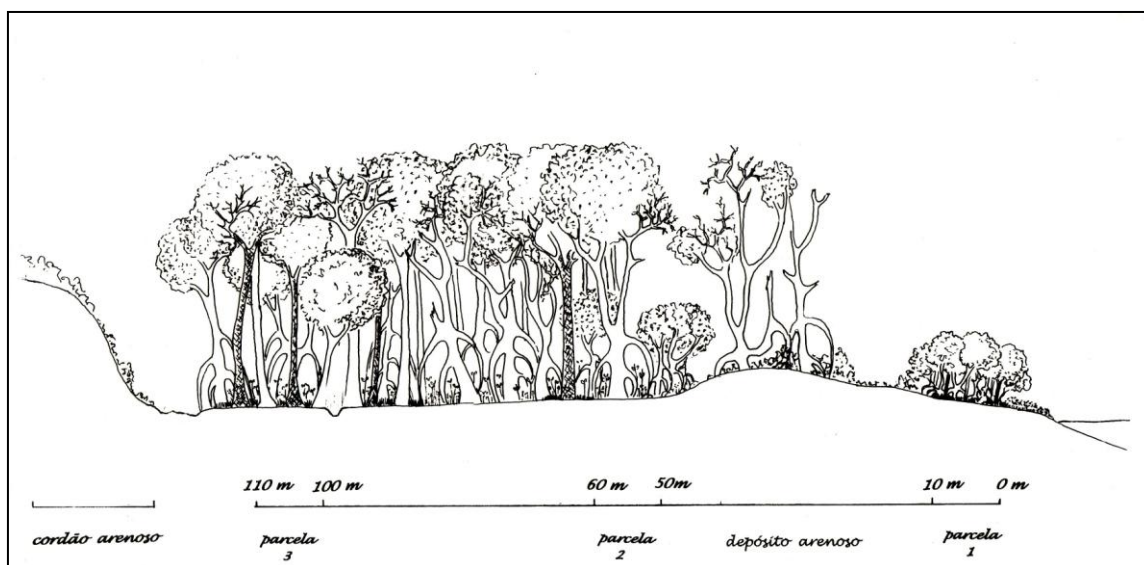


Figura 57 – Perfil esquemático do transecto 2 (exagero vertical de aproximadamente 2,5 vezes).  
Fonte: Vale, 1999.

Observando os dois perfis esquemáticos representados pelas figuras 56 e 57, no que se refere à evolução do trecho monitorado, as maiores modificações ocorreram nas parcelas 1 de ambos os transectos.



Figura 58 – Trecho do bosque em franco processo de colonização em 1998 (Parcela 1 do transecto 1). Fonte: Acervo Cláudia Câmara do Vale.

Conforme se observa também nas figuras 58 e 59, sendo a primeira de 1998 e a segunda de 2008, vê-se que em um intervalo de apenas 10 anos, o trecho que estava em colonização transformou-se em um bosque jovem separado das parcelas finais de ambos os transectos pelo cordão arenoso.

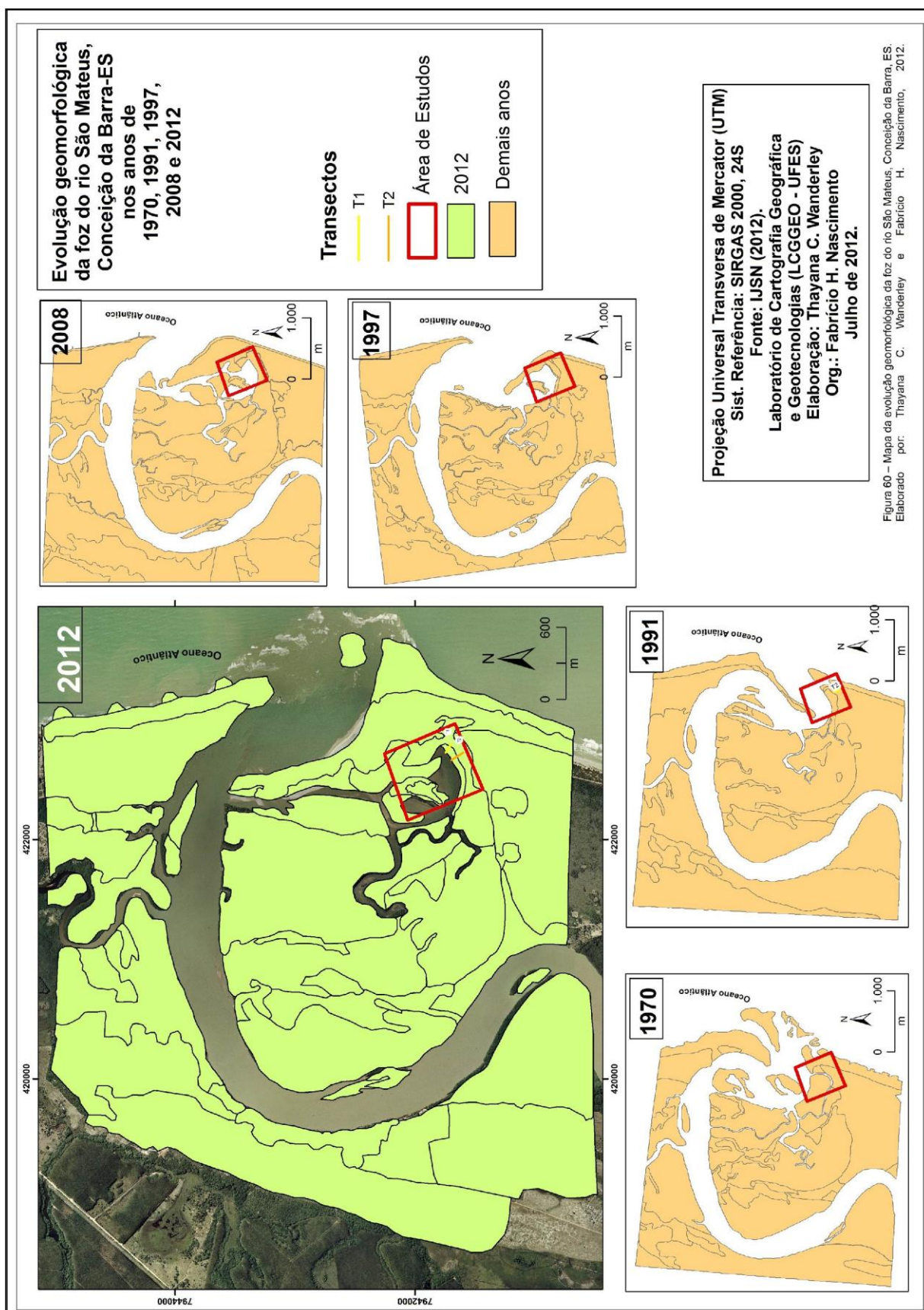
Atualmente, as demais parcelas, embora apresentem pequenas diferenças quanto ao número de indivíduos, ora para mais, ora para menos, não há nenhuma alteração do ponto de vista geomórfico, permanecendo um bosque de bacia na porção em direção ao continente, sendo um bosque misto e maduro (Figura 60).





Figura 59 – Vegetação halófito-psamófito que ocupa o cordão arenoso que separa as parcelas iniciais dos transectos 1 e 2. Fonte: Acervo Cláudia Câmara do Vale.

Atualmente, as demais parcelas, embora apresentem pequenas diferenças quanto ao número de indivíduos, ora para mais, ora para menos, não há nenhuma alteração do ponto de vista geomórfico, permanecendo um bosque de bacia na porção em direção ao continente, sendo um bosque misto e maduro (Figura 60).





## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Tendo em vista os objetivos propostos nesta dissertação e analisando os resultados obtidos, pode-se fazer as seguintes considerações:

A configuração geomórfica da foz do rio São Mateus e adjacências vem sofrendo alterações que são inerentes à uma foz. Entretanto, tais alterações são extremamente rápidas e perceptíveis em um período de tempo muito curto, como de um ano para o outro, por exemplo. Ao longo dos anos em que vem sendo monitorada por Vale (1999), a autora vem observando as mudanças sofridas, sobretudo, pela vegetação. Tanto o bosque de mangue que ocupa o baixo estuário, quanto as demais vegetações e usos da terra na área monitorada por Vale (op.cit) vem sendo modificadas por fatores naturais e antrópicos.

Por meio de mapeamento geomorfológico observou-se como a dinâmica fluvial bem como a corrente de deriva litorânea podem influenciar no transporte de sedimentos carregados até a foz, alterando constantemente a configuração da área e atuando como *inputs* de energia para o sistema. Notou-se que, em cada período analisado, a foz e suas adjacências possuíam uma configuração geomorfológica diferenciada uma da outra.

Vale e Ferreira (1999) haviam quantificado a área de manguezal da bacia do rio São Mateus (baixo estuário) em 10,93 km<sup>2</sup>, por meio de fotointerpretação. Todavia, nesta pesquisa por meio da geotecnologia do uso de ferramenta SIG, constatou-se uma área menor equivalente a 9,30 km<sup>2</sup>. Essa pequena diferença tanto pode se dever a uma perda de área de manguezal em função dos processos flúvio-marinhos, bem como pode ser apenas em função do emprego de uma tecnologia mais eficiente do ponto de vista quantitativo. Neste sentido, esta pesquisa contribui com a atualização de dados levantados anteriormente.

Vale (1999) monitorou toda a foz do rio São Mateus desde a franja do bosque de mangue em direção ao seu interior, por meio de transectos que variavam de extensão em função dos processos erosivos e sedimentares que ali ocorriam.

Portanto, a área monitorada pela autora abrangia uma área muito maior do que a que se propõe este trabalho.

Esta pesquisa se propôs a monitorar apenas um trecho do bosque de mangue da foz do rio São Mateus. Precisamente o trecho monitorado foi aquele que em 1999 estava em franco processo de mortandade por soterramento da vegetação, ocasionado pelo fluxo fluvial que ali atuava. Ou seja, a barra fluvial que hoje está sendo monitorada, em 1999 não existia.

O trecho monitorado, atualmente, constitui-se de uma área abrigada, livre do embate direto das ondas e da maré, que tem a sua frente uma “laguna estuarina”, resultante do processo de ruptura da barra fluvial à margem esquerda do rio, representada no mapeamento de 1991 (Figura 40). Esta laguna estuarina a qual está se referindo agora, tornou-se uma área de lenta deposição de sedimentos flúvio-marinhos, sobre a qual os manguezais estão em franco processo de colonização. É exatamente neste trecho do bosque de mangue que estão localizados a primeira parcela (parcela 1) dos transectos 1 e 2, que tiveram os dados fitossociológicos coletados por meio da metodologia proposta por Schaeffer-Novelli & Cintrón (1986), que acrescentaram aos transectos realizados por Vale (1999) cerca de 20 metros de área colonizada pelos manguezais. Quando se observa as figuras esquemáticas elaboradas por Vale (op. cit.) e utilizadas neste trabalho (Figuras 56 e 57) que representam os transectos 1 e 2, conclui-se que esses 20 metros acrescidos, na época de seu monitoramento, consistia em uma linha d’água e bosque morto.

A utilização dos croquis acima referidos é fundamental para o leitor entender o prolongamento do bosque de mangue em direção a linha d’água a partir do lento e contínuo acréscimo de sedimento proporcionado tanto pela dinâmica flúvio-marinha quanto pelo sistema radicular do próprio mangue, a exemplo do que pontuou Semeniuk (1980) em seu trabalho realizado nos manguezais da Austrália.

No que se refere a concepção dos ambientes nos quais podem ocorrer os manguezais de acordo com a proposta de Thom (1982), onde atuam os componentes geofísicos, geomórficos e biológicos, a foz do rio São Mateus insere-se não apenas em um de seus ambientes postulados, mas entre um e outro, que

estão entre os ambientes III e IV. No ambiente III são caracterizados pelos processos flúvio-marinhos e pequena quantidade de descarga fluvial e ondas de alta energia e o ambiente IV que, além das ondas de alta energia também é caracterizado pela elevada quantidade de descarga fluvial. A foz do rio São Mateus é o resultado da combinação desses dois ambientes e seus processos.

Baseado nesta visão de ambientes proposta por Thom (1982) confirma-se a importância da compreensão do conceito de "assinatura energética" empregado para os ambientes dos manguezais dentro da visão sistêmica podendo ser uma metodologia eficiente aos estudos costeiros e principalmente de manguezais.

Também é importante ressaltar que as variações de precipitação e escoamento fluvial na área em estudo foram observadas e analisadas a partir dos dados de Vale (1999) que iniciou na década de 1970 até 1997 e em seguida atualizado pela presente pesquisa. Assim, os intervalos temporais observados, indicam que períodos de elevada precipitação/vazão e períodos de baixa precipitação/vazão foram responsáveis, em parte, pelas modificações das morfologias identificadas na foz do rio São Mateus nos anos de 1970, 1991, 1997, 2008 e 2011.

Esse fato permite supor que as alterações geomórficas e fitogeográficas identificadas e caracterizadas por este trabalho, podem ter um forte componente natural, representado pelo clima, o qual se manifesta através das variações temporais de pluviosidade e, conseqüentemente, de vazão.

Para a área em estudo, pode-se afirmar que, períodos de elevada precipitação e vazão geraram episódios erosivos e de deposição sedimentar ao longo da foz do rio São Mateus em diferentes épocas. A intensidade destes episódios erosivos/deposicionais é uma resposta à variação de precipitação/vazão, ora elevada ora baixa, favorecendo intensamente para a alteração fisiográfica na área.

Foi possível observar também como as diferenciadas unidades de relevo da área, com seus aspectos e composição distintos se articulam e, juntas, compõem uma paisagem única com um sistema natural extremamente importante do ponto de vista sócio-econômico, ambiental e cultural que é o manguezal. Neste sentido vale ainda

lembrar, conforme afirma Thom (1982), que os ambientes costeiros são o resultado da articulação entre os fatores de diferentes ordens de grandeza espaço-temporal, tais como o geofísico, o geomórfico e o biológico.

Não se pode esquecer da atuação do homem que, com sua atuação enquanto componente da paisagem, gera *inputs* que alteram e influenciam o sistema analisado. Assim, é relevante visualizar o homem como elemento altamente modificador da paisagem. Dessa forma, o uso e ocupação da terra é eficaz, uma vez que é possível ver o resultado das ações e atuações do mesmo neste e em qualquer tipo de ambiente sobre a superfície da Terra.

As atividades predominantes ao longo do trecho de 100km<sup>2</sup>, área anteriormente delimitada como foco deste estudo, são a pastagem (52,9 km<sup>2</sup>) e a cultura (47,0 km<sup>2</sup>) que, juntamente com a silvicultura (245, 7 km<sup>2</sup>) vem crescendo de forma assustadora nos últimos 30 anos, ocupando grandes dimensões dos terrenos terciários da bacia do rio São Mateus. Embora não tenha sido objeto dessa pesquisa, é importante deixar como sugestão de estudo os impactos da monocultura do eucalipto sobre o entorno das áreas estuarinas.

Quanto aos dados bióticos e abióticos dos manguezais da foz do rio São Mateus observou-se que o levantamento de tais informações foi extremamente relevante na análise e compreensão da evolução da foz bem como dos eventos erosivos e deposicionais que ora contribuem para o desmantelamento de áreas de manguezal ora possibilitam a expansão das mesmas.

No setor 1, ou seja nos transectos 1 e 2, há aumento do bosque de mangue devido lentos e contínuos processos deposicionais que ali ocorrem. As espécies vegetais *Laguncularia racemosa* e *Rhizophora mangle* mostraram ser as que melhor se adaptam às novas condições de sedimentação no setor 1, seguidas da *Avicennia schaueriana* em menor quantidade.

Assim como observado por Vale (1999), nos transectos estudados na franja, os efeitos sobre a vegetação, tanto da erosão quanto da sedimentação, lenta ou

acelerada, foram mais perceptíveis e passíveis de ser mensurados. Mais para o interior do bosque os efeitos são menos perceptíveis.

Os processos deposicionais que ocorrem no setor 1, na franja do bosque, propiciaram e ainda propiciam o avanço do mangue em direção à linha d'água, ocupando terrenos que outrora estavam sob forte processos de soterramento por sedimentos fluvio-marinhos, bem como em direção à laguna estuarina, já mencionado anteriormente. É notável a separação entre as parcelas iniciais de ambos os transectos pela existência de um depósito arenoso, colonizado por vegetação halófito-psamófito, que impossibilita a conexão entre as duas faixas do bosque de mangue.

Tendo em vista a situação de ocupação da foz do rio São Mateus bem como seus eventos de erosão/deposição sugere-se estudos mais aprofundados que forneçam respostas concretas da dinâmica sedimentar da foz e de praias do entorno como forma de conhecer melhor o seu comportamento nas várias condições climáticas que abrangem a costa e assim propor medidas que solucionem os problemas de erosão costeira e de perda de manguezal visto que, este ecossistema é considerado um regulador no equilíbrio ambiental.

Os processos inerentes a uma área estuarina e, neste caso, aplica-se a este estuário, estarão sempre em perpétua evolução, ora criando ambientes aptos à colonização por mangues, ora desmantelando terrenos já densamente ocupados por mangues. Parece haver uma ciclicidade no crescimento das barras fluviais, ora à margem direita, ora à margem esquerda, da foz do rio São Mateus. Percebe-se pelo último mapeamento realizado (Figura 60) que o entulhamento da foz por sedimentos flúvio-marinhos propiciará a colonização por mangues, bem como o preenchimento da "laguna estuarina". Todavia, há que se acompanhar a dinâmica costeira, em função da construção das ferraduras paralelas à linha de costa na Praia da Bugia, que possivelmente irá alterar o trânsito de sedimentos paralelos à linha de costa.

## 7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBINO, J.; GIRARDI, G.; NASCIMENTO, K. A.; **Erosão e Progradação do litoral do Espírito Santo**. In: Dieter Muehe. (Org.). Erosão e progradação do litoral brasileiro. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, p. 227-264, 2006.

AQUACONSULT Consultoria e Projetos de Engenharia Ltda, 1994. Projeto de proteção das margens, desobstrução e fixação do estuário da foz do rio São Mateus na cidade de Conceição da Barra-ES. Vol 1. 23p.

BALL, M. C. **Patterns of secondary succession in a mangrove forest of southern Florida**. In: *Oecologia (Berl.)* 44. Department of environmental Engineering. Miami, Florida – USA. pp.226-235. 1980.

BERTALANFFY, L.; **Teoria geral dos sistemas**. Editora Vozes, Petrópolis, 351p. 1975.

\_\_\_\_\_. **Perspectivas em La Teoria General de Sistemas – Estudios científico-filosóficos**. Versão espanhola Alianza Universidad, 166p. 1986.

BIRD, E. C. F. **Mangroves as land-builders**. *Victorian Nat.*, 88:189-197. In: **Effects of changes in stratospheric ozone and global climate**. Vol. (4) Sea Level Rise. Titus, J.G. (Ed.) Vol. (4) pp.83-98. 1971.

\_\_\_\_\_. **Coastal geomorphology an introduction**. Departamento de Geografia, Universidade de Melbourne, Austrália, 2000.

BRASIL - MME. **Projeto Radambrasil**. Folha SE-24 Rio Doce. Série Levantamentos dos Recursos Naturais. Vol. 34. Rio de Janeiro. 544p. 1987.

BRASIL. Decreto-lei nº 5.300 de 7 de Dezembro de 2004. Dispõe sobre regras de uso e ocupação da zona costeira e estabelece critérios de gestão da orla marítima, e dá outras providências. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, 8 de Dez. de 2004. Disponível em: <http://www.dji.com.br>. Acesso em: 11 de Out. 2010.

BUNT, J. S.; WILLIAMS, W. T. & BUNT, E. D. **Mangrove species distribution in relation to tide at the seafront and up rivers**. In: *Contents vol. 36*, nº 4. Australian Institute of Marine Science. pp.453-641. 1985.

CARMO, T.M.S.; SILVA, M.A.B.; BERNINI, E.; **Características estruturais de bosques de mangue do estuário do rio São Mateus, ES, Brasil**. *Acta bot. bras.* 19 (3): 465-471, 2005.

CASTRO, B. M. & MIRANDA, L. B. **Physical oceanography of the western atlantic continental shelf located between 4°N and 34°S**. Instituto Oceanográfico, Universidade de São Paulo. pp.209-251. 1998.



CHAPMAN, V.J.; **Mangrove biogeography**. *In*: International Symposium on/ Biology and Management of Mangroves. (Eds.) G. E. Walsh, S. C. Snedaker & H. J. Teas. East-West Center, Honolulu, Hawaii, p.3-22. 1975.

CINTRÓN, G.; LUGO, A. E. & MARTÍNEZ, R. **Structural and functional properties of mangrove forests**. *In*: W. G. Darcy & M.D. Correa A. (eds), The Botany and Natural History of Panama, Missouri Botanical Garden, Saint Louis, Missouri. p.53-66, 1985.

CINTRÓN, G. & SCHAEFFER-NOVELLI, Y. **Ecology and management of New World mangroves**. *In*: U. Seeliger (ed.) Coastal Communities of Latin America. Academic Press, San Diego, USA. p.233-258. 1992.

DAVIS, J. H. **The ecology and geology role of mangroves in Florida**. Carnegie Institute Washington Publication, 517: 307-409. 1940.

DAVIS, JR. R., FITZGERALD, D., **Beaches and Coasts**. Austrália, 2004.

DELL'ORTO E SILVA E. **Evolução Tempero-Espacial da Cobertura Vegetal do Manguezal da Embocadura do Rio São Mateus Empregando Técnicas de Sensoriamento Remoto**. Dissertação. PPGG-UFES, 2010.

DIAS, J. A.; **A análise sedimentar e os conhecimentos dos sistemas marinhos. Uma Introdução à Oceanografia Geológica**. Universidade do Algarve, 2004.

DNH. Diretoria de Hidrografia e Navegação. <https://www.mar.mil.br/dhn/dhn/index.html>. Acesso em: Outubro de 2011.

DOMINGUEZ, J. M. L.; BITTENCOURT, A. C. & MARTIN, L. **Esquema evolutivo da sedimentação Quaternária nas feições deltáicas dos rios São Francisco (ES/AL), Jequitinhonha (BA), Doce (ES) e Paraíba do Sul (RJ)**. *In*: *Revista de Geociências* 11(4). São Paulo. p.227-237. 1981.

DOMINGUEZ, J. M. L. **Evolução paleográfica do delta do Rrio Jequitinhonha durante o Quaternário: influência das variações do nível do mar**. *In*: Atas do IV Simpósio do Quaternário no Brasil. pp.69-92. 1982

FERNANDES, M. M. S; **Comunidades de pescadores artesanais de Meleiras e Barreiras, Conceição da Barra - ES. Inserção dos territórios tradicionais na dinâmica econômica capixaba**. Dissertação (Mestrado em Geografia - Geografia Humana) - Universidade de São Paulo - USP. 2008.

FLEXOR, J-M; MARTIN, L. M.; SUGUIO, K. & DOMINGUEZ, J. M. L. **Gênese dos cordões litorâneos da parte central da costa brasileira**. CEUFF, Niterói. p. 35-45. 1984.

FOLLEDO, Manuel. **Raciocínio Sistêmico: Uma boa forma de pensar o meio ambiente**. Ambiente e Sociedade. Ano: III, Nº6/7, 2000.

GUERRA, Antônio Teixeira. **Dicionário Geológico e Geomorfológico**. IBGE, 5ª ed. 1972.

HOEFEL, F. **Morfodinâmica das praias arenosas oceânicas: uma revisão bibliográfica**. Univali, Itajaí – PR, p. 93. 1998.

HUTCHINGS, P. & SAENGER, P. **Mangroves and their environment**. In: Ecology of mangroves. Queensland, Australia. Ed.UQP. 388p. 1987.

\_\_\_\_\_. **Adaptations of mangroves**. In: Ecology of mangroves. Queensland, Australia. Ed.UQP. 388p. 1987.

\_\_\_\_\_. **Productivity of mangrove ecosystems**. In: Ecology of mangroves. Queensland, Australia. Ed.UQP. 388p. 1987.

\_\_\_\_\_. **The role of mangroves and other wetlands in estuarine ecosystems**. In: Ecology of mangroves. Queensland, Australia. Ed.UQP. 388p. 1987.

INSTITUTO BRASILEIRO DE MEIO AMBIENTE, IBAMA. **Populações Tradicionais**. Disponível em: <http://www.ibama.gov.br/resex/pop.htm>. Acesso em: Setembro de 2012.

INSTITUTO CAPIXABA DE PESQUISA, ASSISTÊNCIA TÉCNICA E EXTENSÃO RURAL – INCAPER. Dados de precipitação da Estação de Conceição da Barra-ES. Disponível em: <http://www.incaper.es.gov.br/>. Acesso em: Junho de 2011.

INMET/EMCAPA. **Representação gráfica da frequência, direção e velocidade dos ventos em Vitória, Conceição da Barra e Regência, no Espírito Santo**. Cariacica, 3(2): pp. 1-11, 1981.

LIGNON, M.C.; **Ecologia de manguezais: Desenvolvimento espaço-temporal no sistema costeiro Cananéia-Iguape, São Paulo, Brasil**. Tese. Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2005.

LIMBERGER, L. **Abordagem Sistêmica e Complexidade na Geografia**. UNESP, Geografia, V.15; Nº2, São Paulo, 2006.

LUGO, A. E. & SNEDAKER, S. C. **The ecology of mangroves**. *Annual Review of Ecology and Systematic* 5. pp. 39-64. 1974.

KJERFVE, B. **Manual for investigation of hydrological processes in mangrove ecosystems**. Baruch Institute for Marine Biology and Coastal Research Department of Geological Sciences and Marine Science Program University of South Carolina Columbia, USA. 79p. 1990.

MARTIN, L., SUGUIO, K., DOMINGUEZ, J. L. M. & FLEXOR, J-M. **Geologia do Quaternário costeiro do litoral norte do Rio de Janeiro e do Espírito Santo**. Belo Horizonte, CPRM/FAPESP. 112p. 1997.

MACCOY, E. D. & HECK JR., K. L. **Biogeography of corals, seagrasses and mangroves: an alternative to the center of origin of concept.** *In: Syst. Zool.*, 25(3): 201-210. 1976.

MENDES, I. A.; DANTAS, M.; BEZERRA, L. M. M. **Geomorfologia. Levantamento de recursos naturais.** Projeto RADAMBRASIL, v.34: 173-228. 1987.

MENDONÇA, F.; DANNI-OLIVEIRA, I. M.; **Climatologia: noções básicas e climas do Brasil.** São Paulo: Oficina de Textos, 2007. 206 p.

MIRANDA, L.B. de; CASTRO, B.M.; BJORN, K.; **Princípios de Oceanografia Física de Estuários.** São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2002.

MMA. Ministério do Meio Ambiente. **Programa Nacional de Gerenciamento Costeiro – PNGC, 2004.** Disponível em: <http://www.mma.gov.br/>. Acesso em: Maio de 2011.

MONTEIRO, C. A. F. **Clima.** *In: Geografia do Brasil. Grande Região Sul.* Rio de Janeiro, Fundação IBGE, vol. 5, pp. 114-136. 1949.

MORAES, A. C. R. **Contribuições para a gestão da zona costeira do Brasil.** Editora HUCITEC/EDUSP, São Paulo. 229p. 1999.

MUEHE, D. **Geomorfologia Costeira.** *In: GUERRA, A. J. T. e CUNHA, S. B. Geomorfologia: Uma atualização de bases e conceitos.* Ed. Bertrand Brasil. 1993.

MUEHE, D. **O litoral brasileiro e sua compartimentação.** *In: CUNHA, S.B. & GUERRA, A. T. Geomorfologia do Brasil.* Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 392p., 1998.

MUNSELL. **Munsell soil color charts, Munsell Color.** Baltimore, 2000.

ODUM, H. P. **Systems ecology: An Introduction.** *In: A Wiley-Interscience Publication, John Wiley & Sons.* pp. 1-24. 1983.

\_\_\_\_\_. **Ecologia.** Ed. Guanabara. Rio de Janeiro. 434p. 1988.

OLIVEIRA, L. A. K. **Caracterização Morfodinâmica da Praia do Morro, Guarapari – Espírito Santo.** Universidade Federal do Espírito Santo, CCHN. Dpto de Oceanografia e Ecologia. Vitória, ES, 2009.

RAMPINELLI, F.G. et al. **Comportamento morfológico da desembocadura do rio São Mateus, litoral norte do Espírito Santo – Brasil, entre os anos de 1984 e 2009.** Anais XV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR, Curitiba, PR, Brasil, 30 de abril a 5 de maio de 2011, INPE p.49.

ROSS, J. L. S. **Geomorfologia, ambiente e planejamento.** Ed. Contexto, São Paulo, 85p. 1990.

SAENGER, P. **Mangrove ecology, silvicultura and conservation.** Southern Cross University, Lismore, Austrália. 2002.

SCHAEFFER-NOVELLI, Y. & CINTRÓN, G. **Guia para estudo de áreas de manguezal. Estrutura, função e flora.** Caribbean Ecological Research, São Paulo, 150p. 1986.

SCHAEFFER-NOVELLI, Y., CINTRÓN, G., ADAIME, R.R. & CAMARGO, T.M. **Variability of mangrove ecosystem along the brazilian coast.** Estuaries, 13(2): 204-218. 1990a.

SCHAEFFER-NOVELLI, Y.; MESQUITA, H.S.L. AND CINTRÓN-MOLERO, G. **The Cananéia Lagoon Estuarine System,** São Paulo, Brasil. Estuaries, 13(2), 193-203. 1990b.

SCHAEFFER-NOVELLI, Y.; VALE, C.C.; COELHO JR., C., CASTRO, P.M.G. & SOUTO, M.A. **Manguezais como indicadores biológicos para mudanças globais.** In: Simpósio de Geografia Física Aplicada. I Forum Latino-Americano de Geografia Física Aplicada. Curitiba, PR. Anais vol. 1 p.329, 1996.

SCHAEFFER-NOVELLI, Y. & CINTRÓN-MOLERO, G. **Brazilian mangroves: a historical ecology.** In: Ciência e Cultura Journal of the Brazilian for the Advancement of Science vol. 51(3/4). Arlington – USA. pp. 274-286, 1999.

SCHAEFFER-NOVELLI, Y.; CINTRÓN-MOLERO, G.; SOARES, M.L.G. AND DE ROSA, T. **Brazilian mangroves.** Aquatic Ecosystem Health and Management, 3, 561-570, 2000.

SCHAEFFER-NOVELLI, Y.; CINTRÓN-MOLERO, G.; LIGNON, M.C. AND COELHO-JR., C. **A conceptual hierarchical framework for marine coastal management and conservation: a Janus-like approach.** Journal of Coastal Research, Special Issue, 42, 191- 197, 2005.

SCHAEFFER-NOVELLI, Y.; CINTRÓN, G.; CUNHA-LIGNON, M.; MENGHINI, R.P.; SANTOS, L.C.M. AND NIEMEYER-DINOLA, C. **The use (and misuse) of object-based GIS approaches for interpreting coastal marine ecosystems: patterns, pitfalls and concerns,** 2008.

SCHOLL, D. W. **Mangrove swamps: geology and sedimentology.** In: The Encyclopedia of Geomorphology, (Ed.) Rhodes W. Fairbridge. Reinhold Book Corp. N.Y. pp.683-688. 1968.

SEMENIUK, V. **Mangrove zonation along an eroding coastline in King Sound North-Western Australia.** Blakwell Scientific Publication, pp.789-812. 1980.

SHERMAN, D. J. & BAUER, B. O. **Coastal geomorphology through the looking glass.** In: *Geomorphology*, 7. pp.225-249. 1993.

SNEDEKER, S.C. & LUGO, A.E.; **A ecologia dos manguezais.** Miami, USA, 1985.

SOUZA, G. M. & MONZATTO, A. G. 2000. **Hierarquia auto-organizada em sistemas biológicos.** *In: Coleção CLE 30.* Campinas – SP. pp.152-172.

SPALDING, MARK D. et al. **Marine Ecoregions of the world: A bioregionalization of coastal and shelf Areas.** *BioScience*, Vol. 57, No. 7, July/August 2007.

SUGUIO, Kenitiro. **Dicionário de Geologia Marinha: com termos correspondentes em inglês, francês e espanhol.** São Paulo: T. A. Queiroz, 1992.

\_\_\_\_\_. **Geologia do Quaternário e mudanças ambientais: (passado + presente = futuro?).** São Paulo: Paulo's Comunicação e Artes Gráficas, 1999.

THOM, B.G. **Mangrove ecology and deltaic geomorphology: Tabasco, Mexico.** *Journal of Ecology* 55, p.301-343. 1967.

\_\_\_\_\_. **Mangrove Ecology – A geomorphological perspective.** *In: Mangrove Ecosystems in Australia: Structure, Function and Management.* B. F. Cluogh (Ed.). Australian National University Press. Camberra. p. 3-18. 1982.

TOMLINSON, P. B. **The botany of mangroves.** Cambridge University Press. New York. 419p. 1986.

\_\_\_\_\_. **A botânica dos Manguezais.** Cambridge University Press. New York, 1994.

TWILLEY, R. R. **Properties of mangrove ecosystems related to the energy signature of coastal environments.** *Maximum power* (Ed.) C. Hall. University of Colorado Press, Boulder, Colorado. p. 43-62, 1995.

TWILLEY, R. R.; SNEDAKER, S. C.; YÁÑES-ARANCIBIA, A. & MEDINA, E. **Biodiversity and ecosystem processes in tropical estuaries: perspectives of Mangrove Ecosystems.** *In: Functional Roles of Biodiversity: a Global Perspective.* Mooney, H.A.; Cushman, J.H. & Medina, E. (Eds.) p. 327-370. s/d.

UNESCO. United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization. **A handbook: For measuring the progress and outcomes of integrated coastal and ocean management.** Paris, 2006.

VALE, C.C. **Homens e caranguejos: uma contribuição ao estudo dos manguezais como fonte de alimento.** *In: III Simpósio de Ecossistemas da Costa Brasileira: subsídio a um gerenciamento ambiental.* Serra Negra, São Paulo, vol. 1, p.269-273. 1992.

VALE, C.C. & FERREIRA, R.D. **Os manguezais do Estado do Espírito Santo.** *In: IV Simpósio de Ecossistemas Brasileiros.* Águas de Lindóia, São Paulo. vol. 1, p.88-94. 1998.

VALE, C. C. **Contribuição ao estudo dos manguezais como indicadores biológicos das alterações geomórficas do estuário do Rio São Mateus (ES).**

Dissertação de Mestrado, Universidade de São Paulo, Departamento de Geografia/FFLCH. 171p. 1999.

\_\_\_\_\_. **Séries geomórficas costeiras do estado do Espírito Santo e os habitats para o desenvolvimento dos manguezais: uma visão sistêmica.** Tese. Doutorado. (Programa de Pós-Graduação em Geografia Física – USP) 386p. 2004.

\_\_\_\_\_. **Por uma metodologia para o estudo das áreas de manguezais: uma visão sistêmica.** *In:* Geomorfologia: aplicação e metodologias. 1ªEd., São Paulo: Expressão Popular: UNESP. 192p. 2008.

VALE, C.C.; ROSS J.L.S.; **As transformações morfológicas e fitogeográficas do estuário do rio São Mateus, litoral norte do estado do Espírito Santo, entre 1970 e 2008.** Revista do Departamento de Geografia – USP, Volume 21 (2011), p.03-23. 2011.

VILLWOCK, J. A. et al. **Geologia e geomorfologia de regiões costeiras.** *In:* Quaternário do Brasil. Ribeirão Preto, SP. Holos Editora, 382p., 2005.

WOODROFFE, C. D. & GRINDROD, J. **Mangrove biogeography: the role of Quaternary environmental and sea-level change.** Journal of Biogeography 18, p.479-492. 1991.

WOODROFFE, C. D. **Mangrove sediments and geomorphology.** *In:* tropical Mangrove Ecosystems, Robertson, A.I. & Alongi, D.M. (Eds.) p.7-42. 1992.

WOODROFFE, C. D.; CARTER, R.W.G. **Coastal evolution: Late Quaternary shoreline morphodynamics.** Cambridge University Press, 1994.

Blog geologia marinha - <http://geologiamarinha.blogspot.com.br/2010/09/protecao-da-linha-de-costa-no-espírito.html>. Acesso em: Maio de 2012.



# **ANEXOS**

Tabela 6 – Comparação dos dados - Densidade absoluta de indivíduos por espécie

TRANSECTO	PARCELA	Densidade absoluta de indivíduos por espécie (VALE, 1999)			Densidade absoluta de indivíduos por espécie (WANDERLEY, 2012)		
		Rm	Lr	Av	Rm	Lr	Av
1	1	30	70	0	0,2	0,04	0
	2	56,63	0	0	2,3	0	0
2	1	80	140	0	0,04	0,17	0
	2	67,5	5	5	3,5	0,15	0,13
	3	60	230	90	0,45	1,12	0,33

Tabela 7 – Comparação dos dados – Área basal por espécie

TRANSECTO	PARCELA	Área basal por espécie (VALE, 1999)			Área basal por espécie (WANDERLEY, 2012)		
		Rm	Lr	Av	Rm	Lr	Av
1	1	0,2	0,04	0	240	120	0,54
	2	2,3	0	0	67,48	0	2,91
2	1	0,04	0,17	0	600	560	1,74
	2	3,5	0,15	0,13	53,12	81,24	2,28
	3	0,45	1,12	0,33	99,99	484,6	0,02

Tabela 8 – Comparação dos dados – Área basal total por classe de DAP.

TRANSECTO	PARCELA	Área basal total por classe de D.A.P. (VALE, 1999)			Área basal total por classe de D.A.P. (WANDERLEY, 2012)		
		≤ 2,5 cm	2,5 ≥ 10,0 ≤	≥ 10,0 cm	≤ 2,5 cm	2,5 ≥ 10,0 ≤	≥ 10,0 cm
1	1	0,043	0,062	0,173	0	1,6	2,31
	2	0	0,009	2,276	0,0042	0,0328	2,8731
2	1	0,0559	0,151	0	0,076	3,204	0,043
	2	0,0066	0,071	3,703	0,0009	0,1437	3,0999
	3	0,0774	1,119	0,845	0,0393	1,3366	0,073

Tabela 9 – Comparação dos dados – Densidade relativa dos indivíduos por estado de estresse.

TRANSECTO	PARCELA	DENSIDADE RELATIVA DOS INDIVÍDUOS POR ESTADO DE ESTRESSE POR ESPÉCIE (%) (VALE, 1999)									DENSIDADE RELATIVA DOS INDIVÍDUOS POR ESTADO DE ESTRESSE POR ESPÉCIE (%) (WANDERLEY, 2012)								
		Rm Viva	Lr Viva	Av Viva	Rm Morte apical	Lr Morte apical	Av Morte apical	Rm Morta	Lr Morta	Av morta	Rm Viva	Rm Viva	Av Viva	Rm Morte apical	Lr Morte apical	Av Morte apical	Rm Morta	Lr Morta	Av morta
1	1	10,0	0	0	10,0	0	0	10,0	0	0	54	0	20	46	100	70	0	0	10
	2	17,7	0	0	83,3	0	0	0	0	0	66,6	0	0	2,8	0	0	30,6	0	0
2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	6,2	10,5	5,8	0	89,5	94,2	0	0	0	0
	2	75,0	0	0	9,5	3,1	0	3,1	3,1	2,8	100	75,8	0	0	0	0	0	24,2	0
	3	13,9	55,5	16,7	2,8	2,8	5,5	0	0	0	53,8	47,4	66,6	46,2	26,3	0	0	26,3	33,4

Tabela 10 – Comparação dos dados – Dados do bosque de mangue.

TRANSECTO	PARCELA	Altura média do bosque (m) (VALE, 1999)	Composição mineralógica das amostras de sedimentos (VALE, 1999)		(%) e porcentagem de matéria orgânica (VALE, 1999)	Salinidade da água (‰) (VALE, 1999)		Altura média do bosque (m) (WANDERLEY, 2012)	Composição mineralógica das amostras de sedimentos (WANDERLEY, 2012)		(%) e porcentagem de matéria orgânica (WANDERLEY, 2012)	Salinidade da água (‰) (WANDERLEY, 2012)	
			areia	silte/ argila	m. orgânica	salinidade superficial	salinidade intersticial		areia	silte/ argila	m. orgânica	salinidade superficial	salinidade intersticial
1	1	9,0	100	0	0	38‰	30‰	8,0	52,36	47,65	3,1	25‰	25‰
	2	4,5	86.32	13.67	5.52	30‰	30‰	14,6	15,3	84,7	19,5	30‰	30‰
2	1	2,5	97.4	2.6	26.66	38‰	28‰	5,0	2,0	98	14,3	28‰	28‰
	2	17,5	95.4	1.06	77.1	31‰	31‰	18,0	45,0	55	7,1	31‰	31‰
	3	8,0	81.07	18.93	5.44	35‰	35‰	9,0	70,9	29,1	1,5	30‰	30‰

Tabela 11 - Cor do solo segundo Código de Münsell.

<b>TRANSECTO</b>	<b>PARCELA</b>	<b>AMOSTRA</b>
<b>1</b>	1	10YR3/2 marrom muito escuro
	2	10YR2/1 preto
<b>2</b>	1	10YR3/3 marrom escuro
	2	10YR2/1 preto
	3	10YR3/3 marrom escuro

Organizado por: Thayana C. Wanderley, 2012.

