

CARACTERIZAÇÃO DAS FLORESTAS DE MANGUE DO COMPLEXO ESTUARINO DE CARAVELAS (BAHIA-BRASIL)

Mário Luiz Gomes Soares^{1,2}Filipe de Oliveira Chaves¹Gustavo Calderucio Duque Estrada^{1,3,4}Viviane Fernandez Cavalcanti^{1,3}Ana Margarida Marques Portugal¹Beatriz Barbosa^{1,3}

RESUMO

As florestas de mangue do Complexo Estuarino de Caravelas são caracterizadas pela proximidade com o sistema recifal dos Abrolhos (zona de maior biodiversidade do Atlântico Sul), o que lhes confere grande importância quanto à conservação de seus atributos funcionais e estruturais. Dessa forma, o presente estudo teve como objetivo caracterizar a estrutura vegetal das florestas de mangue de Caravelas, através de uma abordagem quali-quantitativa. As estações utilizadas para a caracterização das florestas de mangue da região de Caravelas foram distribuídas entre três subsistemas do estuário: Cassurubá-Barra Nova, rio Macaco-rio Massangano e rio Caribê-rio do Largo. Ao todo foram analisadas 150 estações qualitativamente e 27 estações através da caracterização de parâmetros estruturais. Os resultados obtidos demonstram uma alta diversidade estrutural das florestas, a qual é observada em três características: composição e dominância relativa das espécies vegetais, desenvolvimento estrutural das florestas (representado tanto pela altura, como pelo diâmetro) e arquitetura das mesmas. De forma geral, a altura média variou entre 0,65 e 13,94 m, e o diâmetro à altura do peito médio (\overline{DAP}) entre 1,52 e 24,09 cm. A composição de espécies se mostrou fortemente organizada segundo padrões de zonação intertidais e estuarinos, com *Rhizophora mangle* dominando as zonas com maior frequência de inundação pelas marés e *Avicennia schaueriana* dominando as áreas com maior influência salina. Além da zonação, a capacidade das espécies colonizarem bancos de acreção sedimentar também influenciou a composição, evidenciando uma tendência à colonização por *A. schaueriana* nas áreas com maior influência marinha e por *Laguncularia racemosa* nas áreas com maior influência do aporte de água doce.

Palavras-chave: Brasil, Bahia, zona costeira, manguezais, diversidade e recifes.

ABSTRACT

Characterization of mangrove forests from the Caravelas Estuarine Complex (Bahia - Brazil)

The mangrove forests of the Caravelas Estuarine Complex are characterized by the vicinity from the Abrolhos reef system (South Atlantic's highest biodiversity zone), what gives them great importance for the conservation of their functional and structural attributes. In this sense, the present study aimed to characterize the structure from the mangrove forests of Caravelas through a quali-quantitative approach. The stations used in this characterization were distributed along three sub-systems of the estuary: Cassurubá-Barra Nova, Macaco river-Massangano river and Caribê river-do Largo river. As a whole, 150 stations were analyzed qualitatively and in 27 stations a plot was established in order to measure structural parameters. The results show a high diversity for mangrove forests structure that can be demonstrated by three characteristics: relative dominance and composition of mangrove species, structural development of the forests (both height and diameter) and architecture of the forests. In general terms, the mean height varied from 0.65 to 13.94 m, and the mean DBH between 1.52 and 24.09 cm. The composition of species is strongly organized by intertidal and estuarine zonation patterns. *Rhizophora mangle* dominates zones with higher tidal frequency, while *Avicennia schaueriana* dominates zones with higher saline influence. Besides zonation, the capacity of species to colonize accretion banks has also influenced composition, evidencing a tendency of colonization by *A. schaueriana* in the areas with higher marine influence and by *Laguncularia racemosa* in the areas with higher influence of fresh water.

Key words: Brazil, Bahia, coastal zone, mangroves, diversity and reef.

¹ Pesquisador do Núcleo de Estudos em Manguezais, Faculdade de Oceanografia, Universidade do Estado do Rio de Janeiro (NEMA/ UERJ). E-mail: mariolgs@uerj.br

² Coordenador do Programa de Pós-Graduação em Meio Ambiente (PPGMA - UERJ)

³ Pesquisador do Instituto Marés

⁴ Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Ecologia (PPGE - UFRJ) / Bolsista da CAPES

INTRODUÇÃO

Manguezal é um ecossistema costeiro que ocorre em regiões tropicais e sub-tropicais do mundo ocupando as áreas entremarés. É caracterizado por vegetação lenhosa típica, adaptada às condições limitantes de salinidade, substrato inconsolidado e pouco oxigenado e freqüente submersão pelas marés (SOARES, 1997). O ecossistema manguezal pode ser subdividido em duas feições: florestas de mangue e planícies hipersalinas. A ocorrência dessas duas feições associadas irá depender de características climáticas regionais e da freqüência de inundações pelas marés locais. Conforme estipulado por Hutchings e Saenger (1987) e Pellegrini (2000) o limite entre a floresta de mangue e a planície hipersalina corresponde aproximadamente ao nível médio de inundações pelas marés altas de quadratura (na verdade as florestas se estendem até níveis um pouco acima desse limite, os quais são atingidos por marés mais altas de quadratura). Portanto, sob uma freqüência de inundações inferior a essa, em regiões com clima seco ou sazonalmente seco ocorre a formação de planícies hipersalinas. Em locais com alta freqüência de inundações pelas marés nas regiões de clima seco ou sazonalmente seco, ou em regiões sob clima úmido, observamos o desenvolvimento de florestas de mangue e a não ocorrência de planícies hipersalinas. É importante ressaltar que ambas as feições (floresta de mangue e planície hipersalina) compõem o ecossistema manguezal (SCHAEFFER-NOVELLI; SOARES; NASCIMENTO, 2002).

Apesar de fatores como temperatura média, amplitude térmica, substrato, proteção frente à energia marinha, presença de água salgada e amplitude de marés determinarem a ocorrência dos manguezais ao longo das regiões costeiras tropicais do mundo (WALSH, 1974), as características dos mesmos, em termos estruturais e funcionais podem ser extremamente variáveis. Dessa forma, podemos descrever o modelo de "assinatura energética" (LUGO; SNEDAKER, 1974; CINTRON; SCHAEFFER-NOVELLI, 1983, 1985; CINTRON; LUGO; MARTINEZ, 1985; LUGO; BRINSON; BROWN, 1990; SCHAEFFER-NOVELLI et al., 1990; TWILLEY, 1995), através do qual o manguezal possui seus processos, tais como produção primária, respiração, ciclagem de nutrientes e troca de matéria orgânica com ecossistemas adjacentes, além do desenvolvimento estrutural, controlados por forças subsidiárias como

energia solar, aporte de água doce e de nutrientes e energia das marés, as quais, combinadas em diversas intensidades, vão controlar os citados atributos de cada manguezal. A variabilidade da "assinatura energética" explica a alta variabilidade encontrada para as florestas de mangue do litoral brasileiro, estando submetidas a diferentes condições climáticas (temperatura, precipitação e evapotranspiração), oceanográficas (sobretudo regime de marés) e geomorfológicas, conforme descrito por Schaeffer-Novelli et al. (1990).

Esses ecossistemas possuem importância vital na manutenção de uma alta diversidade de espécies de interesse ecológico, econômico e social, apesar de apresentarem uma baixa riqueza de espécies vegetais. Essa propriedade está associada à diversidade funcional desse ecossistema, a qual influencia diretamente populações da fauna que dependem do manguezal em algum período do seu ciclo de vida, além daquelas que têm uma relação permanente com esse ecossistema, ou ainda espécies que promovem incursões esporádicas ao ecossistema, buscando explorar algum tipo de recurso associado ao mesmo. Nesses grupos podemos incluir tanto as espécies que passam todo o ciclo de vida dentro do ecossistema, espécies de água doce, espécies estuarinas, espécies marinhas (incluindo espécies recifais) e espécies terrestres que em algum momento freqüentam o sistema.

O papel dos manguezais na manutenção da diversidade biológica da zona costeira ainda é complementado por uma influência indireta, através da qual, algumas das funções do ecossistema vão determinar a manutenção de comunidades, cujas espécies em momento algum do seu ciclo de vida penetram no manguezal, mas que são influenciadas pelo mesmo de forma remota. Nesse contexto, podemos citar o papel dos manguezais, através da exportação de matéria orgânica e nutrientes (ODUM; HEALD, 1972, 1975; SNEDAKER, 1978; BOTO; BUNT, 1981; TWILLEY; LUGO; PATTERSON-ZUCCA, 1986; BOTO; WELLINGTON, 1988; MORAN; WICKS; HODSON, 1991; WAFAR. S; UNTAWALE; WAFAR M., 1997; AYUKAI et al., 1998; HAMACHER, 2001), na manutenção da base de estruturas tróficas de espécies que não possuem relação física direta com o ecossistema. Essa influência também pode ocorrer através da assimilação, via alimentação, por organismos que passam apenas parte do seu ciclo de vida no manguezal, os quais, ao saírem desse ambiente, se transformam em agentes de

exportação da matéria por eles assimilada (SASEKUMAR; ONG; THONG, 1984; CINTRON, 1987; HUTCHINGS; SAENGER, 1987).

Mumby et al. (2004), destacam a importância dos manguezais para a manutenção da produtividade pesqueira de sistemas recifais. Segundo esses autores, a biomassa de espécies de peixes recifais de interesse econômico é mais do que dobrada em regiões onde o habitat dos adultos (recifes de coral) está conectado a florestas de mangue.

Outro aspecto da influência remota dos manguezais se dá através do papel desse ecossistema na retenção de sedimentos, os quais na ausência do sistema seriam mobilizados e disponibilizados para a zona costeira (SAVAGE, 1972; TEAS, 1977; SNEDAKER, 1978; SAENGER; HEAGERL; DAVIE, 1983; HEGERL, 1984; CHOUDHURI, 1991; OTHMAN, 1994). Nesse caso, a retenção de sedimentos promovido pelo manguezal beneficia de forma indireta (sem uma relação de contato entre os dois sistemas) a manutenção de sistemas recifais e dessa forma, a manutenção da alta diversidade associada a esses sistemas (KITHEKA, 1997). Dentre os impactos decorrentes de atividades antrópicas sobre recifes de coral, destaca-se o aumento da turbidez associado à erosão costeira e ao uso do solo em regiões continentais (MCLAUGHLIN et al., 2003; NUGUES; ROBERTS, 2003; FABRICIUS, 2005).

Todos os exemplos e estudos anteriormente citados corroboram a hipótese de estreita relação e dependência entre os sistemas recifais e manguezais, destacando a importância de conservação não apenas dos recifes de coral, mas também das florestas de mangue, para a manutenção das populações de espécies de peixes de recifes, muitas das quais de interesse econômico. Nesse sentido, Mumby et al. (2004) afirmam que as taxas atuais de destruição das florestas de mangue provocarão consequências deletérias e severas sobre o funcionamento, produtividade pesqueira e resiliência dos recifes de coral.

Nesse sentido, o presente estudo tem como objetivo caracterizar as florestas de mangue do Sistema Estuarino de Caravelas, o qual compõe o Complexo dos Abrolhos. Espera-se contribuir para o melhor conhecimento das relações e conexões entre sistemas recifais e manguezais, favorecendo a elaboração de estratégias para a conservação daquela que é a região de maior diversidade biológica do Atlântico Sul.

MATERIAL E MÉTODOS

Área de Trabalho

O estuário de Caravelas localiza-se no município de mesmo nome, no Extremo Sul do estado da Bahia. Segundo Leipe et al. (1999) esse estuário comporta-se como um típico canal de maré, governado por águas costeiras. Sete rios principais deságuam neste estuário. São eles: Macaco, Massangano, Jaburuna, Cupido, do Poço, do Largo, Caribê e Peroba (Figura 1).

Nessa região estão presentes ecossistemas extremamente frágeis como manguezais, restingas, brejos, entre outros. Na zona costeira adjacente, entre 20 e 70 km da linha de costa, está localizado o Complexo Recifal dos Abrolhos, o maior do Oceano Atlântico Sul Ocidental, com 60,000 km² (ANDRADE; DOMINGUEZ, 2002). Este Complexo concentra a maior biodiversidade marinha do Atlântico Sul, possuindo grande importância ecológica, econômica e social, parte do qual se encontra protegido pelo Parque Nacional Marinho de Abrolhos.

Em termos geográficos, o estuário de Caravelas está inserido na chamada Costa Leste Brasileira, que se estende de 13° S a 22° S. Nessa região a plataforma continental é mais estreita com largura entre 20 e 50 km, atingindo 90 km em alguns pontos. Na região de Abrolhos, ocorre um alargamento da plataforma que atinge até 220 km de largura (EKAU; KNOPPERS, 1999). Nessa região as marés na plataforma continental são semidiurnas e o regime é de micromarés (LEÃO; DOMINGUEZ, 2000). Em Abrolhos, a maré não apresenta desigualdade diurna, sendo a altura média da maré de sizígia de 2,22 m e quadratura de 0,82 m (CEPEMAR, 2000). Segundo Andrade et al. (2003) predominam na região ventos de NE e E durante o verão, e de SE e E durante o outono-inverno.

Baseando-se nas Normais Climatológicas para o município de Caravelas (INMET, 1992), observa-se que a temperatura média, que numa base anual é de 24,5°C, apresenta sazonalidade marcada, sendo o verão a estação mais quente, quando se atinge a maior média mensal (fevereiro). A precipitação média não indica um padrão claro de sazonalidade, embora os meses de maio a setembro sejam os menos chuvosos, com mínima de 65 mm em agosto, e os meses de outubro a janeiro sejam os mais chuvosos, com máxima de 176 mm em novembro. A média anual para a precipitação é de 1.389 mm. Segundo a classificação de Köppen, que se baseia apenas nas normais de precipitação e temperatura, o clima de Caravelas

pode ser classificado como Afi, ou seja, tropical chuvoso, com precipitação do mês mais seco superior a 60 mm e variação de temperatura média anual inferior a 5°C.

Caracterização das Florestas de Mangue

Para caracterização das florestas de mangue foram adotadas duas abordagens. A primeira consistiu da caracterização qualitativa das florestas, com base no reconhecimento dos padrões de desenvolvimento estrutural, composição de espécies e arquitetura das árvores (com base na relação altura/diâmetro do tronco e no número de troncos por indivíduos). A segunda estratégia de abordagem consistiu na caracterização quantitativa das florestas,

através de parâmetros estruturais, em estações de amostragem representativas das florestas identificadas na abordagem qualitativa. As estações utilizadas para a caracterização das florestas de mangue da região de Caravelas foram distribuídas entre três subsistemas do estuário (Figura 1): Cassurubá-Barra Nova, Macaco-Massangano e Caribê-Largo. Ao todo foram analisadas 150 estações qualitativamente e 27 estações (Figura 2) através da caracterização de parâmetros estruturais.

A metodologia seguida para a caracterização da estrutura vegetal dos manguezais é apresentada, de forma geral, por Cintron e Schaeffer-Novelli (1984) e Schaeffer-Novelli e Cintron (1986). Em cada



Figura 1 - Área de estudo no Sistema Caravelas - Nova Viçosa, Bahia, com a localização dos subsistemas (1, 2 e 3) onde realizou-se a caracterização das florestas de mangue. Escala 1:232000

estação foi delimitada uma parcela, cuja área variou de acordo com a densidade da floresta, de forma a ser amostrado um número representativo de indivíduos (árvores), considerando-se ainda a homogeneidade da mesma em termos de características estruturais (composição de espécies e desenvolvimento estrutural dos indivíduos). Depois de delimitadas as parcelas, todos os indivíduos foram identificados em nível de espécie e medidos quanto à altura dos mesmos e o diâmetro dos troncos, além de ter sido descrita a condição (vivo ou morto) de cada tronco. O diâmetro dos troncos, por convenção, foi medido a uma altura de 1,30 m do substrato, sendo denominado DAP (diâmetro à altura

do peito do observador).

De posse dos dados levantados em campo, foram calculados, para cada estação de amostragem, a altura média, o \overline{DAP} (diâmetro à altura do peito, médio), a área basal, a densidade de troncos, além da dominância em área basal.

A área basal representa a contribuição de madeira em cada floresta, ou seja, é a área de troncos por área de terreno. Para o cálculo da mesma, consideramos a área da seção transversal de cada tronco. O \overline{DAP} é uma medida estrutural, que representa o diâmetro da árvore de área basal média, portanto de grande importância para a caracterização das florestas. É importante destacarmos que essa



Figura 2 - Localização das estações de amostragem na região de Caravelas - Bahia. Escala 1:232000.

medida difere da média aritmética dos DAPs. O é obtido com os dados da área basal viva através da seguinte fórmula:

$\overline{DAP} = [(g) \cdot 12732,39/n]^{1/2}$, onde n = número de troncos por hectare e g = área basal por hectare.

Para o cálculo da área basal e densidade, bem como da dominância (%) em área basal, os troncos são ainda divididos em diversas categorias. Assim, tais valores são obtidos para cada espécie, por classes de DAP (menor que 2,5 cm, maior ou igual a 2,5 cm e menor que 10,0 cm e maior ou igual a 10,0 cm) e por condição (vivo ou morto), o que nos fornece um total de 18 categorias por estação de amostragem, além do valor total da floresta.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Destaca-se nas florestas de mangue do sistema estuarino de Caravelas a alta diversidade estrutural das mesmas, a qual é observada em três características: composição e dominância relativa das espécies vegetais, desenvolvimento estrutural das florestas (representado tanto pela altura, como pelo DAP – diâmetro à altura do peito) e arquitetura das florestas. Essa variabilidade é basicamente regida pela variabilidade das características ambientais (sobretudo nas características relacionadas à microtopografia, frequência de inundação pelas marés, aporte de água doce, salinidade e propriedades físico-químicas). A seguir apresentaremos a caracterização das florestas estudadas em cada um dos subsistemas considerados.

Subsistema Cassurubá-Barra Nova

Esse subsistema (Figura 1) é caracterizado basicamente por uma composição de florestas de mangue, planícies hipersalinas (localmente denominadas de “espaçado”) e zona de transição composta por capim-salgado (*Sporobolus virginicus*), localmente denominada de “apicum”. Na porção norte desse subsistema, associadas ao canal de Caravelas, observam-se tanto florestas bem desenvolvidas, como florestas arbustivas, dominadas por *Rhizophora mangle*, as quais são substituídas para o interior por sistemas de transição (*Sporobolus virginicus*) e por planícies hipersalinas, além das formações continentais, tais como restingas e áreas inundadas. Conforme nos dirigimos para a desembocadura do canal de Caravelas, essas florestas de franja são afetadas pela alta dinâmica costeira, fazendo com que encontremos trechos associados tanto a zonas de erosão, como a zonas de deposição (ANDRADE;

DOMINGUEZ, 2002). Por conseqüência, encontramos tanto florestas de mangue mortas (pelo assoreamento ou erosão), como bancos recém depositados sendo colonizados por espécies de mangue. Na região, esses bancos lamosos, são colonizados por *Avicennia schaueriana*, que atua, dessa forma, como espécie pioneira na formação de novas florestas de mangue. Alguns estudos apontam o papel de espécies *Avicennia* e *Laguncularia* como pioneiras, como conseqüência da alta taxa de crescimento das espécies desses gêneros, quando comparadas às espécies de *Rhizophora* (McKEE, 1995; SOARES, 2006).

Especificamente na região estudada, o domínio de *A. schaueriana* como pioneira, em relação à *Laguncularia racemosa*, pode ser explicado pela alta salinidade desse sistema. CEPEMAR (2000) apresentou para a conexão do sistema com o mar, na região de Caravelas, salinidade média de 32,5 na maré vazante (oscilando entre 29,0 e 34,0 nas estações estudadas) e 33,7 na maré enchente (oscilando entre 32,8 e 34,5 nas estações estudadas). Lovelock e Feller (2003) observaram que *Avicennia* possui maior eficiência na utilização de água, quando comparada à *L. racemosa* e que essa espécie possui menor eficiência na utilização de nitrogênio, em ambientes de alta salinidade. Portanto, podemos inferir, que na região estudada, com uma alta salinidade, *A. schaueriana* tenha maior sucesso na ocupação de novas áreas disponibilizadas pela dinâmica geomorfológica. Em alguns trechos a montante dos rios desse subsistema, são observados bancos lamosos recém formados, onde ocorre a colonização por *L. racemosa*. Esses trechos podem sofrer maior influência do aporte de água doce oriundo das partes elevadas da Ilha do Cassurubá, onde a exemplo de outras regiões do sistema Caravelas-Nova Viçosa, observamos afloramento de lençol-freático e formação de importantes áreas alagadas (SOARES, 2006). Ainda como reflexo da alta dinâmica geomorfológica desse subsistema, observamos, em vários trechos, manchas de *R. mangle* de grande porte mortas, intercaladas por manchas de indivíduos arbustivos dessa espécie e áreas com indivíduos de grande porte vivos. A observação detalhada desse padrão demonstra que os indivíduos mortos e arbustivos encontram-se em áreas mais elevadas e as florestas vivas em áreas de influência de microcanais. Dessa forma, esse padrão está diretamente relacionado à frequência de inundação pelas marés, que num clima com características de sazonalidade marcante

(quando ocorre um período de menor pluviosidade) ou com características secas, vai determinar um aumento da salinidade da água intersticial nas regiões menos lavadas pela maré (PELLEGRINI, 2000; HUTCHINGS; SAENGER, 1987). Portanto, em áreas mais elevadas há um incremento da salinidade levando à formação de florestas arbustivas (sob estresse hídrico e salino) ou a morte dos indivíduos dessa espécie — que é pouco tolerante a níveis elevados de salinidade da água intersticial (CINTRON et al., 1978; CINTRON; SCHAEFFER-NOVELLI, 1983; TOMLINSON, 1986; SMITH III, 1992; JIMENEZ, 1994), quando a salinidade se eleva muito. Esse processo provavelmente é reflexo da dinâmica geomorfológica local, que pode determinar alterações de hidrodinâmica e/ou disponibilidade de água em florestas de *Rhizophora mangle*, que só podem ter se desenvolvido em locais de alta frequência de inundação pelas marés e por consequência com níveis de salinidade compatíveis com o desenvolvimento estrutural observado.

As altas salinidades associadas à baixa frequência de inundação pelas marés nas regiões mais elevadas desse sistema também podem levar a formação de florestas de mangue com ocorrência significativa de *A. schaueriana*, como veremos na descrição dos estudos fitossociológicos desenvolvidos na região. Ainda associado ao comportamento da salinidade relacionado à frequência de inundação pelas marés e ao clima local, encontramos nessa região a feição planície hipersalina (localmente denominada “espacelado”). Em alguns pontos, associado a essa seqüência de feições (floresta de mangue-planície hipersalina), encontramos ainda bancos de “marismas da zona entre-marés superior”, como por exemplo *Salicornia gaudichaudiana* e *Sporobolus virginicus* (capim salgado).

No curso superior dos canais estudados nessa região, observamos que as florestas compostas por *R. mangle* não apresentam os indícios de estresse observados no curso inferior, tais como arquitetura arbustiva e parcelas de árvores mortas ou com indícios de estresse, como por exemplo morte apical da copa das árvores. Esses cursos, que cortam o subsistema em direção ao interior, como o rio do Norte, possuem em seu curso inferior, a exemplo dos canais mais próximos ao mar, a ocorrência de *R. mangle* arbustiva ou morta, *A. schaueriana* bem desenvolvida, de médio porte ou arbustiva e *L. racemosa* arbustiva. Já no curso

superior predomina *R. mangle*. Essa compartimentação do curso do rio é um forte indicador de um curso inferior com domínio marinho e de água intersticial com alta salinidade e um curso superior com alta contribuição terrestre e redução da salinidade da água intersticial.

No rio Antônio Gomes, cuja desembocadura encontra-se na margem sul do canal de Caravelas, também observamos uma estrutura vegetal variável, ora com árvores esparsas, ora com áreas de floresta morta, alguns pontos com presença de *A. schaueriana* de grande porte e outras regiões com *R. mangle* de porte arbustivo. Esse rio na verdade possui comportamento de canal de marés, com curso meandrante e uma outra conexão com o canal de Caravelas a oeste, onde recebe a denominação local de rio da Salina. Nessa região encontra-se, em região elevada, uma grande área sem vegetação arbórea ou arbustiva, composta por *Salicornia gaudichaudiana* e *Sporobolus virginicus*. Seguindo o padrão desse subsistema, são observadas áreas com florestas de mangue mortas em áreas mais elevadas e outras vivas com bom desenvolvimento estrutural em áreas com maior frequência de inundação pelas marés.

Na região do rio Peroba (Figura 2) estão caracterizadas as florestas adjacentes às planícies hipersalinas que se formam neste trecho do estuário. Nesta região observa-se um gradiente de desenvolvimento estrutural e de espécies associado ao gradiente de inundação pelas marés, típico desse subsistema. No sentido rio-apicum, o desenvolvimento estrutural diminui e *R. mangle* é substituída por *A. schaueriana* (Tabela 1, Figura 3), espécie mais tolerante à salinidade (CINTRON et al., 1978; CINTRON; SCHAEFFER-NOVELLI, 1983; TOMLINSON, 1986; SMITH III, 1992; JIMENEZ, 1994). A estação 01, localizada na franja de um canal de maré que liga a floresta de mangue com o rio Peroba, apresenta os maiores valores de altura média e \overline{DAP} , contribuição em área basal de troncos com DAP superior a 10 cm, assim como a menor densidade de troncos vivos das florestas da região do rio Peroba, constituindo-se na estação mais desenvolvida estruturalmente. Na estação 02, localizada no limite de influência direta do canal de marés, observa-se a diminuição do desenvolvimento estrutural, caracterizada pela redução do \overline{DAP} , da altura média bem como da contribuição em área basal de troncos com DAP superior a 10 cm e da área basal total (Tabela 1, Figura 3). Nesta estação, *R. mangle* se mantém como espécie dominante com 69,3% de

contribuição em área basal de troncos vivos, enquanto *A. schaueriana* tem aumento de contribuição em área basal (22,3%), embora com apenas 0,6% de troncos vivos. A alta contribuição em área basal de troncos mortos com DAP superior a 10 cm de *A. schaueriana* em composição com a alta contribuição em área basal de troncos vivos com DAP entre 2,5 e 10 cm de *R. mangle*, sugere a ocorrência de um processo de substituição de *A. schaueriana* por *R. mangle*, provavelmente associado a alterações edáficas provocadas pela dinâmica do canal de marés.

A estação 03 marca o fim da influência direta do canal de marés e já não se detecta a ocorrência de *R. mangle*. Nesta estação ocorre uma floresta monoespecífica de *A. schaueriana* e observa-se um alto grau de maturidade e desenvolvimento estrutural, com grande contribuição em área basal de troncos vivos com DAP superior a 10 cm, similar ao encontrado na estação 01. Observa-se também alta densidade de troncos com DAP inferior a 2,5 cm, que constituem-se em sua maior parte nos indivíduos mais jovens que ocupam as clareiras associadas a troncos de grande porte (DAP \geq 10 cm) mortos, os quais têm contribuição em área basal de 13,30% na estação (Figura 3). Esta estação possui maior desenvolvimento estrutural do que a estação anterior, o que é demonstrado principalmente pelo maior \overline{DAP} e área basal, que é a maior encontrada na transversal (Tabela 1). A menor altura média, bem como a maior densidade de troncos vivos em relação à estação 02 pode ser explicada pela influência da ocupação de clareiras

descrita acima, que implica grande número de indivíduos com DAP e altura reduzidos.

Na estação 04 (Tabela 1, Figura 3), observa-se uma redução do desenvolvimento estrutural em relação à estação 03. Esta estação, que marca o limite de ocorrência da floresta, caracteriza-se por indivíduos extremamente ramificados, com drástica redução do \overline{DAP} , da altura média e da área basal em relação à estação 03 e contribuição em área basal distribuída apenas entre troncos com DAP inferior a 10 cm, porém em grande parte mortos (vivos: 35,90%; mortos: 37,74%). A estação 05 é caracterizada pela ocorrência quase que total de indivíduos mortos de *A. schaueriana*, porém com \overline{DAP} e área basal total similares ao da estação 04, indicando um possível processo de alteração das condições físico-químicas, que levou ao aumento do rigor ambiental (possivelmente associado ao estresse hídrico e salino) e expansão da planície hipersalina.

Schaeffer-Novelli et al. (1994) encontrou gradiente estrutural similar em um sistema floresta-apicum localizado no manguezal da Barra do Tomba, próximo ao rio Peroba. Na transversal estudada por aqueles autores, a distribuição das espécies é caracterizada pela dominância de *R. mangle* (76%) no início da transversal, próximo ao obtido na estação 02, e de *A. schaueriana* (78%) na parte mais interna da transversal. Portanto, a comparação do estudo realizado por Schaeffer-Novelli et al. (1994), com o presente levantamento, demonstra uma tendência na estrutura do sistema floresta de mangue - planície hipersalina para a região em

Tabela 1 - Resumo das características estruturais das florestas de mangue da região do rio Peroba

Estação	Densidade (troncos vivos.ha ⁻¹)	DAP médio (cm)	Altura média (m)	Área basal total (m ² .ha ⁻¹)	Contribuição em área basal (%)		
					espécie	Troncos	
						vivos	mortos
1	1866,7	12,0	6,8 ± 2,4	21,4	<i>A. schaueriana</i>	5,48	0,00
					<i>L. racemosa</i>	0,00	0,00
					<i>R. mangle</i>	92,78	1,74
2	4000,0	5,6	4,6 ± 1,4	14,1	<i>A. schaueriana</i>	0,58	21,74
					<i>L. racemosa</i>	0,00	0,00
					<i>R. mangle</i>	69,31	8,40
3	5381,0	8,6	4,1 ± 2,6	37,6	<i>A. schaueriana</i>	83,53	16,47
					<i>L. racemosa</i>	0,00	0,00
					<i>R. mangle</i>	0,00	0,00
4	22333,3	2,4	2,2 ± 0,7	17,9	<i>A. schaueriana</i>	54,85	45,15
					<i>L. racemosa</i>	0,00	0,00
					<i>R. mangle</i>	0,00	0,00
5	8,3	2,0	0,7	17,4	<i>A. schaueriana</i>	0,15	99,85
					<i>L. racemosa</i>	0,00	0,00
					<i>R. mangle</i>	0,00	0,00

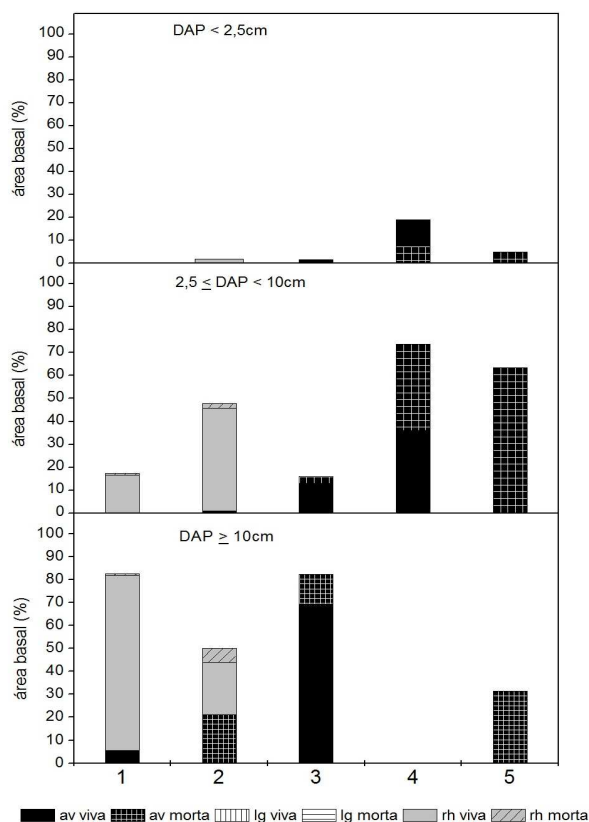


Figura 3 - Contribuição em área basal por espécie, condição (vivo e morto) e classe de DAP nas florestas de mangue da região do Rio Peroba, onde: av= *A. schaueriana*; lg= *L. racemosa*; rh= *R. mangle*.

questão.

Como podemos observar pela descrição qualitativa e quantitativa anteriormente apresentada, esse subsistema é caracterizado pela alta dinâmica dos manguezais, como resposta à elevada dinâmica geomorfológica e pela variação nas características das florestas ao longo do curso dos canais, com uma forte influência marinha no curso inferior e uma influência de aporte terrestre de água doce no seu curso superior.

Subsistema Rio Caribê - Rio do Largo

Este subsistema ocupa uma região bastante ampla, localizada entre os municípios de Caravelas e Nova Viçosa (Figura 1). Abrange os rios que margeiam estas duas cidades, no entanto o sistema hidrológico apresenta forte influência das variações de altura das marés com pouca contribuição de água

doce, as quais vão se incorporando ao longo de seus cursos devido a pequenos rios da região e afloramentos do lençol freático (SOARES, 2006).

Devido a sua extensão e por incorporar dois rios (rio Caribê e do Largo), esse subsistema possui uma alta diversidade estrutural e de arquitetura, no que se refere às florestas de mangue. A seguir descreveremos algumas das características observadas para as florestas de mangue dessa região, as quais foram obtidas pela avaliação de parâmetros estruturais (quantitativa) e/ou por vistorias (análise qualitativa):

- (i) Na porção norte desse sistema, na confluência com o canal de Caravelas, encontra-se uma das florestas mais desenvolvidas de todo o sistema estuarino, com gradativa redução de sua estrutura em direção à entrada do rio do Poço. Fisionomia semelhante também é observada no contato dos rios Caribê e do Poço ao norte desse subsistema, porém com desenvolvimento estrutural ligeiramente reduzido e na região central do rio Caribê, próximo ao canal Tribaúna. Em algumas áreas observamos florestas bem desenvolvidas de *R. mangle*, que formam um *continuum* com a mata de restinga em sua porção posterior. Ao sul do rio do Largo, próximo ao rio Pituáçu, também é observada floresta bem desenvolvida de *R. mangle*, disposta em “patamares” em direção a canais próximos, sugerindo tratar-se de gradiente estrutural relacionado a diferentes estágios de desenvolvimento (sucessionais).
- (ii) Florestas bem desenvolvidas, dominadas por *A. schaueriana* também são observadas nesse subsistema, como por exemplo ao norte do rio do Largo.
- (iii) Sequência composta por *A. schaueriana* na margem e floresta bem desenvolvida de *R. mangle* na parte interna.
- (iv) Florestas de porte intermediário, compostas por *R. mangle* e/ou *L. racemosa*.
- (v) Sistema composto, com margem dominada por *L. racemosa* de porte intermediário/ arbustivo e interior de floresta de *R. mangle* de grande porte, o qual é observado em ilha no rio Caribê, próximo ao canal Tribaúna e ao norte do rio do Largo.
- (vi) Áreas dominadas por manguezais arbustivos, associados tanto a regiões com margens topograficamente mais elevadas (portanto com menor frequência de inundação

por marés), como a prováveis variações locais na disponibilidade de nutrientes ou características do substrato. Na margem do rio Caribê, próximo ao encontro com o Canal de Caravelas, observa-se uma floresta com características mais arbustivas. Na região da Ilha do Cassurubá, em frente ao encontro do rio do Largo com o rio Caribê, observa-se uma floresta arbustiva de *R. mangle*, a qual também é observada ao sul desse ponto, juntamente com florestas arbustivas de *L. racemosa*, algumas das quais possuem características de idade avançada, com DAP elevado. Em alguns locais observam-se florestas mistas de *L. racemosa* e *R. mangle* de porte arbustivo. Na proximidade do canal Tribaúna essa feição dominada por *R. mangle* também é observada. Florestas arbustivas dessas duas espécies também são observadas na porção norte do rio do Largo.

- (vii) Padrão com características arbustivas também identificado em outros subsistemas, como por exemplo o rio Macaco-rio Massangano. Nesse padrão, observa-se uma floresta com características arbustivas, dominada por *R. mangle*, porém com um gradiente de desenvolvimento estrutural, com progressiva redução do porte em direção ao interior. Na parte mais interna encontra-se um manguezal de porte bastante reduzido, no qual ocorre tanto *R. mangle*, como *L. racemosa*, sendo essa zona seguida por espécies de transição, tais como o *Sporobolus virginicus*, *Dalbergia ecastaphyllum* e, por fim, observa-se vegetação de restinga arbustiva ou arbórea.
- (viii) Regiões de manguezais arbustivos, onde as condições se tornam tão desfavoráveis, que observam-se áreas com manguezais mortos, a exemplo do anteriormente descrito para o subsistema Cassurubá-Barra Nova.
- (ix) Margens elevadas, com domínio de *A. schaueriana*, devido à reduzida frequência de inundação pelas marés. Em algumas dessas regiões observam-se indivíduos esparsos de *A. schaueriana* e ocorrência de árvores de mangue com morte apical, indicando estresse hídrico e salino.
- (x) Regiões mais elevadas com ocorrência de *Hibiscus* sp., *Acrostichum aureum*, *Sporobolus virginicus* e *Salicornia*

gaudichaudiana marcando a feição de transição para a restinga, que localmente é denominada de “apicum”, mas que não representa a feição característica de planície hipersalina.

- (xi) Formação com diversos canais de maré, que cortam as margens baixas dos rios, formando bancos, com aparência de ilhas, que são colonizados por *R. mangle* altamente ramificadas e de porte intermediário, que formam florestas agregadas em manchas.
- (xii) Bancos lamosos recém-depositados, com colonização por *L. racemosa* refletindo a menor influência marinha nessa região, ao contrário do que ocorre no subsistema Cassurubá-Barra Nova, que apresenta *A. schaueriana* como espécie pioneira.
- (xiii) Outra fisionomia observada nesse subsistema, bastante incomum para a região estudada, são bancos lamosos sendo colonizados por jovens de *R. mangle*.

Nesse subsistema, é importante destacar uma ocupação humana bastante significativa, mas localizada principalmente às margens do rio Caribê, basicamente sob a forma de moradias das famílias tradicionais, pomares e roças, além de coqueirais. Algumas das fisionomias identificadas e descritas acima foram caracterizadas quantitativamente, de forma a termos uma visão da diversidade estrutural dessas florestas de mangue. A seguir são apresentados esses resultados.

No subsistema rio Caribê-rio do Largo foi registrada (estação 14) a floresta com maior desenvolvimento estrutural e, exceto pelas florestas das estações 10 e 09, todas apresentam mais de 50% de sua área basal concentrada na classe de DAP superior a 10 cm (Tabela 2, Figura 4).

De um modo geral, *A. schaueriana* domina nas porções mais à jusante dos rios Caribê e do Largo, nos locais onde as margens apresentam berma bem definida (estação 07), ou não (estação 15). *R. mangle* domina nas áreas com intenso fluxo de água, seja em zona cortada por microcanais atrás da franja de *A. schaueriana* (estação 08), em franjas diretamente lavadas pela maré (estações 06 e 14), ou atrás de margem caracterizada por *L. racemosa* ramificada na base (estações 12 e 13). Observou-se também, na porção intermediária do rio Caribê, a ocorrência de bancos lamosos nas margens, onde dominam ilhas de vegetação de mangue, *L. racemosa* (estação 10) ou *R. mangle* (estações 09 e 11), com indivíduos de arquitetura altamente

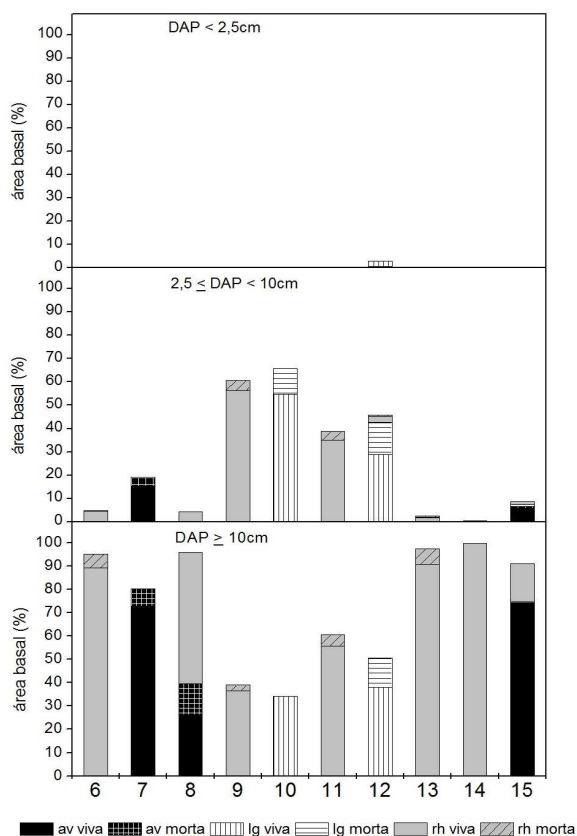


Figura 4 - Contribuição em área basal por espécie, condição (vivo e morto) e classe de DAP nas florestas de mangue do subsistema rio Caribê- rio do Largo, onde: av= *A. schaueriana*; lg= *L. racemosa*; rh= *R. mangle*.

ramificada.

As estações 06 e 14 são florestas de franja dominadas por indivíduos de *R. mangle*, com elevados valores de \overline{DAP} , altura média e área basal, além de baixa densidade, caracterizando grande desenvolvimento estrutural. Ambas apresentam dominância em área basal de troncos da classe de DAP superior à 10 cm, porém na estação 06 nota-se uma pequena contribuição de troncos com DAP entre 2,5 e 10 cm (4,58%).

Outras duas estações onde dominam indivíduos de *R. mangle* de grande porte são 08 e 13 (Figura 4). A primeira representa uma área com microcanais atrás de uma franja de *A. schaueriana* (estação 07). Esta estação também incluiu indivíduos de *A. schaueriana* de grande porte (diâmetro máximo de 56,9 cm), entretanto a contribuição de 13,45% de troncos mortos de *A. schaueriana* com $DAP \geq 10$ cm,

associada à contribuição, em área basal, de 4,18% de troncos vivos de *R. mangle* com $2,5 < DAP \leq 10$ cm, indica que está ocorrendo uma substituição de *A. schaueriana* por *R. mangle*, possivelmente devido a um aumento na inundação pelos microcanais, com conseqüente desestabilização do sedimento. A estação 13 representa a estrutura vegetal da porção interna de uma grande ilha de mangue formada na região de encontro dos rios Carib  e do Largo. Toda a ilha   circundada por uma franja estreita onde domina *L. racemosa* com menor desenvolvimento estrutural (estac o 12).

As estações 07 e 15 representam florestas de franja dominadas por *A. schaueriana* com elevado desenvolvimento estrutural, principalmente em termos de \overline{DAP} e área basal (Tabela 2). Em ambas as estações observam-se elevadas contribuições em área basal, de troncos com DAP acima de 10 cm. Na estação 15, a ocorrência de indivíduos de *R. mangle* pode ser atribuída à elevada freq ncia de inundação e presenç a de um canal no entorno da parcela.

Nas estações descritas acima (06, 07, 08, 13, 14 e 15), que apresentam o maior desenvolvimento estrutural, a área basal total variou entre 16,5 e 30,2 $m^2 \cdot ha^{-1}$ (Tabela 2), sendo superior   verificada por CEPEMAR (2000) ( rea basal máxima de 25 $m^2 \cdot ha^{-1}$) e compatível com o trabalho de Schaeffer-Novelli (1991).

As estações 09, 10, 11 e 12 representam o menor desenvolvimento estrutural encontrado nos rios Carib  e do Largo, tanto em altura, quanto em DAP,  rea basal e densidade.

A estrutura observada nas estações 09 e 10, dominada por *R. mangle* (estac o 09) ou *L. racemosa* (estac o 10), com elevada densidade de troncos vivos, em contraste com poucos indivíduos, predomínio de diâmetros da classe $2,5 \leq DAP < 10$ cm e altura média reduzida, representa a resposta da vegetação frente ao intenso fluxo de água que atua sobre as margens baixas e lamosas deste trecho do rio Carib . Na estação 11 a estrutura é muito semelhante, porém mais de 50% da área basal refere-se aos troncos com DAP superior a 10 cm. Tal resultado, associado   menor densidade de troncos, pode indicar que as pequenas ilhas de mangue ( rea em torno de 700 m^2) presentes na área da estação 11 são mais antigas que os bancos lamosos das estações 09 e 10.

A estação 12 apresenta o menor desenvolvimento estrutural dentre as citadas acima, principalmente devido à presenç a de inúmeros

Tabela 2 - Resumo das características estruturais das florestas de mangue do subsistema rio Caribê- rio do Largo.

Estação	Densidade (troncos vivos.ha ⁻¹)	DAP médio (cm)	Altura média (m)	Área basal total (m ² .ha ⁻¹)	Contribuição em área basal (%)		
					espécie	Troncos	
						vivos	mortos
6	1000,0	19,0	8,7 ± 5,0	30,2	<i>A. schaueriana</i>	0,00	0,00
					<i>L. racemosa</i>	0,00	0,00
					<i>R. magle</i>	93,93	6,07
7	2857,1	10,2	5,9 ± 3,2	26,3	<i>A. schaueriana</i>	88,39	11,56
					<i>L. racemosa</i>	0,00	0,00
					<i>R. magle</i>	0,05	0,00
8	956,5	15,8	8,5 ± 2,4	21,5	<i>A. schaueriana</i>	26,25	13,45
					<i>L. racemosa</i>	0,00	0,00
					<i>R. magle</i>	60,29	0,00
9	2532,0	7,0	5,6 ± 0,1	10,4	<i>A. schaueriana</i>	0,00	0,00
					<i>L. racemosa</i>	0,00	0,00
					<i>R. magle</i>	92,84	7,16
10	3437,5	7,1	2,6 ± 0,6	15,4	<i>A. schaueriana</i>	0,00	0,00
					<i>L. racemosa</i>	88,94	11,06
					<i>R. magle</i>	0,00	0,00
11	1580,9	8,1	5,3 ± 1,4	9,0	<i>A. schaueriana</i>	0,00	0,00
					<i>L. racemosa</i>	0,00	0,00
					<i>R. magle</i>	91,04	8,96
12	5653,8	5,6	2,7 ± 1,6	19,0	<i>A. schaueriana</i>	0,00	0,00
					<i>L. racemosa</i>	69,84	26,66
					<i>R. magle</i>	3,03	0,47
13	560,0	19,9	11,0 ± 2,0	18,8	<i>A. schaueriana</i>	0,00	0,00
					<i>L. racemosa</i>	0,00	0,00
					<i>R. magle</i>	92,61	7,39
14	361,9	24,1	13,9 ± 2,3	16,5	<i>A. schaueriana</i>	0,00	0,00
					<i>L. racemosa</i>	0,00	0,00
					<i>R. magle</i>	100,00	0,00
15	1578,9	15,4	7,5 ± 4,6	30,1	<i>A. schaueriana</i>	80,20	0,88
					<i>L. racemosa</i>	0,00	1,40
					<i>R. magle</i>	17,52	0,00

troncos com DAP inferior a 2,5 cm, que partem da base de um tronco principal, com maior diâmetro. Estes indivíduos com troncos de diâmetro reduzido tornam-se mais freqüentes com a proximidade da margem, onde o fluxo de água é mais intenso e o tronco principal inclina-se sobre o rio. Tal estrutura representa uma estratégia de propagação vegetativa (ELSTER; PERDOMO, 1999) em situação em que o fluxo de água dificulta o estabelecimento de propágulos e o tronco principal pode ser comprometido. A contribuição em área basal de troncos mortos de *Laguncularia racemosa* da classe $2,5 \leq \text{DAP} < 10$ cm (13,6%) é um indício desse comprometimento. Conforme anteriormente citado, essa estação localiza-se na franja de uma ilha, cujo interior é formado por floresta bem desenvolvida de *R. mangle* (estação 13). O menor desenvolvimento estrutural dessa floresta de franja e o domínio de *L.*

racemosa indicam um processo de colonização de bancos lamosos recentes e a possibilidade de ocorrência de um processo de sucessão ecológica. Essa hipótese é fortalecida, ao observarmos, que na estação 12, dominada por *L. racemosa*, há uma grande contribuição em área basal, de troncos mortos dessa espécie, e uma pequena contribuição de *R. mangle*, na classe de $2,5 \leq \text{DAP} < 10$ cm. Essas características podem indicar a morte de troncos mais desenvolvidos de *L. racemosa* e a gradativa substituição dessa espécie por *R. mangle*.

Subsistema Rio Macaco-Rio Massangano

Esses rios delimitam uma importante área de restinga arbustiva, onde encontram-se diversos afloramentos de água do lençol freático, que exercem função vital na manutenção de todo o sistema da região (SOARES, 2006) (Figura 1). A exemplo de outros "rios" dessa região, esses rios não possuem

uma “nascente” no sentido clássico. O fornecimento de água que vai alimentar esses cursos ocorre de duas formas: (i) através de alimentação em sua “cabeceira”, onde ocorre a formação de uma área alagada originada do afloramento do lençol freático e (ii) via contribuição difusa ao longo de todo o seu curso, através de afloramentos localizados às margens dos rios, ou através da canalização de água doce que aflora no sistema de restinga e é conduzida até o curso dos rios pelas depressões existentes entre os cordões arenosos localizados na região (SOARES op. cit.).

Esse mecanismo de contribuição difusa (NRC, 2004) está intimamente associado ao sistema terrestre adjacente, no caso a restinga, que é fundamental na manutenção do fornecimento de água para o curso desses rios. Em outras palavras, a manutenção dos rios dessa região, bem como de seus recursos associados, tais como os manguezais, depende da integridade do fornecimento de água, que ocorre ao longo de todo o curso do rio e não apenas da nascente do mesmo. Vários são os estudos que apresentam a importância do fluxo de água oriunda de reservatórios subterrâneos, para a manutenção de florestas de mangue (WOLANSKI; GARDINER, 1981; MAZDA et al., 1990a e 1990b; WOLANSKI, 1992; WOLANSKI; MAZDA; RIDD, 1992; KITHEKA, 1998; DREXLER; DE CARLO, 2002).

Nesse subsistema observamos uma alta diversidade estrutural das florestas de mangue, evidenciando-se o controle da salinidade da água intersticial através do balanço entre aporte de água doce de origem continental e a entrada de água salgada pelas marés, bem como da concentração de sais regida pela frequência de inundação pelas marés, sobre as características das florestas de mangue. Esse comportamento pode ser avaliado através das estações estudadas no rio Macaco, as quais podem ser separadas em grupos com características estruturais similares.

Nas estações mais próximas à foz do rio Macaco (estações 16 e 17) formam-se florestas mistas de *R. mangle* e *A. schaueriana*, bem desenvolvidas, com contribuição em área basal concentrada em troncos com DAP superior a 10 cm, DAP ligeiramente superior a 10 cm e altura média entre 6,7 m (estação 17) e 8,2 m (estação 16) Tabela 3 e Figura 5.

Nas estações 18 e 19, localizadas na porção intermediária do rio, está caracterizada uma mudança de florestas mistas de *A. schaueriana* e *R.*

mangle, por comunidades monoespecíficas de *R. mangle* (Tabela 3 e Figura 5). Entretanto, é observada alta contribuição em área basal de troncos mortos, principalmente na estação 18 (48,7 %), além de arquitetura com aspecto retorcido na estação 19, o que pode ser constatado pela maior densidade de troncos em relação à estação 18, indicando um ambiente ainda com elevado nível de estresse para essa espécie. O desenvolvimento estrutural na estação 19 é similar ao descrito para as estações 16 e 17, enquanto na estação 18 a presença de grandes clareiras provoca uma drástica redução da área basal.

As estações 20, 21, 22, 23, 24 e 25, posicionadas mais à montante do rio, caracterizam-se também por florestas monoespecíficas de *R. mangle*, porém com percentual em área basal de troncos vivos superior a 85% (Tabela 3). Na estação

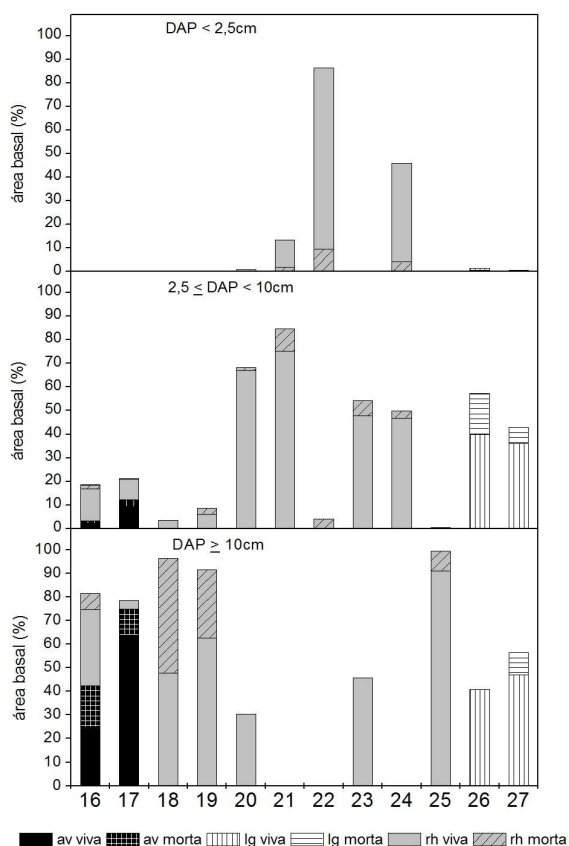


Figura 5 - Contribuição em área basal por espécie, condição (vivo e morto) e classe de DAP nas florestas de mangue do rio Macaco, onde: av= *A. schaueriana*; lg= *L. racemosa*; rh= *R. mangle*.

Tabela 3: Resumo das características estruturais das florestas de mangue do rio Macaco.

Estação	Densidade (troncos vivos.ha ⁻¹)	DAP médio (cm)	Altura média (m)	Área basal total (m ² .ha ⁻¹)	Contribuição em área basal (%)		
					espécie	Troncos	
						vivos	mortos
16	1825,0	10,7	8,2 ± 2,1	22,7	<i>A. schaueriana</i>	27,07	18,54
					<i>L. racemosa</i>	0,00	0,00
					<i>R. magle</i>	45,85	8,54
17	2541,2	10,1	6,7 ± 3,2	24,0	<i>A. schaueriana</i>	73,31	14,16
					<i>L. racemosa</i>	0,03	0,00
					<i>R. magle</i>	12,30	0,19
18	409,2	13,3	6,3 ± 2,0	11,1	<i>A. schaueriana</i>	0,00	0,00
					<i>L. racemosa</i>	0,00	0,00
					<i>R. magle</i>	51,31	48,69
19	1153,8	15,2	6,1 ± 1,8	20,8	<i>A. schaueriana</i>	0,00	0,00
					<i>L. racemosa</i>	0,00	0,00
					<i>R. magle</i>	68,59	31,41
20	3466,7	7,2	5,3 ± 1,0	14,3	<i>A. schaueriana</i>	0,00	0,00
					<i>L. racemosa</i>	0,00	0,00
					<i>R. magle</i>	98,82	1,18
21	22571,4	3,3	2,7 ± 0,6	21,8	<i>A. schaueriana</i>	0,00	0,00
					<i>L. racemosa</i>	0,00	0,00
					<i>R. magle</i>	88,66	11,34
22	102500,0	1,5	1,1 ± 0,3	21,7	<i>A. schaueriana</i>	0,00	0,00
					<i>L. racemosa</i>	0,00	0,00
					<i>R. magle</i>	86,25	13,75
23	2166,7	7,8	6,0 ± 0,9	11,0	<i>A. schaueriana</i>	0,00	0,00
					<i>L. racemosa</i>	0,00	0,00
					<i>R. magle</i>	93,66	6,34
24	50555,6	2,2	1,5 ± 0,1	21,3	<i>A. schaueriana</i>	0,00	0,00
					<i>L. racemosa</i>	0,00	0,00
					<i>R. magle</i>	92,66	7,34
25	675,0	21,2	9,5 ± 3,1	26,1	<i>A. schaueriana</i>	0,00	0,00
					<i>L. racemosa</i>	0,00	0,00
					<i>R. magle</i>	91,33	8,67
26	8877,6	6,7	4,4 ± 1,2	37,9	<i>A. schaueriana</i>	0,00	0,00
					<i>L. racemosa</i>	82,09	17,91
					<i>R. magle</i>	0,00	0,00
27	5000,0	7,7	5,3 ± 0,9	28,3	<i>A. schaueriana</i>	0,00	0,00
					<i>L. racemosa</i>	83,19	16,81
					<i>R. magle</i>	0,00	0,00

25 ocorre uma condição ótima para o desenvolvimento de *R. mangle* no rio Macaco, apresentando os valores máximos de altura média, DAP e contribuição em área basal de troncos com DAP superior a 10 cm dentre as estações deste rio (Figura 5).

Na porção mais à montante do rio Macaco, ocorrem exclusivamente florestas monoespecíficas de *L. racemosa* (estações 26 e 27). No braço leste (estação 27), o desenvolvimento estrutural é ligeiramente superior ao braço oeste (Tabela 3 e Figura 5), apresentando maiores altura média, DAP

e contribuição em área basal de troncos com DAP superior a 10 cm. Além dos parâmetros analisados, o grande desenvolvimento do tronco, próximo à base da árvore demonstra longevidade da comunidade que não é comum para a espécie, normalmente associada a estágios iniciais de sucessão. Tal fato indica estabilidade das condições ambientais neste trecho do rio, podendo ainda estar ligada ao aporte de água doce do lençol freático que alimenta esse sistema.

É importante destacarmos que, além das estações descritas anteriormente para as quais

foram realizados estudos quantitativos da estrutura vegetal, são observadas outras fisionomias, as quais não foram caracterizadas quantitativamente. Dentre essas, podemos citar:

- (i) Ocorrência de florestas de mangue arbustivas às margens dos rios, intercaladas por barrancos arenosos ocupados por restinga arbustiva;
- (ii) Região com floresta dominada por *A. schaueriana* na margem e *R. mangle* na zona interna.
- (iii) Florestas de *R. mangle* com diversos níveis de desenvolvimento estrutural.
- (iv) Florestas arbustivas de *L. racemosa* com diferentes níveis estruturais.
- (v) Bancos lamosos de acreção, colonizados por *L. racemosa*.
- (vi) Floresta na margem, composta por *A. schaueriana* e *L. racemosa*, tendo no seu interior área dominada por *Sporobolus virginicus* (Capim Salgado) e manchas de *Acrostichum aureum*.
- (vii) Floresta composta por franja de *L. racemosa* ramificada e zona interna dominada por *R. mangle* ou *A. schaueriana*.
- (viii) Fisionomia composta por florestas de *R. mangle*, com gradiente estrutural desde a margem para o interior, ora formando florestas monoespecíficas de *R. mangle*, ora formando florestas onde a zona interna de mangue arbustivo é composta por *R. mangle* e *L. racemosa*, sendo a mesma seguida por zona de indivíduos arbustivos de *Conocarpus erecta*, distribuídos de forma esparsa em meio a vegetação herbácea, próxima à área de afloramento do lençol freático.

Fica claro, no curso médio do rio Macaco, em região ligeiramente à montante da estação 18 (Figuras 2 e 5), a transição dos comportamentos observados nesse subsistema. À jusante desse ponto observamos fisionomias semelhantes às descritas para a porção “marinha” do subsistema Cassurubá-Barra Nova. Nessa área é observado um mosaico estrutural, que inclui a ocorrência de áreas de mangue morto, indicando a ocorrência de estresse hidrico-salino. Essa área é marcada pela forte ocorrência de *A. schaueriana*, que possui maior tolerância a altas salinidades. À montante dessa região de transição, não observamos mais a ocorrência de *A. schaueriana*. A transição entre essas duas regiões do rio Macaco é marcada por uma zona caracterizada pelas estações 18 e 19 (anteriormente

descritas), onde apesar de já haver domínio de *R. mangle*, é observada uma alta contribuição de troncos mortos (Tabela 3 e Figura 5), indicando um ambiente instável para essa espécie. Em algumas áreas dessa região de transição ocorre uma fisionomia caracterizada pela mistura entre indivíduos de *A. schaueriana* e *R. mangle* de porte intermediário. No caso dos indivíduos de *R. mangle* são observados indícios de estresse, tais como morte apical das árvores, arquitetura com troncos retorcidos e ramificados e grande quantidade de raízes adventícias (aéreas). No rio Massangano observa-se a mesma distinção entre um curso superior sem *A. schaueriana* e um curso inferior com forte presença dessa espécie. Na porção superior do rio Macaco observamos florestas de mangue dominadas por *R. mangle* e *L. racemosa*. Essa área é caracterizada por menor influência marinha e maior influência dos afloramentos do lençol freático, observados principalmente a partir do curso médio do rio e na “cabeceira” do mesmo em áreas alagadas de restinga. Nessa região não ocorrem áreas de mangue morto.

A importância do aporte de água doce dos afloramentos do lençol freático também é observada na diferença existente entre as fisionomias observadas nas margens esquerda e direita do rio Macaco. Na margem direita há grande fluxo de água doce proveniente da área de restinga existente entre os rios Macaco e Massangano. Nessa margem, não são observados indícios de forte estresse hidrico-salino (como por exemplo, áreas significativas de mangue morto). Por outro lado, na margem esquerda, com topografia mais “suave” e menor fluxo de água doce são observadas áreas com morte de mangue. Essa diferença é ilustrada pela comparação das características estruturais das estações 20 (margem direita) e 18 (margem esquerda), as quais estão próximas entre si e são compostas por florestas monoespecíficas de *R. mangle* (Tabela 3 e Figura 5). Na estação 20 há uma menor área basal morta (1,18 %) do que na estação 18 (48,69 %).

CONCLUSÕES

O presente estudo aponta para a grande importância biológica do Sistema Caravelas-Nova Viçosa. Essa importância se reflete sob aspectos associados à grande diversidade de feições e fisionomias. Tal diversidade também é observada no que se refere aos manguezais da região, que apesar de possuírem uma baixa riqueza de espécies vegetais, constituem sistemas altamente

diversificados do ponto de vista estrutural, no que se refere à composição e dominância relativa das espécies vegetais, desenvolvimento estrutural e arquitetura das florestas. Existem fortes indícios de que essa diversidade seja controlada pela variabilidade de características como microtopografia, frequência de inundação pelas marés, aporte de água doce, salinidade e propriedades físico-químicas do substrato. Pode-se observar a ocorrência de florestas com diferentes graus de desenvolvimento estrutural, todavia, foram registradas florestas bastante desenvolvidas, que ainda não haviam sido descritas pelos poucos estudos realizados até então na região.

No subsistema Cassurubá-Barra Nova a diversidade estrutural está relacionada à elevada dinâmica geomorfológica e ao gradiente de influência marinha e influência de aporte terrestre de água doce ao longo do curso dos rios e canais. O subsistema rio Caribê-rio do Largo apresentou características mais “estuarinas”, pela maior mistura de água doce e marinha, todavia, também possui alta diversidade estrutural e de arquitetura, no que se refere às florestas de mangue. No subsistema rio Macaco-rio Massangano, o balanço entre influência marinha e influência do aporte terrestre de água doce é bastante evidente no controle da composição das florestas (e distribuição das espécies de mangue) e no desenvolvimento estrutural das mesmas.

Pode-se constatar que a principal fonte de água doce para os sistemas biológicos da região está associada ao afloramento do lençol freático, cuja manutenção depende basicamente da manutenção da vegetação terrestre, representada na região pelo ecossistema de restinga (que se manifesta sob diferentes fisionomias). A conservação desse aporte de água é vital para a manutenção dos manguezais no que tange a sua integridade estrutural, seu funcionamento, resiliência e manutenção de sua diversidade. Merece destaque o papel desse fornecimento de água doce na manutenção da tensão oriunda do estresse hídrico e salino a que as florestas de mangue da região estão submetidas. Assim sendo, qualquer ruptura nesse equilíbrio no fornecimento de água doce oriunda do afloramento do lençol freático, pode determinar alterações irreversíveis no ecossistema manguezal e na paisagem como um todo.

AGRADECIMENTOS

Os autores gostariam de agradecer à equipe

do Projeto Manguezal (CEPENE/IBAMA), em especial a Ulisses, Sandra e Geraldo, pelo apoio logístico, infraestrutura de campo, hospitalidade e disposição incondicional em auxiliar sempre que necessário. À equipe da Conservação Internacional – Brasil (CI/Brasil) pelo apoio administrativo e técnico e pela organização dos meios necessários à execução das atividades de campo, em especial a Guilherme, Rodrigo e Danilo. À equipe do Parque Nacional Marinho dos Abrolhos (IBAMA), pelo auxílio na logística em parte das atividades de campo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRADE, A. C. S.; DOMINGUEZ, J. M. L. Informações geológico-geomorfológicas como subsídios à análise ambiental: o exemplo da planície costeira de Caravelas – Bahia. **Boletim Paranaense de Geociências**, América do Sul, v.51, p.9-17, 2002.

ANDRADE, A. C. S.; DOMINGUEZ, J. M. L.; MARTIN, L.; BITTENCOURT, A. C. S. P. Quaternary evolution of the Caravelas strandplain – Southern Bahia State – Brazil. **Anais Academia Brasileira de Ciências**, Rio de Janeiro, v.75, n.3, p.357-382, 2003.

AYUKAI, T.; MILLER, D.; WOLANSKI, E.; SPAGNOL, S. Fluxes of nutrients and dissolved and particulate organic carbon in two mangrove creeks in northeastern Australia. **Mangroves and Salt Marshes**, Amsterdam, v.2, p.223-230, 1998.

BOTO, K. G.; BUNT, J. S. Tidal export of particulate organic matter from a northern Australian mangrove system. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, London, v.1, p.247-255, 1981.

BOTO, K. G.; WELLINGTON, J. T. Seasonal variations in concentrations and fluxes of dissolved organic and inorganic materials in a tropical, tidally-dominated, mangrove waterway. **Marine Ecology** (Progress series), Germany, v.50, p.151-160, 1988.

CEPEMAR. **Estudo de impacto ambiental – Terminal de barcas para embarque e desembarque de toras de eucalipto da Aracruz Celulose S.A., em Caravelas** – Bahia. Brasil, v.1/2, 2000, 247p.

CHOUDHURI, P. K. R. Biomass production of mangrove plantation in Sundarbans, West Bengal (India): a case study. **Indian Forester**, Dehra Dun, v.117, n.1, p.3-12, 1991.

CINTRON, G. Caracterización y manejo de Areas de Manglar. In: I SIMPÓSIO DE ECOSSISTEMAS DA

- COSTA SUL E SUDESTE BRASILEIRA: SÍNTESE DOS CONHECIMENTOS, I.; 1987, São Paulo. **Anais...** Academia de Ciências do Estado de São Paulo. Cananéia, São Paulo. 1987, v.3, p.77-97, 1987.
- CINTRON, G.; LUGO, A. E.; MARTINEZ, R. Structural and Functional Properties of Mangrove Forests. In: D'ARCY, W. G.; CORREA, M. D. A. (eds.). **The Botany and Natural History of Panama. Missouri Botanical Garden**. Saint Louis, Missouri. p.53-66, 1985.
- CINTRON, G.; LUGO, A. E.; POOL, D. J.; MORRIS, G. Mangroves of arid environments in Puerto Rico and adjacent islands. **Biotropica**, Washington, v.10, p.110-121, 1978.
- CINTRON, G.; SCHAEFFER-NOVELLI, Y. Introduccion a la ecologia del manglar. **Oficina Regional de Ciencia y Tecnologia de la UNESCO para America Latina y el Caribe - ROSTLAC**. Montevideo, 1983, 109 p.
- CINTRON, G.; SCHAEFFER-NOVELLI, Y. Methods for studying mangrove structure. In: **The mangrove ecosystem: Research Methods**. Ed. S. C. SNEDAKER; J. G. SNEDAKER. UNESCO, Bungay, United Kingdom. 1984, 251 p.
- CINTRON, G.; SCHAEFFER-NOVELLI, Y. Características y desarrollo estructural de los manglares de norte y sur America. **Ciencia Interamericana**, Washington, v.25, n.1-4, p.4-15, 1985.
- DREXLER, J. Z.; DE CARLO, E. W. Source water partitioning as a means of characterizing hydrologic function in mangroves. **Wetlands Ecology and Management**, Dordrecht, v.10, p.103-113, 2002.
- EKAU, W.; KNOPPERS, B. An introduction to the pelagic system of the North – East and East Brazilian shelf. **Archive of Fishery and Marine Research**, Hamburg, v.47, n.2, p.113-132, 1999.
- ELSTER, C.; PERDOMO, L. Rooting and vegetative propagation in *Laguncularia racemosa*. **Aquatic Botany**, Amsterdam, v.63, p.83-93, 1999.
- FABRICIUS, E. C. Effects of terrestrial runoff on the ecology of corals and coral reefs: review and synthesis. **Marine Pollution Bulletin**, Oxford, v.50, p.125-146, 2005.
- HAMACHER, C. **Fluxo de materiais entre manguezais e áreas costeiras adjacentes: Guaratiba, Rio de Janeiro, Brasil**. 2001. 161f. Tese (Doutorado em Química Analítica) - Departamento de Química, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.
- HEGERL, E. J. Developing a conservation strategy for the mangrove ecosystems of Asia and Oceania. In: **ASIAN SYMPOSIUM ON MANGROVE ENVIRONMENT RESEARCH AND MANAGEMENT**. Kuala Lumpur, p.43-56, 1984.
- HUTCHINGS, P. A.; SAENGER, P. **Ecology of mangroves**. Brisbane: University of Queensland Press. 1987, 388 p.
- INMET (Instituto Nacional de Meteorologia). **Normais Climatológicas 1961 – 1990**. Brasília. 1992, 84p.
- JIMÉNEZ, J. A. **Los Manglares del Pacífico Centroamericano**. Heredia: Editorial Fundación UNA. 1994, 352p.
- KITHEKA, J. U. Coastal tidally-driven circulation and the role of water exchange in the linkage between tropical coastal ecosystems. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, London, v.45, p.177-187, 1997.
- KITHEKA, J. U. Groundwater Outflow and its Linkage to Coastal Circulation in a Mangrove-fringed Creek in Kenya. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, London, v.47, p.63-75, 1998.
- LEÃO, Z. M. N.; DOMINGUEZ, J. M. L. Tropical coast of Brasil. **Marine Pollution Bulletin**, Oxford, v.41, p.112-122, 2000.
- LEIPE, T.; KNOPPERS, B.; MARONE, E.; CAMARGO, R. Suspended matter transport in coral reefs waters of the Abrolhos Bank, Brazil. **Geo-Marine Letters**, New York, v.19, n.3, p.186-195, 1999.
- LOVELOCK, C. E.; FELLER, I. C. Photosynthetic performance and resource utilization of two mangrove species coexisting in a hypersaline scrub forest. **Oecologia**, Berlin, v.134, p.455-462, 2003.
- LUGO, A. E.; SNEDAKER, S. C. The ecology of mangroves. **Annual Review of Ecology and Systematics**, Palo Alto, v.5, p.39-64, 1974.
- LUGO, A. E.; BRINSON, M. M.; BROWN, S. Synthesis and search for paradigms in wetland ecology. In: LUGO, A. E.; BRINSON, M.; BROWN, S. (eds.). **Forested Wetlands. Ecosystems of the world**, Amsterdam, p. 447-460, 1990.
- MAZDA, Y.; SATO, Y.; SAWAMOTO, S.; YOKOCHI, H.; WOLANSKI, E. Links between physical, chemical, and biological processes in Bashita-minato, a mangrove swamp in Japan. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, London, v.31, p.817-833, 1990a.

- MAZDA, Y.; SATO, Y.; SAWAMOTO, S.; YOKOCHI, H.; WOLANSKI, E. Groundwater flow in the Bashita-Minato mangrove area, and its influence on water and bottom mud properties. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, London, v.31, p.621–638, 1990b.
- McKEE, K. L. Interspecific variation in growth, biomass partitioning, and defensive characteristics of neotropical mangrove seedlings: response to light and nutrient availability. **American Journal of Botany**, Columbus, v.82, n.3, p.299-307, 1995.
- MCLAUGHLIN, C. J.; SMITH, C. A.; BUDDEMEIER, R. W.; BARTLEY, J. D.; MAXWELL, B. A. Rivers, runoff, and reefs. **Global and Planetary Change**, Amsterdam, v.39, p.191–199, 2003.
- MORAN, M. A.; WICKS, R. J.; HODSON, R. E. Export of dissolved organic matter from a mangrove swamp ecosystem. **Marine Ecology (Progress Series)**, Berlin, v.76, p.175-184, 1991.
- MUMBY, P. J.; EDWARESEX, A. J.; ARIAS-GONZÁLEZ, J. E.; LINDEMAN, K. C.; BLACKWELL, P. G.; GALL, A.; GORCZYNSKA, M. I.; HARBORNE, A. R.; PESCOD, C. L.; RENKEN, H.; WABNITZ, C. C. C.; LLEWELLYN, G. Mangroves enhance the biomass of coral reef fish communities in the Caribbean. **Nature**, London, v.427, p.533-536, 2004.
- NRC. Groundwater fluxes across interfaces. **National Research Council**. Washington, D.C. 99 p, 2004.
- NUGUES, M. M.; ROBERTS, C. M. Partial mortality in massive reef corals as an indicator of sediment stress on coral reefs. **Marine Pollution Bulletin**, Oxford, v.46, p.314–323, 2003.
- ODUM, W. E.; HEALD, E. J. Trophic analysis of an estuarine mangrove community. **Bulletin of Marine Science**, Coral Gables, v.22, p.671-738, 1972.
- ODUM, W. E.; HEALD, E. J. The detritus-based food web of an estuarine mangrove community. In: Cronin, G.E. (ed.). **Estuarine Research**. Academic Press. New York, v. 1, p. 265-286, 1975.
- OTHMAN, S. B. Value of mangroves in coastal protection. **Hydrobiologia**, The Hague, v.285, p.277-282, 1994.
- PELLEGRINI, J. A. C. **Caracterização da planície hipersalina (apicum) associada a um bosque de mangue em Guaratiba, Baía de Sepetiba, Rio de Janeiro – RJ**. 2000. 101f. Tese (Mestrado em Ciências) - Instituto Oceanográfico, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- SAENGER, P.; HEGERL, E. J.; DAVIE, J. D. S. Global status of mangrove ecosystems. **Environmentalist**, Hampshire, v.3 (Supl.3), p.1-88, 1983.
- SASEKUMAR, A.; ONG, T. L.; THONG, K. L. Predation of mangrove fauna by marine fishes. In: ASIAN SYMPOSIUM ON MANGROVE ENVIRONMENT RESEARCH AND MANAGEMENT. Kuala Lumpur, p.378-384, 1984.
- SAVAGE, T. Florida mangroves as shoreline stabilizers. Florida Department of Natural Resource - **Mar. Res. Lab. Prof. Pap. Ser.**, Flórida, v.19. 1972, 46p.
- SCHAEFFER-NOVELLI, Y. **Manguezais brasileiros**. São Paulo: Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo. 1991, 42p.
- SCHAEFFER-NOVELLI, Y.; CINTRON, G. **Guia para estudo de áreas de manguezal - estrutura, função e flora**. São Paulo: Caribbean Ecological Research. São Paulo. 1986, 150p.
- SCHAEFFER-NOVELLI, Y.; CINTRON-MOLERO, G.; ADAIME, R. R.; CAMARGO, T. M. de. Variability of mangrove ecosystems along the Brazilian coast. **Estuaries**, Columbia, v.13, n.2, p.204-218, 1990.
- SCHAEFFER-NOVELLI, Y.; PERIA, L. C. S.; SOARES, M. L. G.; TOGNELLA, M. M. P.; GRASSO, M.; MENEZES, G. V. Manguezais brasileiros: Caravelas, Estado da Bahia. In: SIMPÓSIO DE ECOSSISTEMAS DA COSTA BRASILEIRA: SUBSÍDIOS A UM GERENCIAMENTO AMBIENTAL, 3.; 1994, Serra Negra. **Anais...** São Paulo: Academia de Ciências do Estado de São Paulo, 1994. v.1, p.324-332.
- SCHAEFFER-NOVELLI, Y.; SOARES, M. L. G.; NASCIMENTO, S. A. **Estudo técnico de caracterização do ecossistema manguezal**. Brasília, DF: Ministério Público Federal - Procuradoria Geral da República, 4ª Câmara de Coordenação e Revisão - Meio Ambiente e Patrimônio Cultural. 2002, 26p.
- SMITH, T. J. III. Forest structure. In: **Tropical mangrove ecosystems** (ROBERTSON, A.I.; ALONGI D. M. eds), Washington DC.: American Geophysical Union, p.101-136, 1992.
- SNEDAKER, S. C. Mangroves: Their value and perpetuation. **Nature and Resources**, UNESCO, Paris, v.14, n.3, p.6-13, 1978.
- SOARES, M. L. G. **Estudo da biomassa aérea de manguezais do sudeste do Brasil – análise de modelos**. 1997. 560f. Tese (Doutorado em Ciências) -

Instituto Oceanográfico, Universidade de São Paulo, São Paulo.

SOARES, M. L. G. (Coord.). **Laudo Biológico do Sistema Caravelas – Nova Viçosa com vistas à criação da Reserva Extrativista do Cassurubá**. Relatório Técnico Final para o Processo de Criação da Unidade de Conservação. Cooperação: IBAMA e Conservação Internacional. 2006, 246p.

TEAS, H. J. Ecology and restoration of mangrove shorelines in Florida. **Environ.Conser.** Florida, v.4, n.1, p.51-58, 1997.

TOMLINSON, P. B. **The Botany of Mangroves**. Cambridge: Cambridge University Press. 1986, 413 p.

TWILLEY, R. R. 1995. Properties of mangrove ecosystems related to the energy signature of coastal environments. In: HALL, C. (ed.). **Maximum Power**. University of Colorado Press. Boulder, p.43-61, 1995.

TWILLEY, R. R.; LUGO, A. E.; PATTERSON-ZUCCA, C. Litter production and turnover in basin mangrove forests in Southwest Florida. **Ecology**, Washington, v.67, n. (3): 670-683. 1986.

WAFAR, S.; UNTAWALE, A. G.; WAFAR, M. Litter fall and energy flux in a mangrove ecosystem. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, London, v.44, p.111-124, 1997.

WALSH, G. E. Mangroves: a review. In: REIMOLD, R. J.; QUEEN, W. H. (ed.). **Ecology of halophytes**. New York: Academic Press. p. 51-174, 1974.

WOLANSKI, E. Hydrodynamics of mangrove swamps and their coastal waters. **Hydrobiologia**, The Hague, v. 247, p.141–161, 1992.

WOLANSKI, E.; GARDINER, R. Flushing of salt from mangrove swamps. **Australian Journal of Marine and Freshwater Research**, Melbourne, v.32, p.681–683, 1981.

WOLANSKI, E.; MAZDA, Y.; RIDD, R. Mangrove hydrodynamics. In: ROBERTSON, A. I.; ALONGI D. M. (eds), **Coastal and Estuarine Studies** 41, Tropical Mangrove Ecosystems. American Geophysical Union, Washington, DC, USA, p. 43–62, 1992.

