

# **CORRELAÇÃO ENTRE OS PROCESSOS EROSIVOS E SEDIMENTARES E O COMPORTAMENTO DAS ESPÉCIES VEGETAIS DOS MANGUEZAIS DA FOZ DO RIO SÃO MATEUS, LITORAL NORTE DO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO**

Cláudia Câmara do Vale\*

## **RESUMO:**

O presente artigo trata das relações entre os processos erosivos e sedimentares que ocorrem na foz do rio São Mateus, localizada no município de Conceição da Barra, litoral norte do Espírito Santo, e o comportamento das espécies vegetais dos bosques dos manguezais a esses processos. Os dados apresentados foram levantados entre 1996 e 1998 e continuam a ser monitorados até a presente data, por meio de pesquisas desenvolvidas pelo Laboratório de Geografia Física da UFES. As alterações da composição mineralógica dos sedimentos que compõem o substrato do manguezal conduzem a importantes respostas da vegetação de mangue, enfatizando a capacidade de este tipo de vegetação ser utilizado como bio-indicador dos diferentes processos flúvio-marinhos, tanto aqueles decorrentes de alterações antrópicas quanto aqueles que podem estar ligados à elevação do nível do mar provocada por processos naturais.

## **PALAVRAS-CHAVE:**

Ecosistema manguezal; Geomorfologia costeira; Sedimentologia; Processos flúvio-marinhos; Espírito Santo.

## **ABSTRACT:**

This article is about the relations between the processes erosives and sedimentary that occur in mouth of the river São Mateus estuary, located in the municipality of Conceição da Barra, northern coast of the Espírito Santo, and the behavior of the plant species of woods from mangroves such processes. Data were collected between 1996 and 1998 and continue to be monitored until this date, by means of other research under our supervision. The changes of composition mineralogical of the sediments that compose the substratum of mangrove lead to important answers mangrove vegetation, emphasizing the capacity of this type of vegetation be used as bio-indicator the different processes tidal-marine, both those arising from amendments anthropogenic as those who may be linked to raise the level of the sea caused by natural processes.

## **KEYWORDS:**

Ecosystem coastal mangrove; geomorphology; Sedimentology; tidal-marine processes; Espírito Santo.

## **Introdução**

O manguezal constitui um ecossistema costeiro estuarino, que apresenta ampla distribuição geográfica, ocupando a faixa intertropical do planeta. Essa distribuição pode ser verificada também nas regiões subtropicais, apresentando, contudo, bosques com

desenvolvimento estrutural reduzido em função das condições ecológicas já possuírem, nessas latitudes, características próprias da subtropicalidade, principalmente climáticas, adversas ao pleno desenvolvimento dos manguezais.

A despeito da importância atribuída aos manguezais, reconhecida mundialmente no

âmbito científico, estes ecossistemas vêm sofrendo vários tipos de impactos antrópicos e naturais. Em algumas regiões esses impactos decorrem da necessidade por espaços próximos à costa, por serem mais aprazíveis ou por serem propícios para diversas atividades econômicas, tais como instalação de cidades balneárias e portos. Em outras, são ocupados por populações carentes que encontram nas áreas de manguezais uma possibilidade de *moradias* a um custo baixo, pelo menos em um primeiro momento.

Nas últimas décadas os manguezais têm sido estudados sob diversas óticas, sendo alvo de pesquisas ecológicas, biológicas, biogeográficas, geomorfológicas, socioeconômicas e, mais recentemente, geoquímicas. Por outro lado, atualmente, a preocupação das pesquisas científicas está voltada para a perda de áreas de manguezais em decorrência dos processos de erosão e/ou sedimentação, provocada pela elevação do nível médio do mar, de caráter natural ou antropogênico.

A capacidade dos manguezais de responderem aos eventos erosivos e/ou sedimentares da linha de costa é conhecida e documentada por vários autores (DAVIS, 1940; SEMENIUK, 1980; PERNETTA, 1993; SCHAFFER-NOVELLI ET AL. 1996; VALE, 1999), uma vez que esses ecossistemas, onde quer que ocorram, são um reflexo da interação entre os ambientes continentais e marinhos.

A proposta deste trabalho é mostrar as respostas das espécies vegetais dos manguezais às modificações sedimentológicas de seu substrato com base nas alterações geomórficas ocorridas sobre os manguezais da foz do rio São Mateus entre os anos de 1970 e 1998, no litoral norte do Estado do Espírito Santo, mais precisamente no município de Conceição da Barra.

### **A área em estudo**

A sede do município de Conceição da Barra tem sua posição geográfica estabelecida pelas

coordenadas geográficas 18°35'56" de Latitude Sul e 39°43'56" de Longitude Oeste de Greenwich (Figura 1).

O clima da área apresenta temperatura média anual próxima dos 24°C e precipitação em torno de 1.300mm anuais. Os meses de outubro a abril são aqueles cuja precipitação alcança a média mensal de aproximadamente 180 mm, caracterizando uma estação 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, sendo o mês de agosto aquele que apresenta um menor índice pluviométrico, em torno dos 45 mm. A temperatura média na estação seca se apresenta ligeiramente mais baixa quando comparada à estação chuvosa, aproximadamente 29°C.

Do ponto de vista geológico-geomorfológico, a área em estudo localiza-se no trecho denominado por Martin *ET al.* (1997) de Litoral Norte, que se estende desde o limite com o estado da Bahia até a entrada da Baía de Vitória. Nesse setor do litoral a planície costeira se apresenta mais larga e os sedimentos quaternários são delimitados, para o interior, pelos tabuleiros terciários. Entre os depósitos quaternários que compõem o cenário do litoral capixaba, destacam-se os depósitos de manguezais. No município de Conceição da Barra, os manguezais estão presentes ao longo do baixo curso do rio Itaúnas e do baixo curso do rio São Mateus. Nesse último, os manguezais abrangem uma área de 10,82 km<sup>2</sup>, apresentando-se mais exuberantes em seu estuário (VALE & FERREIRA, 1998).

Segundo Martin *et al* (1997) a incidência das frentes de ondas na planície costeira do rio Doce provém de dois setores: ENE e SSE. As ondas do setor SSE, embora menos frequentes, são mais efetivas do que as do setor ENE.

De acordo com Muehe (1998: 278) nesse trecho do litoral brasileiro,

*“do Cabo Frio até Pernambuco, o vento de origem mais local varia menos que na costa*

*sul, soprando geralmente do quadrante leste (entre sudeste e nordeste) com maior persistência, porém com menor velocidade. O período de ondas é curto e a altura é menor que na região Sul. [...] As ondas de elevada energia são provenientes da passagem de frentes frias, de ocorrência mais freqüente entre julho e agosto."*

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, 1998).

As características da área, mesmo que descritas resumidamente, visam facilitar o entendimento das diferentes configurações espaço-temporais da foz do rio São Mateus, apresentadas por meio de mapas neste artigo. Não será discutida aqui a dinâmica flúvio-marinha, passada e atual, responsável por tais configurações, uma vez que o objetivo do artigo é analisar e apresentar o comportamento dos mangues às alterações sedimentológicas do seu substrato.

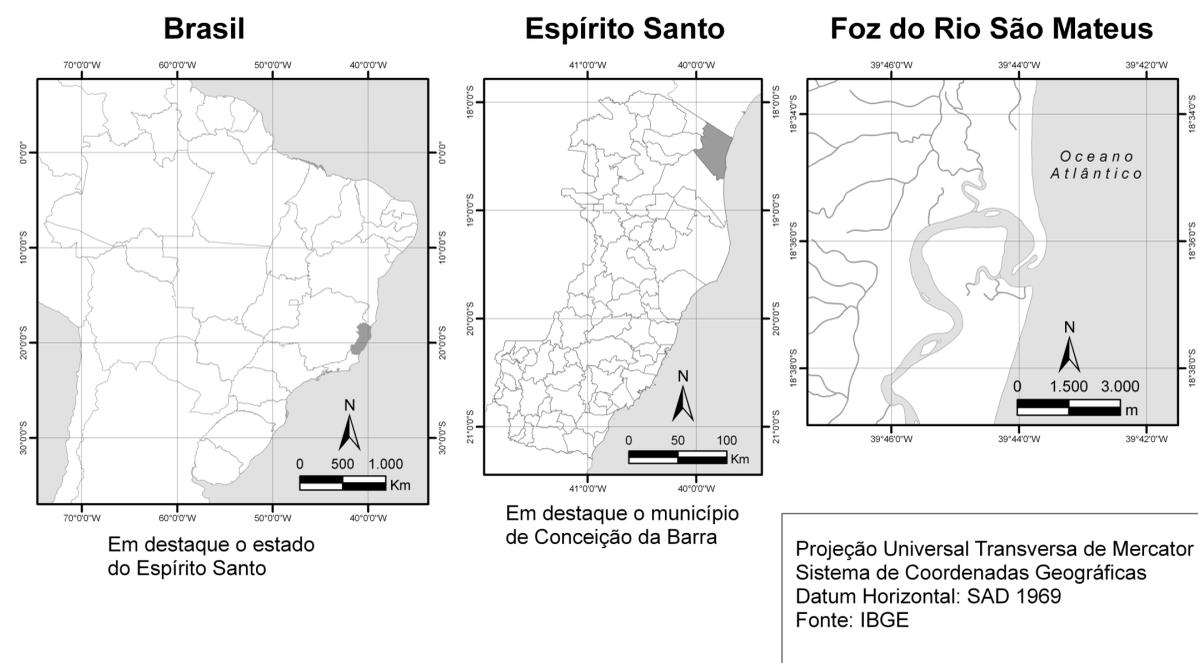


Figura 1 – Localização da área em estudo. Fonte: Vale, 2009.

### Características dos manguezais

As condições ecológicas que possibilitam o estabelecimento, desenvolvimento e manutenção dos manguezais são de diferentes naturezas. Dentre os condicionantes que limitam sua ocorrência podemos citar os climáticos, os geológico-geomorfológicos, os oceanográficos e os sedimentológicos.

Os fatores climáticos, particularmente a temperatura atmosférica, exercem controle sobre a vegetação de forma limitante. A amplitude térmica ideal deve ser aquela em que a temperatura média do mês mais frio não ultrapasse os 20°C, e em cujas latitudes a variação sazonal não exceda os 5°C (WALSH,

1974; CHAPMAN, 1976). Para Macnae (1963), os limites ocorrem onde as temperaturas médias sejam superiores a 19°C e as mínimas sejam de 13°C.

Grandes amplitudes de maré associadas a baixios costeiros suavemente inclinados favorecem o desenvolvimento dos manguezais continente adentro, em estuários e deltas, nos quais a penetração da cunha salina promove maior desenvolvimento dos manguezais quanto maior for a amplitude de maré e o alcance da mesma, rio acima.

Dos ambientes propostos por Thom (1982; 1984), os estuários alimentados por rios, caracterizados por sedimentos terrigenos em ambientes intermarés, são, logicamente, os habitats por excelência para os manguezais (Figura 2). Carências de reentrâncias, de baixios costeiros, de costas abrigadas, protegidas do embate das ondas e marés, restringem a expansão dos manguezais, os quais, muitas vezes ocupam uma estreita faixa costeira e são, frequentemente, alvo da energia das ondas e não conseguem desenvolver-se. O estabelecimento das plântulas requer lugares abrigados, livres da ação das ondas e marés, de outro modo não há tempo hábil para a colonização dos sítios, a despeito da viviparidade<sup>1</sup>.

Segundo Chapman (1976), os manguezais mais extensos são aqueles desenvolvidos sobre substratos lamosos, mesmo que eles possam crescer sobre areia, turfa ou rochas coralinas. Suprimento de sedimentos finos, tais como argila e silte, depositados pelos rios e pelo escoamento superficial, somados à matéria orgânica (MO) dos próprios manguezais deveria, portanto, favorecer o desenvolvimento dos bosques. Neste aspecto, os manguezais também contribuem para a retenção dos sedimentos por meio do seu sistema radicular (DAVIS, 1940; THOM, 1967; BIRD, 1971; WOODROFFE, 1991; 1983,1981 e 1990).

A correlação sedimentológica e geomorfológica é extremamente importante para criar habitats viáveis para o estabelecimento dos manguezais, e facilita a compreensão a respeito do comportamento de um bosque de mangue.

Curtiss (1917 *apud* Lugo & Snedaker, 1974), em 1888 foi um dos primeiros a postular a importância ecológica do manguezal, particularmente como “construtores de ilhas” e de “extensões de linhas de costas”.

Os mangues apresentam adaptações particulares em função dos fatores limitantes do seu ambiente. Dentre elas estão o sistema radicular, altamente especializado. Fisiologicamente, a necessidade do desenvolvimento de um sistema radicular que permaneça exposto à atmosfera durante as marés enchentes, está relacionada à natureza anaeróbica e inconsolidada dos substratos no qual se desenvolvem.

O estabelecimento das plântulas é uma fase crítica no ciclo vital dos mangues, que se estabelecem em função do substrato instável e da flutuação da maré. Desta forma a viviparidade aparece como uma adaptação reprodutiva. Tal processo permite que as sementes permaneçam na planta-mãe até que se transformem em embriões. Estas estruturas são conhecidas pelo nome de propágulos, que acumulam grandes quantidades de reservas nutritivas, permitindo sua sobrevivência por longos períodos de tempo.

A dispersão dos mangues é realizada pelas correntes marinhas e de marés, e o propágulo é a estrutura que desempenha a função de propagar as espécies. Tais estruturas possuem grande poder de flutuabilidade em função da presença de tecido esponjoso chamado aerênquima, que os permitem sobreviver por longos períodos de tempo até encontrarem ambientes adequados à sua fixação e desenvolvimento.

Um dos tópicos mais discutidos sobre a ecologia dos manguezais refere-se à zonação de espécies. De acordo com Snedaker (1982) a interpretação da zonação das espécies de mangue como sendo expressão espacial de sucessão de plantas parece ter sua origem nos trabalhos que enfocaram os mangues como construtores de terra (CURTSS, 1888; POLLARD, 1903; DAVIS, 1940; CARLTON, 1974).

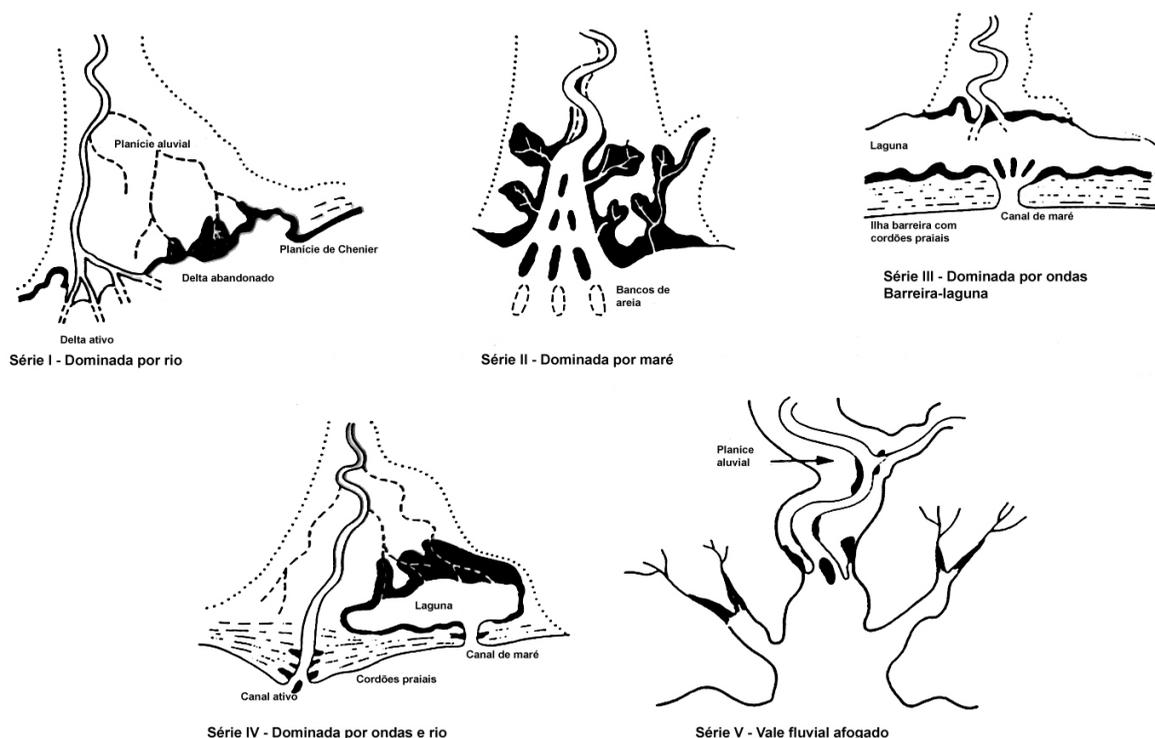


Figura 2 - Tipologias de desembocaduras com presença de manguezais propostas por Thom (1982).  
Fonte: Thom (1982) (Modificada)

Para Davis (1940) a existência de zonas avançando em direção ao mar, possibilitou-o inferir que a vegetação do manguezal nem era uma "floresta climax" nem uma "associação", mas certamente uma comunidade arranjada em zonas, distintamente definidas, a qual forma uma pré-sere. A base do argumento sucessional parece depender da habilidade de *Rhizophora mangle* em construir e colonizar *novas terras*. Nesta sequência sucessional, a contínua acreção de sedimentos permite *Avicennia germinans* invadir e, eventualmente, substituir *Rhizophora mangle*, formando uma nova zona interna, até que, na competição com a vegetação de gramíneas, o mangue é gradualmente substituído.

Entretanto, um grupo de pesquisadores pôs em evidência que a zonação é uma resposta

do ecossistema manguezal às forças externas, muito mais que uma sequência temporal induzida pelas próprias plantas. O conceito de uma paisagem estável (*steady state*) aplicado aos manguezais pode ser verificado nos trabalhos de Thom (1967) e Egler (1952). Carter (1989) afirma que apesar de haver um modelo clássico para a zonação dos mangues, na maioria das vezes a ordem em que as espécies ocorrem tende a variar de lugar para lugar. Em alguns lugares *Rhizophora* forma uma comunidade homogênea em direção ao mar, mas em outros, *Avicennia* aparece primeiro. Ainda segundo o autor, um fator determinante do padrão de zonação parece ser a salinidade, outro pode ser a exposição com *Avicennia* novamente sendo a mais resiliente. O terceiro fator relaciona-se às condições de *solo* ou do sedimento, neste caso *Rhizophora* prefere

substratos inconsolidados. Segundo Thom (1967) a sucessão dentro do manguezal não é simplesmente uma resposta a constante progradação, mas um produto de um ambiente muito dinâmico restringido por fortes gradientes ambientais.

Desse modo, parece plausível que a zonação dos manguezais não represente, necessariamente, uma sequência sucessional, e que as áreas de manguezais nem sempre acumulem *solos*. A zonação dos manguezais, portanto, pode ser o resultado de todas as forças externas agindo sobre um determinado local.

Segundo Schaeffer-Novelli *et al.* (2000) as características fisionômicas e funcionais dos padrões de manguezais refletem a resposta das espécies componentes a fatores ecofisiológicos locais. Os manguezais foram classificados por Lugo & Snedaker (1974) em seis tipos fisiográficos distintos: franja, bacia, ribeirão, ilhote, anão e rede. Cintrón *et al.* (1985) simplificaram tal classificação em três tipos principais: franja,

ribeirão e bacia. Schaeffer-Novelli *et al.* (op. cit.) afirmam que o mangue tipo bacia é um sistema de água parada, enquanto padrões ribeirinhos são considerados um tipo de franja; seus atributos estruturais são derivados a partir da série particular que eles ocupam; ilhotes são considerados franjas. O termo “scrub” pode ser usado para denotar desenvolvimento reduzido sob condições marginais, sobretudo, climáticas e edáficas.

Conforme foi apresentado, observa-se a complexidade do manguezal no que se refere às adaptações e funções ecológicas. Odum (1967 *apud* Cintrón & Schaeffer-Novelli, 1985) enfatiza tal complexidade mencionando que vários fatores, de diferentes naturezas, são responsáveis pelo desenvolvimento dos manguezais. Na figura 3 observam-se as forças que compõem a assinatura energética que atua sobre os ecossistemas manguezais. Estes se desenvolvem mais ou menos, dependendo da intensidade e frequência com que atuam as forças ilustradas na figura abaixo.

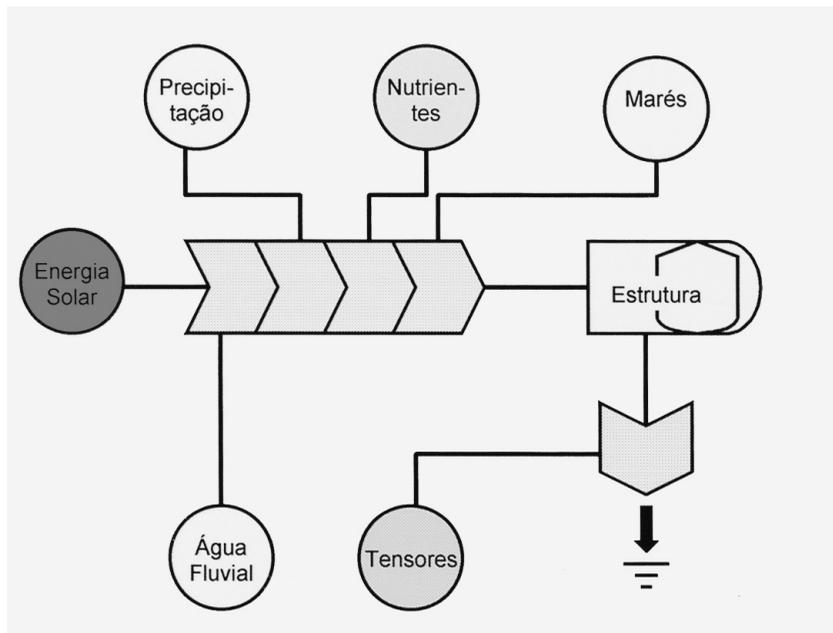


Figura 3 – Diagrama esquemático do conceito de “assinatura energética”, conforme postulou Odum (1967)  
Fonte: Cintrón & Schaeffer-Novelli, (1985).

## Resultados e Discussão

Nessa escala em que está apresentada a evolução geomorfológica da foz do rio São Mateus não é possível visualizar as respostas que os mangues concedem aos eventos, ora erosivos, ora sedimentares que se manifestam. Tais

respostas serão mostradas por meio de gráficos, que são resultado do levantamento e tratamento dos dados bióticos e abióticos dos manguezais<sup>2</sup>. Foram realizados 7 transectos<sup>3</sup> em diferentes pontos nos quais eram perceptíveis os processos, bem como as respostas dos mangues (Figura 4).



Figura 4 – Posição dos transectos na foz do rio São Mateus. Situação em 2008.  
Fonte: Maplan, 2008.

A ocorrência e repetição dos processos, ora sedimentares ora erosivos, conduziram a compartimentação da área de manguezais estudada em três setores distintos: o setor 1 que abrange os transectos 1 e 2; o setor 2 abrangendo os transectos 3 e 4 e o setor 3 abrangendo os transectos 5, 6 e 7. Desse modo, a descrição e análise dos transectos serão realizadas para cada um dos setores. Os resultados estão apresentados na forma de gráficos para cada um dos transectos realizados, assim como para as parcelas demarcadas ao longo dos mesmos.

O T1 possuía extensão de 60m ao longo do qual foram demarcadas duas parcelas. A primeira, localizada entre 0 e 10m, abrangia uma área de 100m<sup>2</sup>, enquanto a segunda localizava-se entre 50 e 60m, com área de 300m<sup>2</sup>.

Na figura 6, que representa a densidade relativa dos indivíduos por estado de estresse<sup>4</sup>, observa-se que na parcela 1, 70% dos indivíduos estão rebrotando e são representados por *Laguncularia racemosa* e os 30% restantes pertencem a *Rhizophora mangle* repartidos igualmente em indivíduos mortos, com morte apical<sup>5</sup> e vivos. Na parcela 2 apenas 17,7% dos indivíduos de *Rhizophora mangle* estão vivos, os 83,3% restantes estão com morte apical. Observando a composição mineralógica da amostra de sedimentos nas duas parcelas (Figura 6), verifica-se que na parcela 1 a amostra é composta apenas por areia. A composição se altera na parcela 2 onde ocorre um decréscimo da fração areia em direção ao interior do bosque e aumento das frações silte e argila, bem como do teor de MO<sup>6</sup>, em percentuais de 86,32%, 13,68% e 5,52 %, respectivamente.

Vale ressaltar que, em todos os transectos, no gráfico que relaciona o estado de estresse dos indivíduos com a composição mineralógica dos sedimentos, os indivíduos em rebrotamento foram considerados na categoria de "morte apical". Correlacionando os dados apresentados acima com as observações de campo, percebe-se que o rebrotamento dos

indivíduos de *Laguncularia racemosa* deve-se à progressiva diminuição dos processos de sedimentação acelerada que este trecho do bosque vinha sofrendo desde 1992.

Por outro lado, embora exista na segunda parcela 17,7% de indivíduos vivos, o maior percentual é de indivíduos com morte apical em uma parcela depauperada. O incontável número de plântulas e indivíduos jovens no contato do depósito arenoso em direção ao interior do bosque revela que esse trecho do transecto está se recuperando, fato que também se explica pela progressiva redução de sedimentos arenosos lançados anteriormente nesse trecho em grande quantidade.

Nas figuras 7 e 8 observa-se o trecho à frente dos T1 e T2 em 1997 e 2008, respectivamente. Considerando que os processos erosivos sobre este trecho cessaram a partir de 1993, os propágulos conseguiram estabelecer-se e atualmente compor um bosque misto, onde estão presentes *Rhizophora mangle*, *Laguncularia racemosa* e *Avicennia schaueriana*. Entretanto, percebe-se uma faixa arenosa, resultante dos processos anteriores, onde os mangues não conseguiram estabelecer-se em função da composição do substrato, neste caso extremamente arenoso, recoberto por vegetação halófito-psamófito.

O T2, 100m distante do T1, com extensão de 110m ao longo do qual foram demarcadas três parcelas: a primeira nos dez metros iniciais, a segunda entre 50 e 60m e a terceira, entre 100 e 110m. Como foi verificado na parcela 1 do T1, a parcela 1 do T2 também encontra-se em recomposição por recolonização por plântulas e indivíduos jovens, sendo grande a contribuição de indivíduos com D.A.P. menor que 2,5cm.

Ao longo do T2 há um gradiente de altura dos indivíduos, sendo de 2,5m na primeira parcela, 17,5m na segunda e 8,0m na terceira. Observando os gráficos da figura 9, verifica-se que a parcela 1 está em recolonização por *Laguncularia racemosa* e *Rhizophora mangle*, em percentuais de 63,63% e 36,36%, respectivamente.

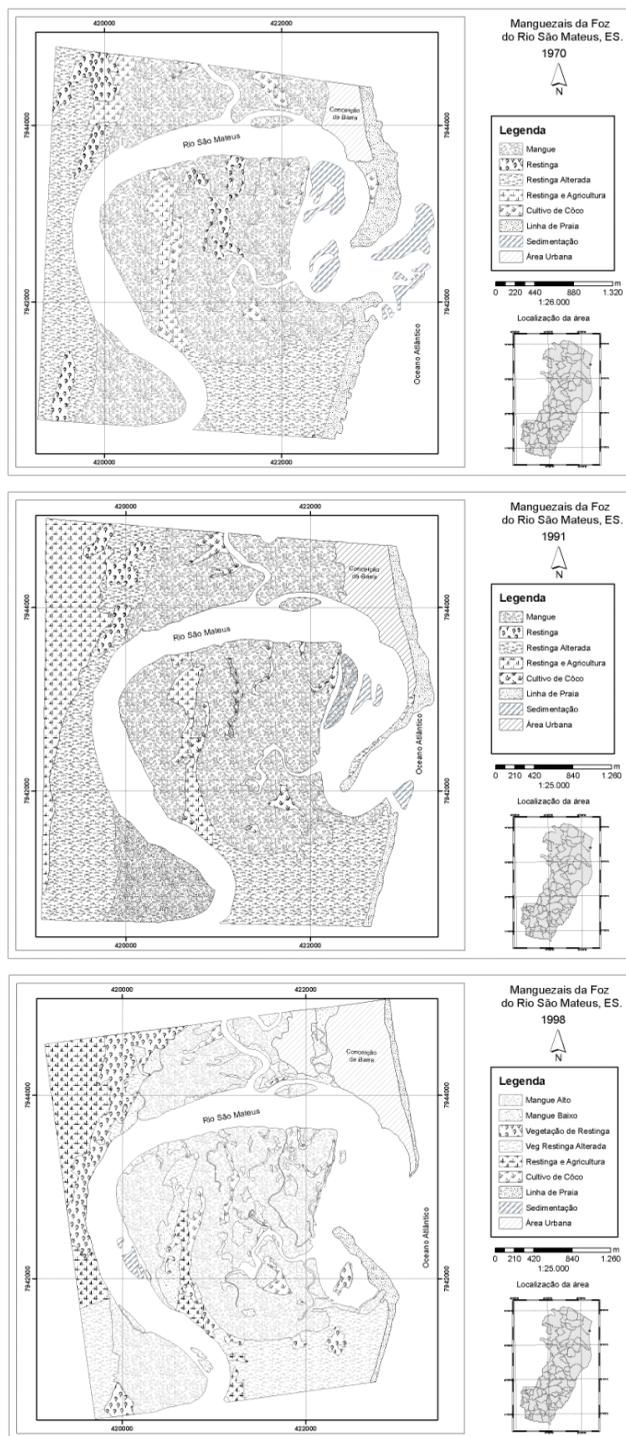


Figura 5 – Evolução geomorfológica e fitogeográfica da foz do rio São Mateus nos anos de 1970 (1º mapa de cima para baixo), 1991 (segundo mapa) e 1998 (terceiro mapa). Elaboração: Vale, 2008.

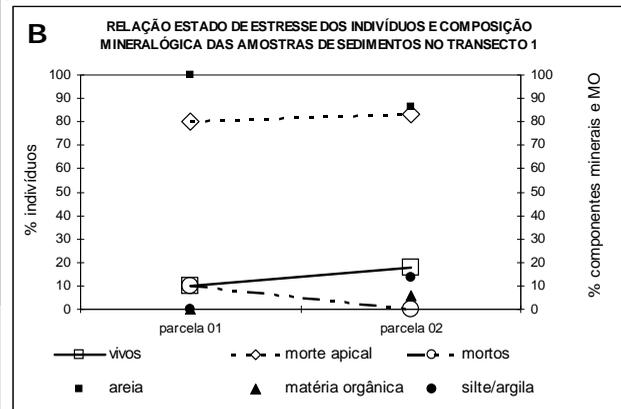
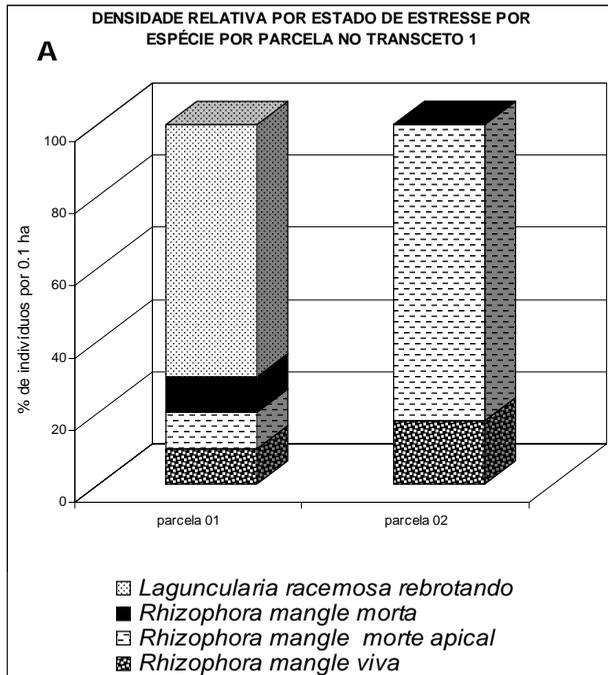


Figura 6a e 6b – Gráficos de dados bióticos (a) e abióticos (b) do T1. Fonte: Vale, 1999.



Figura 7 – Aspecto do trecho do bosque à frente do T1 e T2 em 1997.



Figura 8 – Aspecto do trecho do bosque à frente do T1 e T2 em 2008 onde se observa uma faixa de transição colonizada por vegetação fixadora.

Na parcela 2 predominam os indivíduos vivos de *Rhizophora mangle*, cujo percentual é de 75% embora existam 9,5% de indivíduos dessa espécie com morte apical e 3,1% de mortos. *Avicennia schaueriana* é representada por 6,2%

de indivíduos mortos e *Laguncularia racemosa*, por 3,1% de mortos e 3,1% com morte apical. Na parcela 3 os vivos representam a maioria dos indivíduos, cujos percentuais são 13,9% de *Rhizophora mangle*, 55,5% de *Laguncularia*

*racemosa* e 16,7% de *Avicennia schaueriana*. Os com morte apical das três espécies, na mesma ordem, são 2,8%, 2,8% e 5,5%. Enquanto os indivíduos mortos são representados apenas por *Avicennia schaueriana* com 2,8%.

Observando os gráficos da figura 9, percebe-se que na parcela 1 há o predomínio da fração areia, com 97,4%, mas o teor de MO é bastante representativo na amostra, cujo percentual é de 26,66%. Os sedimentos finos

representam 2,6% da amostra. Na parcela 2 ocorre um decréscimo na fração areia que fica em 95,4%, e aumento do teor de MO que representa 77,1% do total da amostra. O percentual de sedimentos finos pouco se altera, ficando em 4,6%. Na parcela 3 a fração areia volta a crescer, representando 81,07% da amostra e as percentagens de sedimentos finos e MO diminuem para 18,93% e 5,44%, respectivamente.

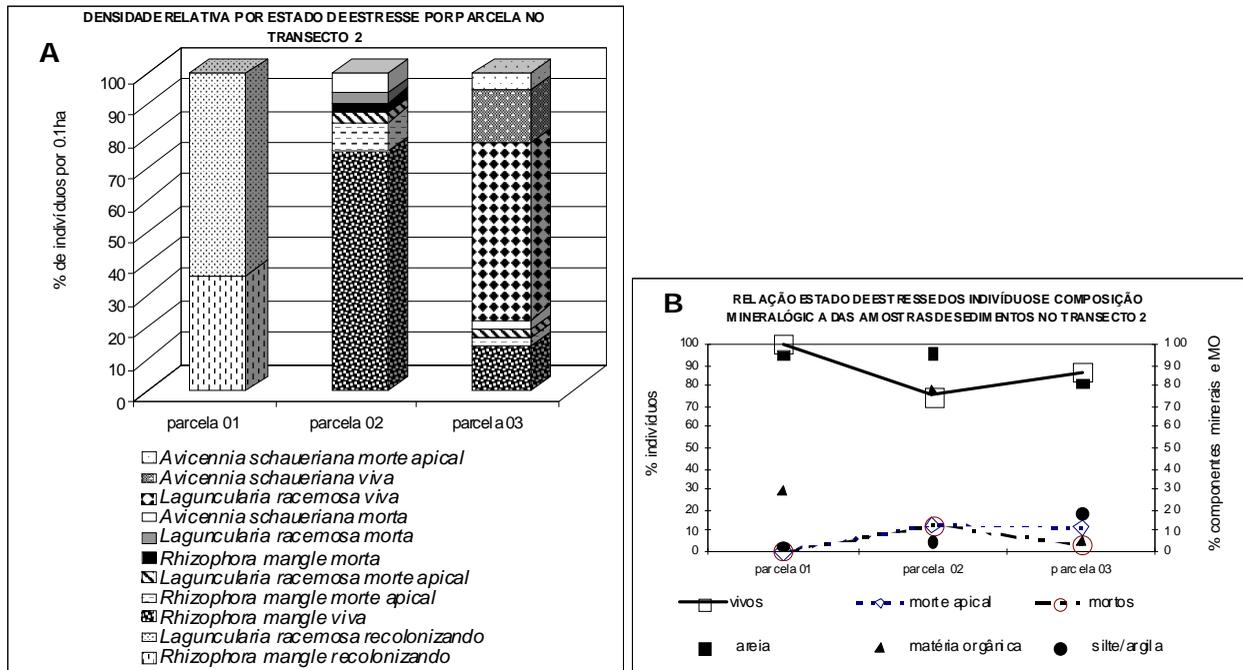


Figura 9a e 9b – Gráficos dos dados bióticos (a) e abióticos (b) do T2. Fonte: Vale, 1999.

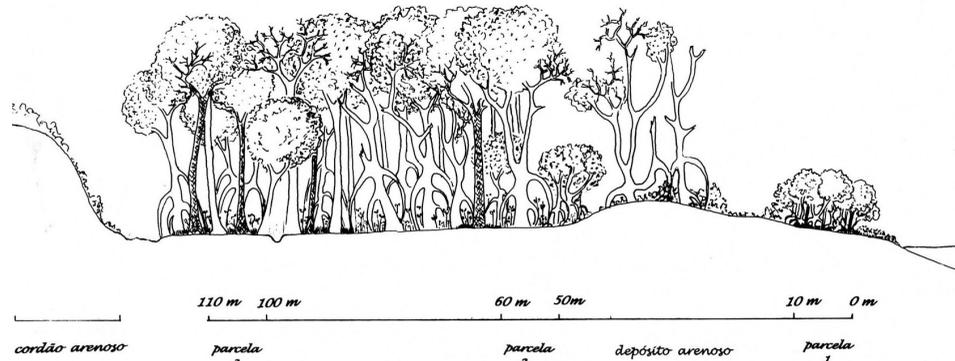


Figura 10 – Perfil esquemático representando o T2. (exagero vertical de aprox. 2,5 vezes). Org. Vale, 1999.

Observa-se um suave declive em direção à “laguna estuarina”, no qual está a parcela 1 que, por sua vez, encontra-se em franco processo de recolonização, possibilitado pelos lentos processos de sedimentação e pela morfologia desse trecho do estuário, atualmente extremamente protegido. Embora a fração areia ainda predomine na amostra de sedimentos dessa parcela, a percentagem de MO é bem significativa. Percebe-se claramente a importância geomorfológica exercida pelos manguezais, cuja MO produzida, a despeito do grau de amadurecimento dos indivíduos, é incorporada aos sedimentos, proporcionando acreção direta de materiais, que só existe em função da presença dos manguezais.

Observando ainda o perfil esquemático do T2, percebia-se, em 1997 uma elevação em direção ao interior representada por um depósito de sedimentos arenosos sobre o qual definham indivíduos de *Rhizophora mangle* e florescia uma vegetação herbácea-arbustiva representada pelas espécies *Alteranathera brasiliensis*, *Blutaparon portucaloides*, *Schinus terebinthifolius*, *Ipomoea pes-capre*, *Canavalia rosa*, *Hibiscus tileaceus*, dentre outras. Posterior a essa elevação, precedida por outro declive, percebe-se uma suave depressão na qual se localiza a parcela 2, representada por um bosque ainda exuberante. Embora a figura 9 refira-se apenas à amostra espacialmente mais representativa da parcela, a segunda amostra, coletada no contato entre o declive e a depressão, mostra um percentual de 62% de MO, 96,2% de areia e 3,8% de silte e argila. É exatamente nesse trecho que se encontram os indivíduos mortos das três espécies e a grande maioria dos indivíduos com morte apical. Por outro lado, foram contados 165 indivíduos jovens, com D.A.P. menor que 2,5cm e incontáveis plântulas. Tudo indica que o comportamento das plantas e a composição dos sedimentos nessas duas parcelas estão intimamente associados. Como ocorre no T1, esse comportamento é uma resposta direta à interrupção da acelerada sedimentação que os manguezais vinham sofrendo.

A parcela 3, também localizada na porção deprimida do T2, não parece ter sofrido o processo

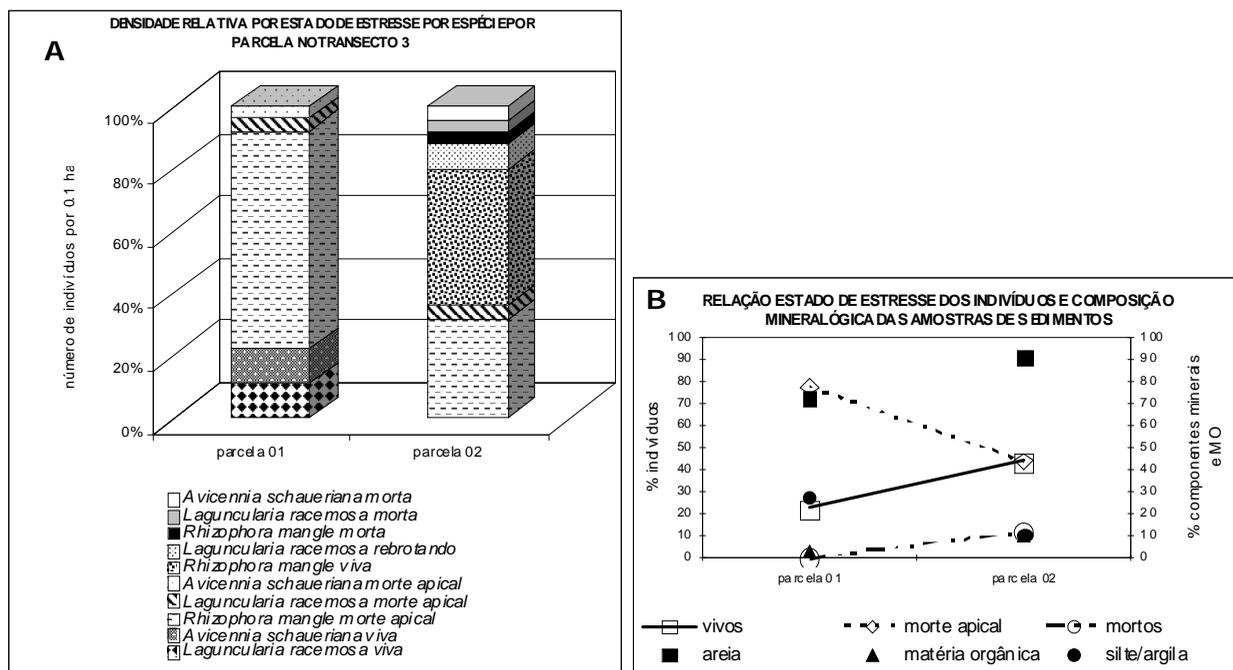
de sedimentação verificado nas parcelas anteriores, mas o percentual de areia na amostra de sedimento é de 76,66%. Durante observações de campo percebeu-se que esse trecho do bosque é seguido por um cordão praiar. Talvez a proximidade com essa feição tipicamente arenosa justifique a elevada quantidade de areia existente na amostra. É importante notar, por meio das figuras 4 e 5, que o trecho onde iniciava-se o T1 e o T2 em 1970 encontrava-se aproximadamente a 400m de distância da margem, em direção à laguna estuarina e que, em 1997 encontrava-se em contato direto com a linha d'água. Pela composição específica da parcela 3 do T2, bem como pela morfologia, tudo indica que esse trecho constituía, originalmente, um bosque tipo *bacia* onde, segundo Cintron *et al.* (1985) ocorre o predomínio de *Laguncularia* e *Avicennia* e a presença de *Rhizophora* associada à canais de maré. Tem-se a impressão de estar ocorrendo uma mudança no tipo fisiográfico, decorrente dos processos que ocorreram entre 1970 a 1998. A atual morfologia apresentada pela foz coloca esse trecho sob as características de um bosque do tipo *franja*.

O T3 apresenta uma extensão de 60m onde foram demarcadas duas parcelas: a primeira entre 1 e 10m e a segunda entre 50 e 60m, cujas áreas foram de 300m<sup>2</sup> e 400m<sup>2</sup>, respectivamente. A altura média do bosque é de 11 metros na primeira parcela e de 10,6m, na segunda.

Na figura 11, que representa o estado de estresse dos indivíduos, percebe-se que 77,8% dos indivíduos da parcela 1 estão com morte apical, representados por *Rhizophora mangle*, *Laguncularia racemosa* e *Avicennia schaueriana*, enquanto apenas 22,2% estão vivos e são representados por indivíduos jovens de *Laguncularia racemosa* e *Avicennia schaueriana*. Na parcela 2 o número de indivíduos vivos aumenta para 44%, todos pertencentes à *Rhizophora mangle*. O número de indivíduos com morte apical diminui para 36% representados por *Rhizophora mangle* e *Laguncularia racemosa*, mas surgem 8% de indivíduos de *Laguncularia racemosa* rebrotando e 12% de mortos, repartidos igualmente pelas três espécies.

A amostra de sedimentos na parcela 1 do T3 é predominantemente arenosa, cujo percentual é de 72,55%, já a fração de silte e argila é de 27,45% e o teor de MO é de apenas

2,82%. Na parcela 2, embora o teor de MO aumente para 10,4%, a amostra apresenta-se mais arenosa com 90,9% de areia e com decréscimo na fração de silte e argila para 9,1%.



O T4 possui uma extensão 70m, na qual foram demarcadas duas parcelas. A primeira entre 10 e 20m com uma área de 400m<sup>2</sup>, e a segunda entre 60 e 70m, com área de 100m<sup>2</sup>. A altura média do bosque nesse transecto está em torno de 12,2m na primeira parcela e de 13,2m na segunda. Com relação ao estado de estresse, tanto os indivíduos da primeira parcela quanto da segunda estão todos vivos, conforme se verifica na figura 12.

A amostra de sedimentos da parcela 1 é predominantemente arenosa, cujo percentual de areia é de 87,82 %, enquanto os percentuais de MO e silte e argila apresentam apenas 1,9% e 12,52%, respectivamente. Já na segunda parcela a fração de silte e argila é predominante, com um percentual de 70,0 %, seguido por 24,76% de areia e 15,18% de MO (Figura 12).

Observando as figuras 4 e 5, percebe-se que o trecho onde localiza-se o T3 e o T4, constitui um remanescente de um trecho de manguezal que provavelmente foi erodido pelo desvio do canal principal do rio São Mateus entre 1970 e 1997. Esse trecho, a despeito de localizar-se atualmente em um setor parcialmente protegido da laguna estuarina, encontra-se ainda sob processo de erosão, que justifica o grande percentual de indivíduos com morte apical na primeira parcela do T3 e o grande número de indivíduos que foram encontrados tombados à frente da primeira parcela do T4.

As observações de campo mostram que atualmente esse trecho constitui um bosque tipo *ilhote* segundo Lugo & Snedaker (1974) incorporado ao tipo franja por Cintrón *et al.*

(1985), já que a existência de um canal de maré na parte de trás do bosque favorece a total inundação durante as marés enchentes. Todavia

é difícil dizer se originalmente, isto é, em 1970, tal trecho constituía-se em outro tipo fisiográfico, ou se já era um bosque tipo franja.

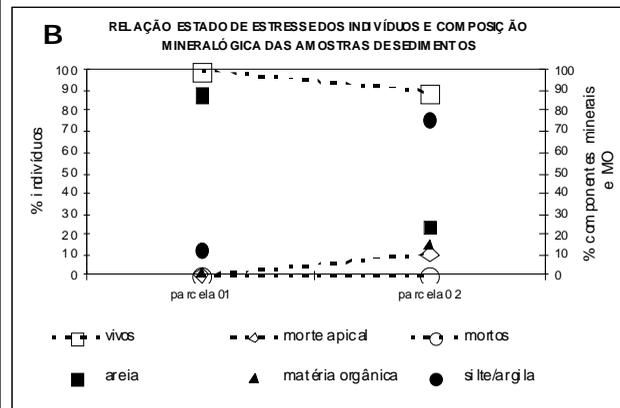
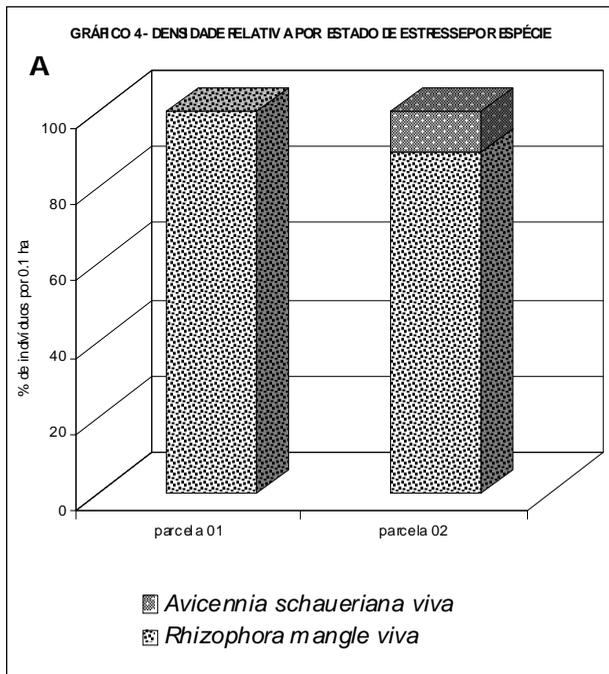


Figura 12a 12b - Gráficos dos dados bióticos (a) e abióticos (b) do T4. Fonte: Vale, 1999.

O T5 contou com uma extensão de 120m, ao longo da qual foram demarcadas 3 parcelas: a primeira entre 0 e 10m; a segunda entre 60 e 70m e a terceira entre 110 e 120m, todas com 100m<sup>2</sup> de área. Observando a figura 13 percebe-se que na parcela 1, 47,6% dos indivíduos estão com morte apical e pertencem à *Rhizophora mangle* e 9,6% pertencem à *Avicennia schaueriana*. Os indivíduos mortos pertencem à *Rhizophora mangle* e à *Avicennia schaueriana* em percentuais de 23,8% e 19%, respectivamente. A parcela 2 apresenta indivíduos com morte apical representados por *Rhizophora mangle*, *Avicennia schaueriana* e *Laguncularia racemosa*, em percentuais de 70%, 10% e 5%, respectivamente. Apenas 15% de indivíduos estão vivos e são representados por *Rhizophora mangle*. Já na terceira parcela 71,5% estão vivos, 19% estão com morte apical e 9,5% estão mortos.

Uma grande quantidade de sedimentos arenosos fora lançada no trecho entre a linha d'água até aproximadamente 60m em direção ao interior do bosque. Nos primeiros dez metros, trecho onde se localiza a primeira parcela do T5, tal quantidade foi superior àquela que o sistema poderia absorver, soterrando os pneumatóforos de *Avicennia schaueriana* e as raízes aéreas de *Rhizophora mangle*, resultando disso a morte total ou parcial dos indivíduos. De fato, a amostra de sedimento na parcela 1 é predominantemente arenosa, com 80,1% de areia. A fração silte e argila e o teor de MO representam apenas 19,9% e 4,2%. Vale ressaltar que a MO da amostra era representada por fragmentos vegetais grosseiros, sem decomposição, misturados à areia. Essa parcela não apresenta sinais de recuperação, não tendo sido observados plântulas e/ou indivíduos rebrotando.

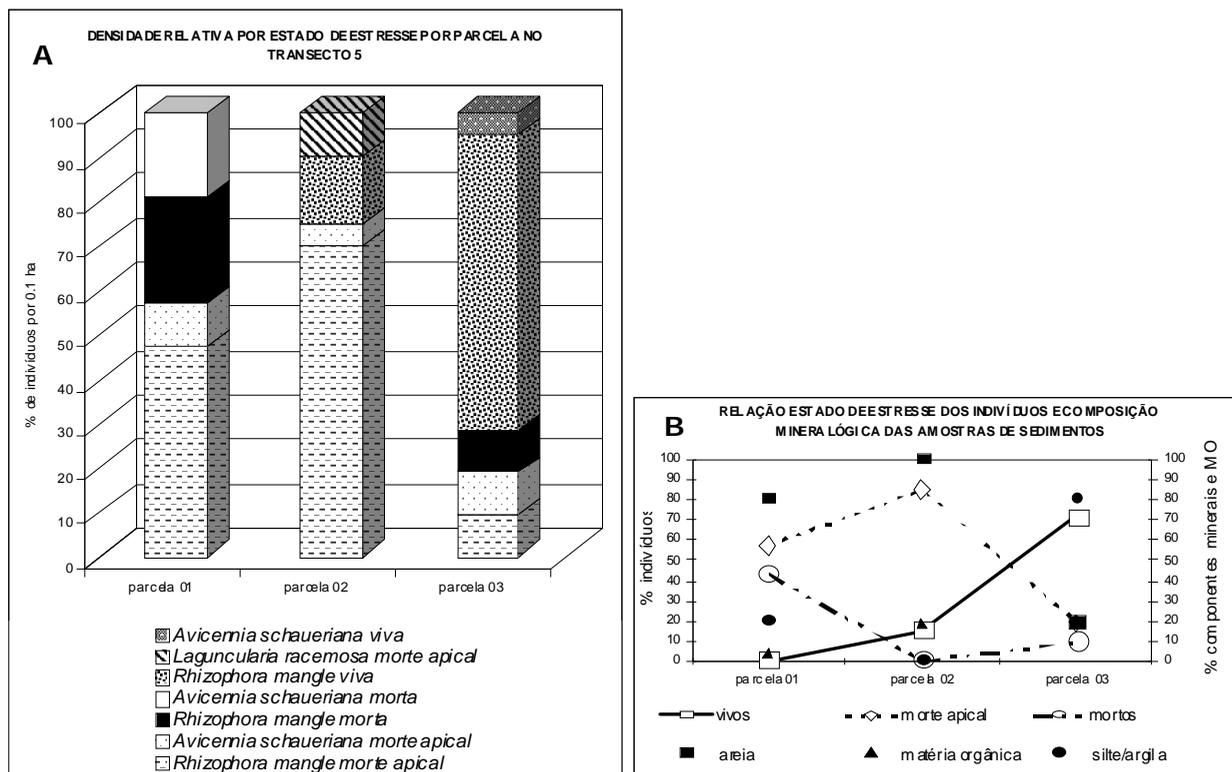


Figura 13a e 13b- Gráficos dos dados bióticos (a) e abióticos (b) do T5. Fonte: Vale, 1999.

Observando o perfil esquemático do T5 (Figura 14), percebe-se que logo após o canal de maré, no trecho topograficamente elevado, há uma marcada zonação de mangues, seguida por um declive suave em direção ao interior do bosque. Logo após esse declive localiza-se a parcela 2 com apenas 15% de indivíduos vivos e 85% de indivíduos com morte apical. Pelo que se pôde observar em campo, os sedimentos arenosos, depositados entre o canal de maré e a parcela 2, estão sendo carreados para o interior, fato que pode justificar o grande número de indivíduos com morte apical e a elevada quantidade de areia na amostra, cujo percentual é de 99,76%.

A parcela 3, localizada entre os 110 e 120m, apresenta 71,5% de indivíduos vivos, 19% de indivíduos com morte apical e 9,5% de indivíduos mortos. Os indivíduos total ou

parcialmente mortos poderiam ser atribuídos a um desbaste natural verificado na parcela, já que 61,1% do total de indivíduos da parcela são jovens, apresentando  $2,5 \leq D.A.P. \leq 10,0\text{cm}$ , enquanto 38,9% estão visivelmente senescentes<sup>7</sup> apresentando  $DAP. \geq 10,0$ . Portanto, nessa faixa, dos 110 a 120m, não há sinais de que o estado de estresse apresentado pelos indivíduos deva-se aos processos erosivos e sedimentares verificados nas duas parcelas anteriores.

O T6 apresenta uma extensão de 110m, ao longo do qual foram plotadas três parcelas: a primeira nos dez metros iniciais com área de 100m<sup>2</sup>, a segunda entre 50 e 60m, com área de 400m<sup>2</sup> e a terceira nos últimos dez metros do transecto com área de 400m<sup>2</sup>. A altura média do bosque nas parcelas 1, 2 e 3 é de 8,2, 14,2 e 15m, respectivamente.

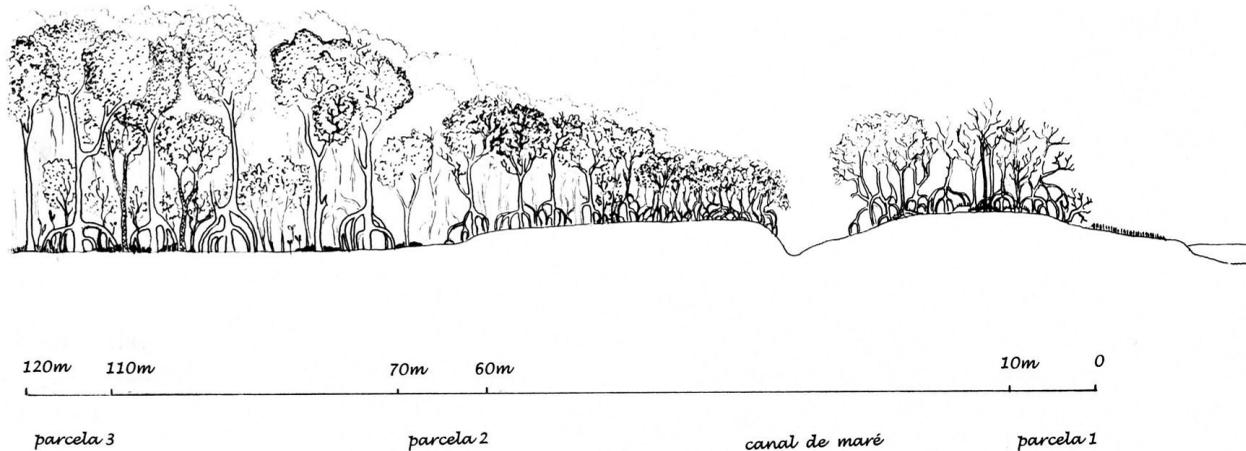


Figura 14 - Perfil esquemático representando o T5. (exagero vertical de aprox. 2 vezes). Org.Vale, 1999.

Quanto ao estado de estresse dos indivíduos, a parcela 1 apresenta 23,8% de mortos, todos pertencentes a *Laguncularia racemosa*. Os indivíduos com morte apical são representados por *Laguncularia racemosa*, com 47,6% e *Rhizophora mangle* com 28,6%. Na parcela 2, 9,3% dos indivíduos de *Rhizophora mangle* estão vivos, 74,4% com morte apical e 7% mortos. Os indivíduos de *Laguncularia racemosa* estão mortos e com morte apical representando 7% e 2,3%, respectivamente. Na parcela 3, 75% dos indivíduos vivos e 5% com morte apical são representados por *Rhizophora mangle*. Os indivíduos mortos e indivíduos rebrotando, ambos com 10%, são representados pela espécie *Laguncularia racemosa* (Figura 15).

Correlacionando a composição mineralógica das amostras de sedimento com o estado de estresse dos indivíduos, observa-se que na parcela 1, onde todos os indivíduos estão total ou parcialmente mortos, há o predomínio da fração areia, cujo percentual é de 93,1%. O teor de MO e de sedimentos finos é de 1,7% e 6,9%, respectivamente. Na parcela 2 a composição dos sedimentos é muito semelhante à da parcela 1, em que a fração de areia é de 96,3%, silte e argila 3,7% e MO é de 2,4%. Entretanto essa parcela ainda apresenta indivíduos vivos, cujo percentual é de 9,3%. Na parcela 3, tanto a composição dos sedimentos quanto o comportamento dos

indivíduos diferem completamente das parcelas anteriores. Os vivos representam 75% do total de indivíduos, enquanto os mortos e com morte apical, representam 15% e 10%, respectivamente. A amostra de sedimentos é predominantemente lodosa, com percentuais de silte e argila de 70,18% e de MO de 19,52%, enquanto a fração areia representa apenas 30,12% do total (Figura 15).

O T7 apresenta extensão de 110m, ao longo da qual foram demarcadas 3 parcelas. A primeira entre 0 e 10m, a segunda entre 50 e 60m e a terceira entre 100 e 110m. A área de cada parcela foi de 100m<sup>2</sup>, 400m<sup>2</sup> e 500m<sup>2</sup>, respectivamente. A altura média do bosque ao longo do T5 é de 9,3m na parcela 1, 10,2m na parcela 2 e 10,5m na parcela 3.

Conforme se verifica na figura 16, 69,6% dos indivíduos da parcela 1 estão com morte apical, 13% estão mortos, enquanto apenas 17,4% estão vivos, todos representados por *Laguncularia racemosa*. Na parcela 2, os vivos representam 40%, todos pertencentes a *Rhizophora mangle*. Os indivíduos rebrotando representam 35% e são da espécie *Laguncularia racemosa*. Os indivíduos mortos e com morte apical pertencentes à *Laguncularia racemosa* representam 10% e 10%, respectivamente, enquanto 5% dos indivíduos de *Avicennia*

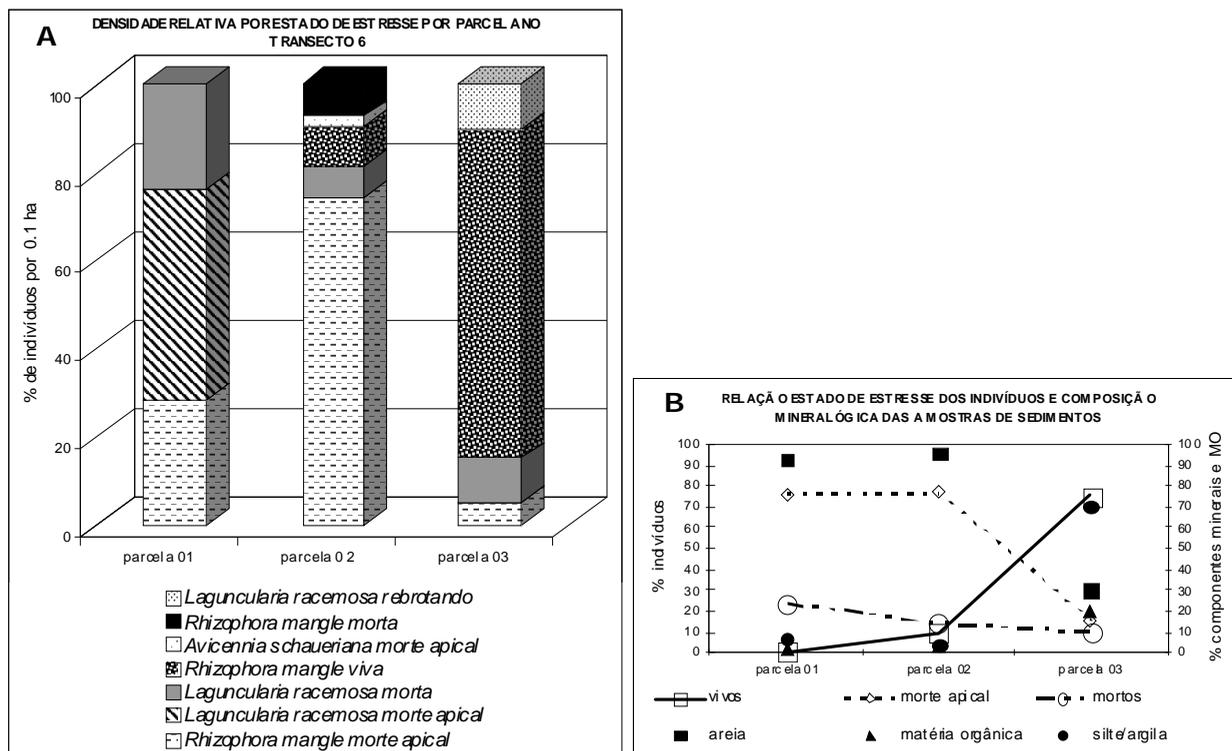


Figura 15a e 15b - Gráficos dos dados bióticos (a) e abióticos (b) do T6. Fonte: Vale, 1999.

*schaueriana* estão mortos. Na parcela 3 os indivíduos vivos são representados por *Rhizophora mangle* e *Laguncularia racemosa* em percentuais de 27,3% e 2,3%, respectivamente (Figura 16). Os indivíduos com morte apical representados por *Rhizophora mangle* são 15,9% e por *Laguncularia racemosa* 13,5%. Os indivíduos mortos e rebrotando, pertencem à *Laguncularia racemosa* e ambos representam 20,5%.

Correlacionando os dados da composição mineralógica dos sedimentos com o estado de estresse dos indivíduos, bem como com as observações de campo, percebe-se que na parcela 1 enquanto os indivíduos mortos e com morte apical representam, juntos, 82,6%, os vivos representam apenas 17,4%. A amostra de sedimentos é predominantemente arenosa, cuja fração de areia é de 67,4% e os sedimentos finos e a MO representam 32,6% e 8,1%,

respectivamente. As parcelas 2 e 3 apresentam amostras de sedimentos semelhantes, cujas frações de areia, silte e argila e MO são aproximadamente 39%, 61% e 20%, respectivamente. E, embora os percentuais sejam diferentes, as categorias de estado de estresse dos indivíduos nessas duas parcelas são praticamente as mesmas.

De acordo com as observações de campo, conforme se verifica no perfil esquemático do T7 (Figura 17), há um banco de sedimentos arenosos que antecede a parcela 1. Em direção ao interior do bosque há um declive que termina sob forma de degrau, cuja altura, em alguns pontos, atinge 60cm. Logo após esse degrau localiza-se a parcela 1, bastante depauperada, com indivíduos total ou parcialmente mortos e poucos indivíduos vivos, todos apresentando muitas ramificações. Provavelmente o estado de estresse dos

indivíduos dessa parcela deva-se tanto ao soterramento dos pneumatóforos, quanto à alteração da composição mineralógica do

substrato, provocada pelo excesso de areia que está sendo carregada em direção ao interior do bosque, conforme se observa na figura 17.

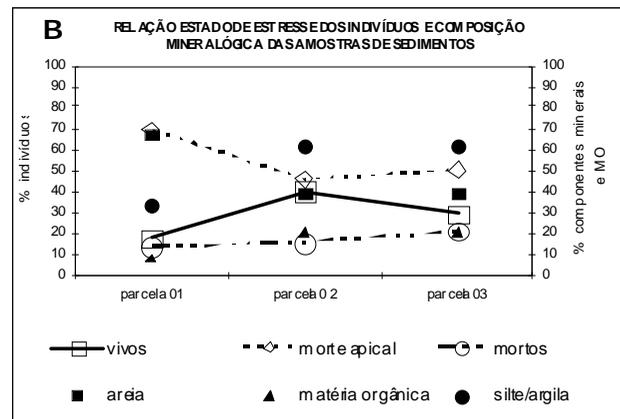
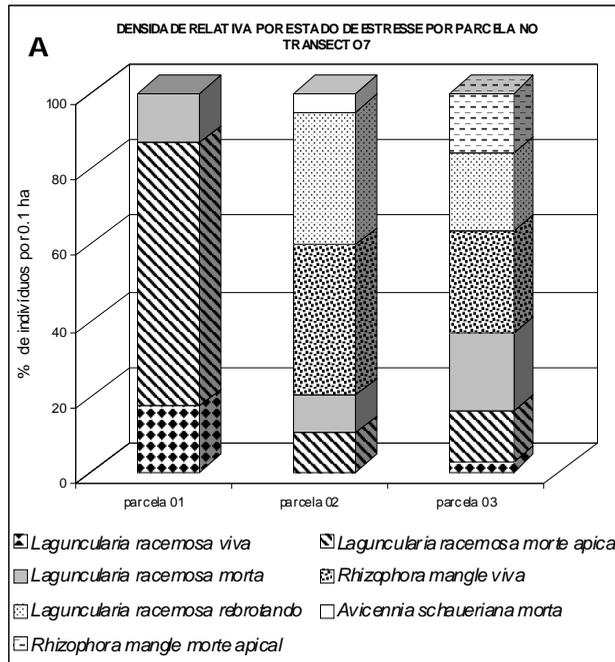


Figura 16a e 16b– Gráficos dos dados bióticos (a) e abióticos (b) do T7. Fonte: Vale, 1999.

Já nas parcelas 2 e 3 o estado de estresse dos indivíduos não parece estar associado aos processos de sedimentação verificados na parcela 1. Aliás, o trecho onde se localizam as duas últimas parcelas é muito fluido, fato que pode ser confirmado pela composição mineralógica das amostras. Essa fluidez do substrato, bem como uma discreta depressão a partir dos 50m, em direção ao interior do bosque, leva a crer que esse trecho compõe um bosque do tipo bacia. A exemplo do que ocorre na terceira parcela do T5, aqui também está havendo uma renovação do bosque, onde indivíduos com D.A.P. acima de 10cm estão senescentes e sendo substituídos por indivíduos jovens, cujo D.A.P. é inferior a 10cm.

Em 1991, esse setor da foz (T5, T6 e T7) encontrava-se protegido tanto do embate das ondas, pela existência da barra fluvial, quanto do

fluxo fluvial, por ser este um setor de deposição natural do rio. Observando a figura 3 percebe-se que, nessa data, à frente desse setor, mais próximo dos T6 e T7, havia, inclusive, um banco de sedimentos sendo colonizado por mangues, compondo um bosque do tipo ilhote. Em 1997, com a ausência da barra e com a migração do canal principal para norte, esse ilhote e toda a franja que compõe esse setor, ficaram vulneráveis à ação das ondas e das marés.

Provavelmente, o que se observou em 1997 durante os trabalhos de campo, era o resultado da erosão por escoamento superficial em lençol, que expôs o sistema radicular dos mangues, os quais, ficando sem substrato e, conseqüentemente, sem sustentação, tombavam. À medida que a erosão se processava, os sedimentos iam sendo carregados e aumentava a área de exposição susceptível à ação das ondas e marés.

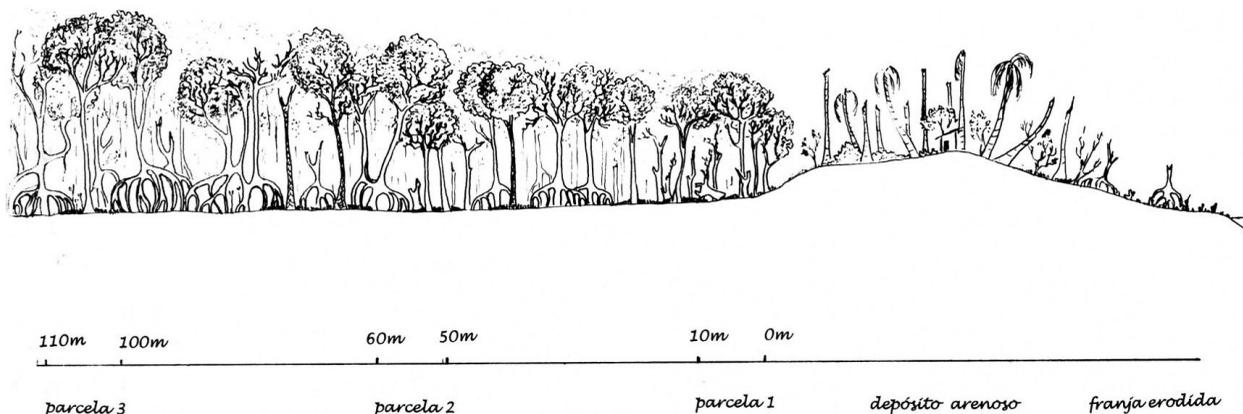


Figura 17 – Perfil esquemático representando o T7. (exagero vertical de aprox. 2 vezes). Org. Vale, 1999.

Essa erosão é muito semelhante à descrita por Semeniuk (1980) para a costa noroeste da Austrália. Segundo o autor, a erosão em lençol ocorre mais facilmente durante a maré morta, pois nesse período, a maior exposição da planície de maré à dessecação por evaporação, favorece o crescimento dos cristais de sais e a ruptura dos agregados de lama. Após 2 ou 4 semanas, a maré de sizígia rapidamente atravessa esse pavimento duro e lamoso, a água preenche as cavidades (tocas de caranguejo), os cristais de sais se dissolvem, a lama fluidifica-se e entra em colapso. Dentro de poucos minutos a lama torna-se uma suspensão densa, e o substrato, que não é facilmente lavado, erode rapidamente em função da inundação pela maré. A camada superior é removida à medida que a maré vazante carrega os sedimentos lamosos para o mar.

Como ocorre na costa das Guianas (Blasco *et al.*, 1990), aqui também parece que a erosão começa e se intensifica a partir da morte dos mangues, sendo esta não uma consequência da erosão costeira, mas sim uma causa, talvez a principal delas. Nesse sentido, reafirma-se o importante papel geomorfológico exercido pelos manguezais, cuja morte, natural ou antrópica, coloca em risco a manutenção da linha de costa.

### Conclusões

O presente trabalho ressalta a relação entre a composição mineralógica, mais especificamente quanto à granulometria dos sedimentos, bem como o comportamento dos mangues a tais composições e aos processos erosivos, que desmantelam os bosques de mangue, retirando seu suporte, no caso o próprio substrato, e os processos sedimentares que entulham os bosques provocando a morte das árvores. O que ora se apresenta é o resultado de um processo que, a princípio, parece-nos ser cíclico. Nas áreas estuarinas cujo processo de erosão/construção de barra fluvial é esperado, quando são guarnecidas por manguezais, a vegetação responde a tal processo de forma visível e mensurável. O monitoramento de áreas como a foz do rio São Mateus constitui importante recurso para auxiliar o entendimento da dinâmica natural que, às vezes, provoca perdas consideráveis de grandes áreas de manguezais. A resposta dos indivíduos de mangue à mudança do substrato mostrou-se interessante do ponto de vista fitogeográfico e geomorfológico e promete ser um instrumento auxiliar no monitoramento das zonas costeiras.

De fato, para o estudo dos processos atuais de uma zona costeira é fundamental a caracterização da cobertura sedimentar e de sua mobilidade em função dos parâmetros

oceanográficos, além dos meteorológicos e hidrológicos. Abrem-se, portanto, outras frentes de pesquisas em que a compreensão desses parâmetros é indispensável para todo e qualquer planejamento territorial, sobretudo porque 2/3 da população mundial vive na zona costeira e as alterações de nível médio do mar, resultantes ou de mudanças climáticas globais ou de usos impróprios à montante, são cada vez mais frequentes.

À despeito da instabilidade inerente às áreas estuarinas e do papel geomorfológico exercido pelos manguezais, os processos, ora erosivos ora de deposição acelerada, provocaram consideráveis alterações geomórficas no estuário do rio São Mateus, sobretudo nas áreas de manguezais, entre os anos de 1970 e 1998. Neste trabalho ficou evidente que os manguezais são ótimos indicadores biológicos das alterações geomorfológicas das regiões estuarinas.

### Notas

<sup>1</sup> Vivíparo diz-se do vegetal cujo embrião prossegue no seu desenvolvimento quando a semente está ainda na planta-mãe, sendo liberado desta em estágio adiantado de desenvolvimento, como se observa, por exemplo, em *Rhizophora*.

<sup>2</sup> A metodologia utilizada para o levantamento dos dados bióticos e abióticos dos manguezais foi a proposta por Schaeffer-Novelli & Cintrón (1986).

<sup>3</sup> Os transectos serão referidos neste trabalho pela letra T seguido do número do mesmo. Isto é transecto 1 = T1.

<sup>4</sup> A expressão "estado de estresse" refere-se às alterações nas condições fisiológicas das espécies vegetais devido a fatores externos.

<sup>5</sup> O termo "morte apical", nesta pesquisa, refere-se à perda de biomassa aérea, tais como folhas, galhos e troncos, apresentada pelas espécies vegetais.

<sup>6</sup> MO significa matéria orgânica.

<sup>7</sup> Indivíduos velhos, que estão morrendo por velhice. Indivíduos senis.

### Referências Bibliográficas

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

BIRD, E. C. F. Mangroves as land-builders. Titus, J.G. (Ed.). Effects of changes in stratospheric ozone and global climate. vol. (4) Sea Level Rise. 1971, p. 83-98.

BIRD, E. C. F. & ONGKOSONGO, O. S. R. Environmental changes on the coasts of Indonesia. The United Nations University, Toquio. 1980, 52p.

BLASCO, F. SAENGER, P.; JANODET, E. Mangroves as indicators of coastal change. In: Catena (27). 1990, p.167-178.

CARTER, R. W. Coastal Environments. An introduction to the physical, ecological and cultural systems of coastlines. Academic Press: London. 1988. 616p.

CARLTON, J. M. Land-Building and stabilization by mangroves. In: Environmental Conservation. vol. 1, nº 4, 1974, p.285-294.

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

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. 1985, p.53- 66.
- CLOUGH, B. F. Mangrove Ecosystems in Australia: structure, function and management. Australian Institute of Marine Science & Australian national University Press. Camberra, Australia. 1982, p.152- 191.
- DAVIS, J. H. The ecology and geology role of mangroves in Florida. Carnegie Institute Washington Publication, 517. 1940, p.307-409.
- EGLER, C. A. G. Os impactos da política industrial sobre a zona costeira. In: *Série Gerenciamento Costeiro*. Minist. Meio Amb., dos Recur. Hídri. e da Amaz. Legal. 1998, p. 1-40.
- LUGO, A. E. & SNEDAKER, S. C. The ecology of mangroves. *Annual Review of Ecology and Systematic* 5. 1974,p. 39-64.
- LUGO, A. E.; CINTRÓN, G.; GOENAGA, C. Mangrove ecosystems under stress. 1979, p.1-33.
- MACNAE, W. Mangrove swamps in south Africa. In: *J. Ecol.* 51. Blackwell Scientific Publication Oxford. Johannesburgo. 1963, p.1-25.
- 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. 1997, 112p.
- MUEHE, D. O litoral brasileiro e sua compartimentação. In: *Geomorfologia do Brasil*. Sandra Baptista da Cunha e Antonio José Teixeira Guerra (Org.), Ed. Bertrand Brasil: Rio de Janeiro. 1998, p273-349.
- PERNETTA, J. C. Mangrove forests, climate change and sea-level rise: hydrological influences on community structure and survival, with example from Indo-West Pacific. In: *A marine Conservation and Development Report*. IUCN, Gland, Switzerland. 1993, 46p.
- 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 Fórum Latino Americano de Geografia Física Aplicada. Curitiba, PR. Anais vol. 1. 1996, p.329.
- SCHAEFFER-NOVELLI, Y. & CINTRÓN-MOLERO, G. Guia para estudo de áreas de Manguezal. Estrutura, função e flora. Caribbean Ecological Research, São Paulo, 1986, 150p.
- SCHOLL, D. W. Mangrove swamps: geology and sedimentology. In: Rhodes W. Fairbridge (Ed.), *The Encyclopedia of Geomorphology*, Reinhold Book Corp. N.Y., 1968, p.683-688.
- SEMENIUK, V. Mangrove zonation along an eroding coastline in King Sound North-Western Australia. Blakwell Scientific Publication, 1980, p.789-812.
- SNEDAKER, S. C. Mangrove species zonation: why? Division of Biology and Living. Rosenstiel School of Marine and Atmospheric Science, Miami, USA. 1982, p.111-125.
- THOM, B. G. Mangrove ecology and deltaic geomorphology: Tabasco, Mexico. In: *Journal of Ecology* 55, 1967. p. 301-343.
- THOM, B. G. Mangrove Ecology – A geomorphological perspective. In: *Mangroves Ecosystems in Australia: Structure, Function and Management*. B.F. Clough (Ed.) Australian National University Press: Camberra. 1982. p. 3-18.
- THOM, B. G. Coastal landforms and geomorphic processes. S.C. Snedaker, & J.G. Snedaker (eds.) *The Mangroves Ecosystem: research methods*. UNESCO/SCOR. 1984, p.3-17.
- 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. 1995, p.43-62.
- 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. 1999, 171p.

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. 1998, p. 88-94.

WALSH, G. E. Mangroves: a rewiw. R. e Queen, W. (eds.). Ecology of Halophytes. Reinhold, 1974, p.54-62.

WOODROFFE, C. D. Mangrove swamps stratigraphy and Holocene transgression, Grand Caiman Island. West Indies. In: *Marine Geology* 32. 1981, p.271-294.

WOODROFFE, C. D. Development of mangroves from a geomorfological perspective. Tasks for Vegetation Science. H.J. Teas Hagues: junk, 8. 1983. p.1-17.

WOODROFFE, C. D. The impact of sea level rise on mangrove shorelines. In: *Prog. Phys. Geogr.*, 14: 1990, p.483-520.

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

Trabalho enviado em maio de 2009

Trabalho aceito em março de 2010