



**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGROECOSSISTEMAS**



FLORÍSTICA, ESTRUTURA FITOSSOCIOLÓGICA E PRODUÇÃO DE SERAPILHEIRA DO MANGUEZAL DO RIO SÃO FRANCISCO

TIAGO DE OLIVEIRA SANTOS

2013



**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGROECOSSISTEMAS**



TIAGO DE OLIVEIRA SANTOS

**FLORÍSTICA, ESTRUTURA FITOSSOCIOLÓGICA E PRODUÇÃO DE
SERAPILHEIRA DO MANGUEZAL DO RIO SÃO FRANCISCO**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Sergipe, como parte das exigências do Curso de Mestrado em Agroecossistemas, área de concentração em Produção em Agroecossistemas, para obtenção do título de “Mestre em Ciências”.

Orientador

Prof. Dr. Francisco Sandro Rodrigues Holanda

SÃO CRISTÓVÃO
SERGIPE – BRASIL
2013

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA CENTRAL

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE

S237f

Santos, Tiago de Oliveira

Florística, estrutura fitossociológica e produção de serapilheira do manguezal do rio São Francisco / Tiago de Oliveira Santos; orientador Francisco Sandro Rodrigues Holanda. – São Cristóvão, 2013.

70 f. : il.

Dissertação (mestrado em Agroecossistemas) –Universidade Federal de Sergipe, 2013.

1. Ecossistemas. 2. Fitossociologia. 3. Produção primária. 4. Comunidades vegetais. 5. São Francisco, Rio. I. Holanda, Francisco Sandro Rodrigues, orient. II. Título

CDU: 574.4(282.281.5)

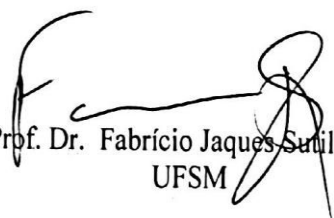
TIAGO DE OLIVEIRA SANTOS

**FLORÍSTICA, ESTRUTURA FITOSSOCIOLÓGICA E PRODUÇÃO DE
SERAPILHEIRA DO MANGUEZAL DO RIO SÃO FRANCISCO**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Sergipe, como parte das exigências do Curso de Mestrado em Agroecossistemas, área de concentração em Produção em Agroecossistemas, para obtenção do título de “Mestre em Ciências”.

APROVADA: em 26 de fevereiro de 2013.


Prof. Dr. Genésio Tâmara Ribeiro
DCF/UFS


Prof. Dr. Fabrício Jaques Sutili
UFSM


Prof. Dr. Francisco Sandro Rodrigues Holanda
DEA/UFS
(Orientador)

SÃO CRISTÓVÃO
SERGIPE – BRASIL

Aos meus pais-avós, João Batista e Tercila
(in memoriam) a base de tudo.
Pelo exemplo de vida, de amor,
de carinho, e de dedicação!
Por todo o exemplo de força, de caráter,
de perseverança,
e de responsabilidade!

Dedico

AGRADECIMENTOS

A Deus por me conceder a vida, o respeito pela natureza e sede de compreendê-la. E por me proporcionar maturidade e discernimento para ultrapassar as adversidades que me são impostas.

À minha família, em especial aos meus avós que me permitiram ser o que sou, e chegar até onde cheguei. A minha querida mãe, minha vida e minha luz. E aos meus irmãos, simplesmente por existirem na minha vida. AMO MUITO TODOS VOCÊS.

Ao meu orientador, Francisco Sandro Rodrigues Holanda pelas oportunidades concedidas, por sua dedicação, paciência, amizade e por toda confiança depositada no meu trabalho ao longo desses 7 anos.

À PETROBRAS via CENPES pelo financiamento deste projeto do qual esse trabalho fez parte.

A todos os companheiros do Laboratório de Erosão e Sedimentação (LABES), em especial a todos que passaram no grupo de Sequestro de carbono: Luciano Menezes, Mykael Santana, Pedrito Neto, Lucas Amorim, David Castaneda, Karen Andrade, Heide Santos e Raquelle Pinheiro, que estiveram comigo nas idas a campo, e que contribuíram para a realização deste árduo trabalho.

Aos barqueiros Back e seu Genauro que nos conduziu com “paciência” em seu barco que nunca quebrava (risos), por incontáveis horas nas águas estuarinas do São Francisco, até mesmo quando entrávamos a noite em meio ao nada, onde tudo era escuro e frio.

Aos meus queridos e inestimáveis amores, Freddy e Dóris, pela sincera companhia, fidelidade e por simplesmente existirem em minha vida.

Ao meu grande amigo Eduardo. Agradeço a presença constante, pela sensibilidade e conselhos preciosos, e todo o suporte afetivo disponibilizado. Por se predispor a compartilhar comigo tantas coisas da minha vida e por me aceitar como sou. Obrigado por esses nove anos de compreensão, respeito e dedicação.

A todos que ficaram ausentes desta lista e que contribuíram direta ou indiretamente para realização deste trabalho, meus sinceros agradecimentos.

SUMÁRIO

	Página
LISTA DE FIGURAS	i
LISTA DE TABELAS	ii
LISTA DE ABREVIATURAS, SÍMBOLOS E SIGLAS	iii
RESUMO	iv
ABSTRACT	v
1. INTRODUÇÃO GERAL	1
2. REFERENCIAL TEÓRICO.....	3
2.1 Ecossistema manguezal.....	3
2.2 Espécies vegetais.....	4
2.3 Manguezais de Sergipe.....	10
2.4 Produção de serapilheira em florestas de mangue.....	13
3. ARTIGO 1: CARACTERÍSTICAS FITOSSOCIOLÓGICAS DO MANGUEZAL DO RIO SÃO FRANCISCO.....	16
Resumo	16
Introdução	17
Material e Métodos	19
Resultados e Discussão	21
Conclusões.....	27
Referências Bibliográficas	28
4. ARTIGO 2: SAZONALIDADE DA PRODUÇÃO DE SERAPILHEIRA EM FLORESTAS DE MANGUE DO ESTUÁRIO DO RIO SÃO FRANCISCO.....	33
Resumo	33
Introdução	34
Material e Métodos	35
Resultados e Discussão	37
Conclusões	41
Referências Bibliográficas	41
5. CONCLUSÕES GERAIS	46
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	47

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 – Características morfológicas da *Rhizophora mangle*, com destaque para folhas, raízes escoras e propágulos, observada no mangue do rio São Francisco em 2011

FIGURA 2 - Características morfológicas da *Avicennia schaueriana*, com destaque para folhas e tronco, no mangue do rio São Francisco, em 2011

FIGURA 3 – Características morfológicas da *Laguncularia racemosa*, com destaque em folhas, tronco e flores, em mangue do rio São Francisco, em 2011

FIGURA 4 – Características morfológicas do *Conocarpus erectus*, com destaque para folhas, tronco e propágulos, no mangue do rio São Francisco, em 2011

FIGURA 5 – Espécies associadas a ecossistemas manguezais: A – *Acrosticum aureum*; B – *Schinus terebinthifolius*, C – *Spartina* e D - *Acrosticum aureum* (2011)

FIGURA 6 – Imagens das áreas de manguezais, no estuário do rio São Francisco, resultante do impacto de atividades antrópicas, Sergipe (2011) A: Queimadas; B: Corte raso; C: Instalação de viveiros – carcinicultura; D: Construções de lagoas artificiais - aquicultura; E: Cultivos agrícolas; F: Habitação

FIGURA 7 – Serapilheira produzida em florestas de mangue no estuário do rio São Francisco, Sergipe (2011)

ARTIGO 1: ASPECTOS FITOSSOCIOLÓGICOS DO MANGUEZAL DO RIO SÃO FRANCISCO

FIGURA 1. Localização da área de estudo, região estuarina-lagunar do rio São Francisco, Sergipe, com destaque para os bosques estudados (S1 a S34)

FIGURA 2. Estrutura vertical (classes de altura) do manguezal do rio São Francisco, Brejo Grande, SE

FIGURA 3. Distribuição dos indivíduos em classes diamétricas (cm), por espécie, do manguezal do rio São Francisco, Brejo Grande, SE

ARTIGO 2: SAZONALIDADE DA PRODUÇÃO DE SERAPILHEIRA EM FLORESTAS DE MANGUE DO ESTUÁRIO DO RIO SÃO FRANCISCO

FIGURA 1. Fotografia aérea da Costinha, estuário do Rio São Francisco, SE, com ênfase na localização das estações (A, B, C, D e E) e identificação dos bosques de monitoramento de serapilheira

FIGURA 2. Percentual da produção de serapilheira por compartimentos, manguezal da Costinha, rio São Francisco

FIGURA 3. Variação temporal da produção média de serapilheira em dois anos de monitoramento, manguezal da Costinha, rio São Francisco

FIGURA 4. Produção média da serapilheira por compartimentos em dois anos de monitoramento, manguezal da Costinha, rio São Francisco

FIGURA 5. Produção mensal de folhas por espécie no manguezal da Costinha, rio São Francisco, em dois anos de monitoramento

LISTA DE TABELAS

ARTIGO 1: ASPECTOS FITOSSOCIOLÓGICOS DO MANGUEZAL DO RIO SÃO FRANCISCO

TABELA 1. Parâmetros estruturais das florestas de mangue do estuário do rio São Francisco, Brejo Grande, SE

TABELA 2 - Estrutura horizontal das florestas de mangue do estuário do rio São Francisco, Brejo Grande, SE

ARTIGO 2: SAZONALIDADE DA PRODUÇÃO DE SERAPILHEIRA EM FLORESTAS DE MANGUE DO ESTUÁRIO DO RIO SÃO FRANCISCO

TABELA 1. Média e Desvio Padrão da produção de serapilheira total e compartimentos ($\text{g.m}^{-2}.\text{dia}^{-1}$) por Estação no manguezal da Costinha, Rio São Francisco

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E SÍMBOLOS

CAP	Circunferência à Altura do Peito (cm)
DAP	Diâmetro à Altura do Peito (cm)
ABv	Área Basal viva (m ² .ha-1)
ABm	Área Basal morta (m ² .ha-1)
DTv	Densidade de Troncos vivos (troncos.ha-1)
DTm	Densidade de Troncos mortos (troncos.ha-1)
HT	Altura Total (m)
VI	Valor de Importância
VC	Valor de Cobertura
UTM	Universal Transverse Mercator
ADEMA	Administração Estadual de Meio Ambiente
UNESCO	United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
APP	Área de Preservação Permanente
Rm	Rhizophora mangle
Lr	Laguncularia racemosa
Av	Avicennia schaueriana
SE	Sergipe
Km	Quilômetro
Km ²	Quilômetro quadrado
cm	Centímetro
cm ²	Centímetro quadrado
%	Porcentagem
ha	Hectare

RESUMO

SANTOS, Tiago de Oliveira FLORÍSTICA, ESTRUTURA FITOSSOCIOLÓGICA E PRODUÇÃO DE SERAPILHEIRA DO MANGUEZAL DO RIO SÃO FRANCISCO. São Cristóvão: UFS, 2013. 70p. (Dissertação – Mestrado em Agroecossistemas).*

A presente Dissertação de Mestrado apresenta os resultados da pesquisa realizada no âmbito do Projeto AVALIAÇÃO DO POTENCIAL DE FLORESTAS DE MANGUE COMO SEQUESTRADORAS DE CARBONO – UFRJ / UFS / UERJ (Estudo de Caso da Floresta de Mangue da Região Estuarina do rio São Francisco - Sergipe/Alagoas), com o apoio do Laboratório de Erosão e Sedimentação, vinculado ao Departamento de Engenharia Agrônômica da Universidade Federal de Sergipe. O passivo ambiental criado por conta do uso não sustentável dos recursos naturais ao longo dos anos vem suprimindo e/ou degradando uma porção significativa de manguezais, principalmente no que diz respeito a ocupação e exploração desordenada de suas áreas. Dessa forma, o levantamento de informações sobre a estrutura da vegetação torna-se uma valiosa ferramenta para o conhecimento do estado atual dos mesmos. Neste contexto, o objetivo deste trabalho foi caracterizar a composição florística, estrutura fitossociológica e produção de serrapilheira do manguezal do estuário do rio São Francisco, Sergipe. Essa ação fornecerá uma descrição estrutural da comunidade arbóreo-arbustiva do manguezal e os fatores que promovem alterações nessas comunidades. Os resultados encontrados revelam que o manguezal do rio São Francisco apresenta desenvolvimento heterogêneo, apresentando-se mais elevado na região intermediária do estuário, onde é menor a influência dos impactos antropogênicos. Foram registradas as espécies: *Avicennia schaueriana*, *Laguncularia racemosa* e *Rhizophora mangle*. A altura média das árvores variou de 2,88 a 15,63 m, o DAP médio de 3,95 a 19,74 cm, a área basal viva de 4,22 a 47,83 m².ha⁻¹ e a densidade de troncos vivos de 375 a 9100 troncos.ha⁻¹. A produção média anual de serrapilheira foi de 13,53 t.ha⁻¹.ano⁻¹ e 13,21 t.ha⁻¹.ano⁻¹, no primeiro e segundo ano, respectivamente. De modo geral, a produção de serrapilheira, por compartimento, apresentou a seguinte ordem decrescente: Folhas > Galhos e Ramos > Estípulas > Frutos e Propágulos > Miscelânea > Flores. Dos tensores identificados no estuário, os que promovem maiores impactos são a erosão marinha e atividades antrópicas, ambos promovem a supressão de grandes áreas.

Palavras-chave: Ecossistema costeiro, Fitossociologia, Produção primária, Sergipe.

* Comitê Orientador: Francisco Sandro Rodrigues Holanda - UFS

ABSTRACT

SANTOS, Tiago de Oliveira. FLORISTIC, PHYTOSOCIOLOGICAL STRUCTURE AND LITTERFALL OF MANGROVE FORESTS OF SÃO FRANCISCO RIVER. São Cristóvão: UFS, 2013. 70p. (Dissertation – Master Program in Agroecosystem).*

This Master's Thesis presents the results of research conducted under the Project ASSESSMENT OF POTENTIAL AS SEQUESTRANT MANGROVE FORESTS CARBON - UFRJ / UFS / UERJ (Case Study of Mangrove Forest River Estuarine Region of San Francisco - Sergipe / Alagoas), with the support of the Erosion and Sedimentation Laboratory, part of the Department of Agricultural Engineering, Federal University of Sergipe. The environmental liabilities created on account of unsustainable use of natural resources over the years has been suppressing and / or degrading a significant portion of mangroves due to the disorderly occupation and exploitation of their areas. Thus, gathering information on vegetation structure becomes a valuable tool for understanding the current state of the same. In this context, the objective of this study was to characterize the floristic, phytosociological structure and litterfall of the mangrove estuary of the river São Francisco, Sergipe. This action will provide a structural description of the community of mangrove trees and shrubs and the factors that promote change in these communities. The results show that the mangrove river São Francisco present a heterogeneous development, presenting higher in the intermediate region of the estuary, where there is less influence of anthropogenic impacts. We recorded species: schaueriana *Avicennia*, *Avicennia germinans*, *Laguncularia racemosa*, *Conocarpus erectus* and *Rhizophora mangle*. The average height of forests ranged from 2.88 to 15.63 m, the DBH 3.95 to 19.74 cm, basal area, live from 4.22 to 47.83 m².ha⁻¹ and density logs Live 375-9100 trunks.ha⁻¹. The annual litter production was 274.43 t.ha⁻¹.year⁻¹ in the first year and 267.92 t.ha⁻¹.year⁻¹ in the second year. Generally, litter production, per compartment, submitted the following descending order: Leaves > Twigs and Branches > Stipules > Fruits and Propagating Material > Miscellaneous > Flowers. Tensors identified in the estuary, the largest impacts are promoting marine erosion and human activities, both promote the removal of large areas.

Key-words: Coastal ecosystem, Phytosociology, Primary production, Sergipe of state.

* Guidance Committee: Francisco Sandro Rodrigues Holanda - UFS

1. INTRODUÇÃO GERAL

Historicamente, os ecossistemas tropicais vêm sendo relatados como os que mais sofrem degradação, desde os tempos remotos, principalmente em decorrência da atividade antrópica como, por exemplo, pela retirada da madeira. Dentre os ecossistemas tropicais, os mangues, brejos e pântanos ocupam os espaços existentes entre os ecossistemas aquáticos e os terrestres e formam os denominados ecossistemas de transição.

Os manguezais constituem uma autêntica floresta costeira, cuja estrutura e diversidade de espécies vegetais são adaptadas às diferenças topográficas e geomorfológicas, às flutuações salinas e às amplitudes de marés. Este ecossistema desempenha papel fundamental na estabilidade da geomorfologia costeira, na conservação da biodiversidade e na manutenção dos recursos pesqueiros, geralmente utilizados pela população local. Na literatura há diversos trabalhos sobre a importância dos manguezais, considerando o valor ecológico, social e ambiental.

No entanto, ao longo da história do Brasil, os manguezais vêm sendo devastados em maior escala pela forma de colonização das suas terras, que resultou na consolidação dos primeiros centros urbanos. A título de exemplo, pode-se citar a extinção do manguezal da Bahia de Todos os Santos, em Salvador-BA, que resultou na formação da Cidade Baixa, bem como a retirada de parcela significativa do mangue da praia Formosa que favoreceu a formação de alguns bairros como Jardins e 13 de Julho, no município de Aracaju, estado de Sergipe.

As florestas de mangue, globalmente ameaçadas, apesar de serem áreas legalmente preservadas desde 1967, pelo Código Florestal Brasileiro e por Resoluções do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), vem apresentando alteração exponencial na sua dinâmica. Dessa alteração, destaca-se a deflorestação, formação de aterros e pela emissão de esgotos, que são reflexos da ocupação da linha de costa e ameaçam o funcionamento deste ecossistema. Da mesma forma, rejeitos químicos oriundos de pólos industriais, por vias aquáticas ou atmosféricas, podem também causar degradação das florestas, sendo seus efeitos observados no desequilíbrio deste ecossistema, pela diversidade de espécies de plantas e de organismos presentes neste habitat, pois quanto maior a diversidade, maiores serão as chances de sobrevivência de determinados organismos que desempenham a mesma função (redundância funcional) e restabelecer novo equilíbrio biológico.

Na região estuarina-lagunar do rio São Francisco foram registradas, na margem direita, as áreas mais expressivas de manguezais do estado de Sergipe, a vegetação presente neste habitat vem sendo alvo de freqüentes ações impactantes como, a extração de madeira e a

substituição de suas áreas com aquicultura (camarões e ostras), bem como pela habitação ribeirinha e de veraneio.

Na literatura, não foram encontrados registros sobre a estrutura da vegetação, a produção de serapilheira e os impactos causados aos manguezais pelas alterações ocorridas no baixo curso do rio, nas duas últimas décadas. Desta forma, é importante a realização de estudos que visem contribuir com o conhecimento da dinâmica vegetacional dos manguezais, e possibilitar um melhor entendimento do processo de formação e do estado de conservação, especificamente, para o estado de Sergipe.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Ecossistema manguezal

O bioma Mata Atlântica inclui um complexo e rico conjunto de ecossistemas, reconhecido como Reserva da Biosfera pela UNESCO, dentre os quais se destaca o manguezal. Segundo Feller et al. (2010), o manguezal é caracterizado por zonas úmidas costeiras, dominadas por plantas lenhosas, que se estendem por gradientes de latitude de 30°N a 37°S e são sujeitas às variações de marés (<1m a >4m).

A ocorrência de manguezais vem sendo descrita na América Latina, desde a fronteira com a Guiana Francesa até a Lagoa de Santo Antônio, Trópico de Capricórnio, Município de Laguna - Santa Catarina (SCHAEFFER-NOVELLI et al., 1990; SOARES, 2008). Já no território brasileiro, os manguezais estão localizados no litoral entre as regiões do sul ao norte do país, entre latitudes de 04°30'N a 28°30'S.

Assim sendo, os manguezais brasileiros ocorrem em diferentes condições edafo-climáticas, o que possibilita um comportamento específico em cada região. Essas variações refletem no desenvolvimento da vegetação, em especial das espécies arbóreas, que podem apresentar forma variável, distribuição em arranjos espaciais de espécies e de atributos estruturais também diferenciados, em função das características do ambiente local (SCHAEFFER-NOVELLI et al., 1990).

A ocorrência de manguezal e seu estado de conservação são considerados como indicadores ecológicos na zona costeira. Os manguezais desempenham papel fundamental na proteção da costa e na contenção de sedimentos oriundos de bacias hidrográficas. Outro aspecto a ser considerado, é o papel do mangue como habitat de inúmeras espécies biológicas, caracterizado como berçário do mar (LUGO e SNEDAKER, 1974).

Em termos de vegetação, o mangue pode ser formado por vegetação lenhosa típica, adaptada às condições limitantes de salinidade, substrato inconsolidado e pouco oxigenado (SOARES, 1997) e embora apresente uma variabilidade estrutural, o número de espécies vegetais pode ser reduzido (TOMLINSON, 1986; MACEDO et al., 2007). No Brasil, as espécies comumente encontradas em mangues são: *Rhizophora mangle* L., *Rhizophora harrisonii* Leechm., *Rhizophora racemosa* G. Mey, *Avicennia schaueriana* Stapft e Leechm., *Avicennia germinans* (L.) Stearn, *Laguncularia racemosa* (L.) Gaertn e *Conocarpus erectus* Jacq. (SCHAEFFER-NOVELLI e CINTRÓN, 1986).

Os manguezais estão entre os ecossistemas costeiros com maiores restrições normativas de uso tanto em escala global como no litoral brasileiro (PULNER, 2006). Apesar de sua importância ecológica e sócio-econômica, estão sob constante força de tensores

naturais e antropogênicos, que vem contribuindo para redução significativa deste ecossistema, tanto em biodiversidade quanto em área, principalmente, quando comparado com florestas tropicais (CAMARGOS, 2007). A diferença entre estimativas globais no período de um ano é cerca de 14.548 km², quando são comparados os achados de Spalding et al. (2010) com os de Giri et al. (2011).

Os principais fatores correlacionados com a perda de área de manguezais vêm sendo descrito, em detrimento do desmatamento, da mudança de uso da terra, das alterações hidrológicas, do derramamento de produtos químicos e das alterações climáticas (BLASCO et al., 2001; SILVA e SOUZA, 2006).

Na legislação brasileira existem algumas iniciativas com intuito de minimizar degradação e supressão de manguezais. A título de exemplo, a lei 4.771 de 1965 que estabelece o Código Florestal Brasileiro, considera o mangue como Área de Preservação Permanente (APP). Já a Resolução nº 369 do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA), proíbe a partir do ano de 2006 qualquer intervenção neste ecossistema em todo território nacional, salvo em caso de utilidade pública (CAMARGOS, 2007). No entanto, o que se vê na prática é a contínua devastação e/ou degradação.

Frente aos processos naturais e às intervenções humanas na zona costeira, os manguezais apresentam elevada fragilidade, sobretudo aqueles localizados na porção Nordeste do Brasil, onde as condições climáticas são adversas e há um processo acelerado de ocupação (MAIA et al., 2005). De acordo com Cintrón e Schaeffer-Novelli (1985), a vegetação desta região ocorre em formações de franjas ribeirinhas e, em menor escala, ocupando bacias salinas na planície costeira, sendo comum a ocorrência de florestas anãs nessas áreas de elevada salinidade.

Thom (1967) afirma que a zonation e sucessão de espécies de mangue é uma resposta às condições de sedimentação, microtopografia, hidrologia, geoquímica, clima, tectônica, geomorfologia e pedologia, o que possibilita variações entre uma região estuarina para outra, dificultando o estabelecimento de um padrão geral de distribuição espacial. De modo geral, poucas são as espécies vegetais que possuem condições para sobreviver em um local como o manguezal, que diariamente é inundado pela água do mar, empobrecido de oxigênio e com alta salinidade (MORAES et al., 2009).

2.2 Espécies vegetais

Poucas são as espécies vegetais que possuem condições para sobreviver em um local como o manguezal, sendo adaptadas morfológicamente ao ecossistema. Como por exemplo dessa modificação a presença de glândulas foliares que conseguem eliminar o excesso de sal e ainda, emitem projeção caulinar do tipo escora, no caso do gênero *Rhizophora*, e pneumatóforos, nos gêneros *Avicennia* e *Laguncularia* devido à falta de oxigênio no solo (MORAES et al., 2009).

Rhizophora mangle L.

A espécie *Rhizophora mangle* L. popularmente denominada de mangue vermelho, ocorre na costa americana, da África Ocidental e de certas ilhas do Pacífico. Esta espécie pertence à família Rhizophoraceae e pode ser encontrada na forma de árvores e arbustos. A distribuição desta espécie arbórea ocorre nas porções de baixas e médias salinidades dentro da zonação estuarina, ou seja, ao longo do perfil intermaré. Em termos morfológicos, esta espécie apresenta folhas simples, opostas, pecioladas, de forma redondeada, elípticas a oblongas, estas se aglomeram nas pontas dos ramos e são de cor verde escuro. O processo de reprodução ocorre por viviparidade, ou seja, o embrião presente na semente germina enquanto o fruto ainda encontra-se preso à planta-mãe, originando o conhecido propágulo em forma de lança. Esta espécie pode apresentar altura de 1 a 50 m, dependendo das condições edafo-climáticas locais. Além disso, esta espécie apresenta raízes aéreas, que se iniciam no tronco em formato de arcos e atingem o solo, o que permite maior sustentação no sedimento inconsolidado e ao movimento das marés, tal como pode ser observado pela Figura 1 e características estas citadas por Jiménez (1985a); Schaeffer-Novelli e Cintrón (1986); Chaves (2001); Osmos e Silva (2003); Maia et al. (2005) e Landim e Guimarães (2006).



FIGURA 1 – Características morfológicas da *Rhizophora mangle*, com destaque para folhas, raízes escoras e propágulos, observada no mangue do rio São Francisco em 2011

FONTE: Arquivo fotográfico do LABES – Laboratório de Erosão e Sedimentação da Universidade Federal de Sergipe

Gênero *Avicennia*

Ocorre como árvores e arbustos e apresenta duas espécies, *A. schaueriana* e *A. germinans*, sendo popularmente chamadas de siriba, siriúba e mangue preto. A diferença principal entre estas duas espécies é o formato de folha, em que o formato pontiagudo ocorre na *A. germinans* e o arredondado na *A. schaueriana*. Estas espécies podem alcançar altura média de 11 m, com tronco de 20 cm de diâmetro e se diferenciam da *R. mangle* pelas formas mais regulares de suas raízes que são subaéreas (sistema radicial rasas), dispostas radialmente ao tronco, dotadas de pneumatóforos e pela cor verde claro de suas folhas (Figura 2). Os pneumatóforos são estruturas geotropicamente negativas ligadas às raízes que sobressaem no solo, podendo alcançar até 20 cm de altura. Estes pneumatóforos tem a função de auxiliar na troca de gases entre as raízes e a atmosfera. O sistema de reprodução também é por viviparidade como *R. mangle*, mas apresentam propágulos de tamanho significativamente menores e sua distribuição é mais frequente no interior do manguezal. Estas espécies vêm

sendo relatadas na literatura como estabilizadoras de solos (JIMÉNEZ e LUGO, 1985; SCHAEFFER-NOVELLI e CINTRÓN, 1986; CHAVES, 2001; OSMOS e SILVA, 2003; MAIA et al., 2005; LANDIM e GUIMARÃES, 2006).



FIGURA 2 - Características morfológicas da *Avicennia germinans*, com destaque para folhas e tronco, no mangue do rio São Francisco, em 2011

FONTE: Arquivo fotográfico do LABES – Laboratório de Erosão e Sedimentação da Universidade Federal de Sergipe

Laguncularia racemosa (L.) Gaertn. F.

A espécie *Laguncularia racemosa* (L.) Gaertn. F. popularmente conhecida como mangue branco e mangue manso, pode alcançar 12 m de altura e diâmetro de tronco de 30 cm, podendo se apresentar como arbustos ou árvores, com folha oval caracterizada pela presença de pecíolo e nervura central avermelhados com um tom mais escuro que as espécies descritas anteriormente (Figura 3). A distribuição desta espécie ocorre predominantemente na porção baixa e intermediária dos estuários e na posição de média e alta do perfil de marés, sendo explorada sua madeira por apresentar durabilidade e uniformidade do fuste (CHAVES, 2001; OSMOS e SILVA, 2003; MAIA et al., 2005; LANDIM e GUIMARÃES, 2006).



FIGURA 3 – Características morfológicas da *Laguncularia racemosa*, com destaque em folhas, tronco e flores, em mangue do rio São Francisco, em 2011

FONTE: Arquivo fotográfico do LABES – Laboratório de Erosão e Sedimentação da Universidade Federal de Sergipe

Conocarpus erectus L.

A espécie *Conocarpus erectus* L. ocorre na porção mais alta do perfil de maré, sendo encontrada na fração arenosa e topograficamente elevada do leito do rio, ou seja, em locais não pantanosos, tais como praias de areia e costas rochosas. Esta espécie conhecida popularmente como mangue de botão, mangue de bolota ou ratinho, pode alcançar de 15 - 20 m de altura, ou limitar-se a um arbusto, segundo o habitat. O tronco atinge um diâmetro de até 30 cm e tem forma de “V”, razão pela qual o torna útil na fabricação de pequenas embarcações construídas pela comunidade ribeirinha. Os frutos são pequenos, redondos semelhantes a cones de cor castanho purpúrea e suas folhas são ovais ou obovadas, alternas, brevemente pecioladas (Figura 4) (SCHAEFFER-NOVELLI e CINTRÓN, 1986; CHAVES, 2001; LANDIM e GUIMARÃES, 2006).



FIGURA 4 – Características morfológicas do *Conocarpus erectus*, com destaque para folhas, tronco e propágulos, no mangue do rio São Francisco, em 2011

FONTE: Arquivo fotográfico do LABES – Laboratório de Erosão e Sedimentação da Universidade Federal de Sergipe

Espécies associadas

Dentre as espécies consideradas como associadas, pode-se citar: *Schinus terebinthifolius*, *Acrosticum aureum* e *Spartina* (Figura 5). A aroeira vermelha (*Schinus terebinthifolius* Raddi) apresenta de pequeno a médio porte, podendo alcançar de 5 a 9 m, com caule pouco tortuoso, casca escura e fissurada. As folhas são imparipinadas com 8 a 12 cm de comprimento e com nervuras claras. As flores são pequenas, branco-esverdeadas, dispostas em inflorescências axilares e terminais do tipo rácemo e atrativas para abelhas. Segundo Medeiros e Zanon (1998) essa espécie pode ser recomendada na recuperação de áreas degradadas e marginais, devido ao seu caráter de pioneirismo, agressividade e por ser zoocórica.

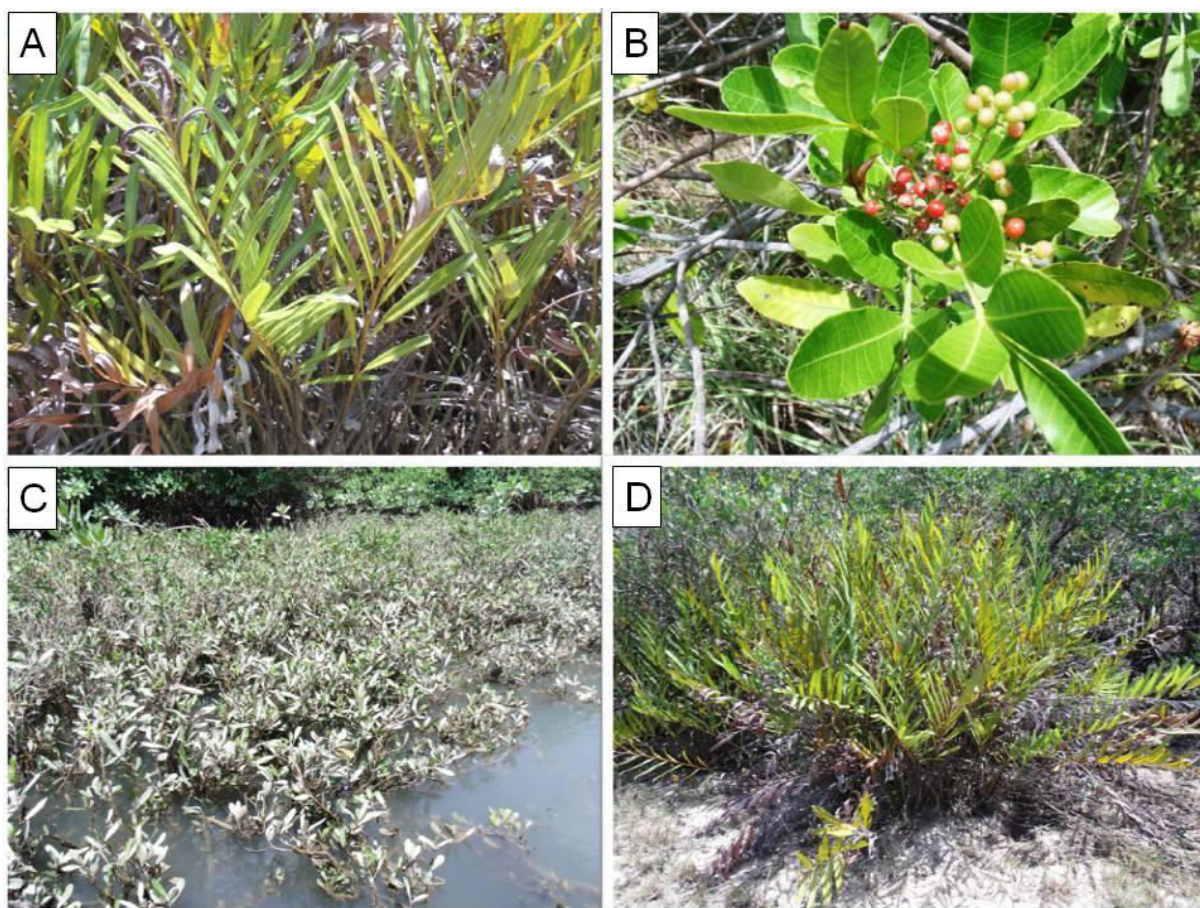


FIGURA 5 – Espécies associadas a ecossistemas manguezais: A – *Acrosticum aureum*; B – *Schinus terebinthifolius*, C – *Spartina* e D - *Acrosticum aureum* (2011)

FONTE: Arquivo fotográfico do LABES – Laboratório de Erosão e Sedimentação da Universidade Federal de Sergipe

2.3 Manguezais de Sergipe

O estado de Sergipe, na região Nordeste do Brasil, apesar de sua pequena linha de costa, possui cinco estuários pertencentes aos rios São Francisco, Japaratuba, Sergipe, Vaza-Barris e Piauí-Fundo-Real (LANDIM e GUIMARÃES, 2006). Segundo o projeto RADAM-BRASIL (1981), os manguezais recobrem 5% da superfície do estado de Sergipe, sendo a vegetação predominante dos estuários, podendo adentrar até 25 km a partir da linha da costa. No entanto, ao longo dos últimos anos, essa vegetação vem sendo suprimida dando lugar a viveiros de aquicultura, principalmente para cultivo de camarões (CARVALHO e FONTES, 2007) e especulação imobiliária, como observado em Aracaju, capital do estado.

No que diz respeito ao manguezal do estuário do rio São Francisco, há apenas os relatos de Santana (2010) e de Cunha e Holanda (2007). Estes autores relatam que em Sergipe o manguezal possui aproximadamente 25 km² e não diferindo de outros manguezais, estão submetidos a frequentes ações antrópicas impactantes, como exploração dos recursos

pesqueiros de forma predatória, extração de árvores, a invasão da aquicultura (camarões e ostras) e construção de ilhas de veraneio e habitações ribeirinhas (Figura 6).



FIGURA 6 – Imagens das áreas de manguezais, no estuário do rio São Francisco, resultante do impacto de atividades antrópicas, Sergipe (2011) A: Queimadas; B: Corte raso; C: Instalação de viveiros – carcinicultura; D: Construções de lagoas artificiais - aquicultura; E: Cultivos agrícolas; F: Habitação.

FONTE: Arquivo fotográfico do LABES – Laboratório de Erosão e sedimentação da Universidade Federal de Sergipe

Além da pressão antrópica, essa área vem sofrendo com o processo de erosão marinha, desde a construção das barragens no curso do rio, a qual diminui gradativamente a linha de costa e reduz a extensão do manguezal próximo a ela (OLIVEIRA, 2003; SANTANA et al., 2009; MENEZES, 2010).

Em razão das alterações promovidas pelas ações antrópicas e ajustes morfodinâmicos nos estuários ocupados por manguezais, se fazem necessárias informações que forneçam

conhecimentos sobre o estado atual dos fragmentos florestais por intermédio de estudos florísticos e fitossociológicos, imprescindíveis para a conservação da diversidade (OLIVEIRA e AMARAL, 2004). Esses estudos são básicos, para o conhecimento da flora e das relações entre comunidades de plantas e fatores ambientais, ao longo das variações de latitude, longitude, altitude, classes de solos, gradientes de fertilidade e de umidade dos solos (SILVA JUNIOR, 2005).

Na caracterização estrutural de áreas de mangues podem ser considerados diversos parâmetros. Dentre estes, a composição das espécies, o diâmetro à altura do peito (1,30m do sedimento), a altura, a área basal, a densidade de troncos, a distribuição por classe diamétrica e os padrões de distribuição espacial das espécies componentes da floresta, vem sendo relatados na literatura como os principais.

Por sua vez, Lugo e Snedaker (1974) e Smith III (1992), enfatizam que os estudos das funcionalidades dos manguezais, que priorizam a ciclagem de nutrientes, bem como os fluxos energéticos no ecossistema, podem ser adequados na avaliação de ecossistemas naturais e que sofreram impactos ambientais e/ou antrópicos.

O estudo da funcionalidade dos manguezais é fundamentado na avaliação dos parâmetros quantitativos, que indicam a ocupação dos indivíduos no espaço horizontal da floresta, tais como: densidade, dominância e frequência, nos termos absolutos e relativos, de determinada vegetação (SAQUENTA et al., 2001).

A combinação desses parâmetros fornece o Valor de Importância (VI), que permite quantificar a participação de cada espécie em relação às outras e a verificação da forma de sua distribuição espacial (SILVA et al., 2002), caracterizando sua importância fitossociológica na floresta estudada (SANQUETA et al., 2009).

A arquitetura do bosque de mangue é expressão da interação entre o crescimento das espécies arbóreas, seus requisitos fisiológicos e os tensores ambientais que operam no ecossistema (SCHAEFFER-NOVELLI e CINTRÓN, 1986).

Segundo Oliveira (2003), nas regiões costeiras podem ocorrer rápidas mudanças na distribuição espacial de espécies vegetais, resultante da interferência de fatores naturais e antrópicos, que contribuem para um sistema que se encontra em equilíbrio dinâmico. Já Bernini e Rezende (2008) relatam que a estrutura vegetal dos manguezais, quando comparada a outros tipos de florestas tropicais, pode ser considerada aparentemente simples.

De modo geral, os estudos sobre caracterização estrutural dos manguezais vêm sendo realizados por vários autores como: (SOUZA e SAMPAIO, 2001; SOARES et al., 2003; BERNINI e REZENDE, 2004; SILVA et al., 2005; NASCIMENTO FILHO, 2007; OLIVEIRA, 2007; PARAGUASSU e SILVA, 2007; MACEDO et al., 2007; SALES et al.,

2009, BERNINI e REZENDE, 2010; BERNINI e REZENDE, 2011; MARTINS et al., 2011; PETRI et al., 2011; SANTOS et al., 2012), e apesar da abundância de informações ainda não foi possível compreender processos básicos como, por exemplo, as respostas às perturbações e as propriedades de restauração dos manguezais (SCHAEFFER-NOVELLI et al., 2000).

2.4 Produção de serapilheira em florestas de mangue

A zona costeira representa menos de 5% da superfície da Terra, e é uma das regiões mais ativas em se tratando de interações geoquímicas e biológicas da biosfera, no entanto, ainda não é devidamente reconhecida a sua importância quando se trata de fluxo global de carbono, que considera apenas os ambientes terrestre e oceânico (TWILLEY et al., 1992).

Estima-se que, anualmente, os ecossistemas terrestres removem de 0,62 à 5,9 toneladas de carbono na forma de CO₂ (GRACE et al., 1995; MALHI et al., 1998) apontando o importante papel das florestas tropicais como um sumidouro significativo. Por isso, a vegetação é um fator estabilizador na circulação da matéria na biosfera e pode ser substancialmente influenciada pelas mudanças globais.

A melhor compreensão sobre os manguezais desencadeou com os trabalhos de Odum e Heald (1975), em que demonstraram o papel da matéria orgânica como fonte de energia e de carbono, para os microrganismos saprófitas do solo. Estes microrganismos do solo são essenciais para a ciclagem de nutrientes no perfil do solo e, conseqüentemente, contribuem de forma significativa para o crescimento de plantas e de outros organismos essenciais para a manutenção do equilíbrio biológico de áreas, como as do mangue.

A principal fonte de produção primária líquida dos manguezais são os compartimentos das plantas eliminados ao longo do ciclo de vida (Figura 7): folhas, frutos, flores, galhos, ramos, troncos e raízes, e estes são preponderantes para formação de detritos orgânicos que representarão significativas fontes de energia nas cadeias tróficas marinhas (ABOHASSAN et al., 2012). Segundo Kristensen et al. (2008) a elevada taxa de produção de serapilheira caracteriza o ecossistema manguezal com um dos ecossistemas mais produtivos.



FIGURA 7 – Serapilheira produzida em florestas de mangue no estuário do rio São Francisco, Sergipe (2011)

FONTE: Arquivo fotográfico do LABES – Laboratório de Erosão e sedimentação da Universidade Federal de Sergipe

A taxa de produção de serapilheira em florestas tropicais apresenta-se contínua no decorrer do ano (VITAL et al., 2004), porém com oscilações devido às variações sazonais (SILVA et al., 2009). No entanto, apesar das variações sazonais, a produção de serapilheira vem sendo utilizado como uma forma de identificar controladores de produção em diferentes condições ambientais (SAENGER e SNEDAKER, 1993).

Como forma de quantificar a produção total, identificar a distribuição temporal (sazonalidade climática) e padrões fenológicos, vários estudos sobre serapilheira têm sido realizados (GWADA et al., 2000; TAROLA e MORELLATO, 2000; WERNECK et al., 2001; MARQUE e OLIVEIRA, 2004; FERNANDES et al., 2005; ROMERO et al., 2005; GONÇALVES et al., 2006; MEDEIROS et al., 2007; RAMOS e SILVA et al., 2007; SLUYS et al., 2007; MENEZES et al., 2008; ESPIG et al., 2009; FERNANDO e BANDEIRA, 2009; SCHEER et al., 2009; BERNINI e REZENDE, 2010; SCHEER et al., 2011; SOUZA e SAMPAIO, 2011; VENDRAMI et al., 2012), os quais, quando comparados, observam-se diferenças de produtividade ao longo de gradientes latitudinais, e entre zonas climáticas.

Os estudos de produção de serapilheira são importantes, visto que contribuem para a definição de modelos de fluxo e conteúdo de carbono em determinadas regiões e mostram, de forma mais consistente as suas dinâmicas ecossistêmicas (SANCHES et al., 2009). No entanto, para Gonçalves et al. (2009) a maioria dos estudos sobre produção de serapilheira

utilizam curtos períodos de monitoramento, normalmente 12 meses, não sendo suficientes para esclarecer se as variações observadas na produção, entre as diferentes áreas estudadas, é consequência de características específicas ou das variações interanuais dos fatores abióticos locais e regionais.

3. ARTIGO 1

FLORÍSTICA E ESTRUTURA FITOSSOCIOLÓGICA DO MANGUEZAL DO RIO SÃO FRANCISCO

T. de O. SANTOS^{1,2}; K. V. S. de ANDRADE^{1,2}; H. V. S. SANTOS^{1,2}; D. A. F. G. CASTANEDA¹; M. B. S. SANTANA³; L. C. S. de MENEZES; F. S. R. HOLANDA^{1,4}

¹Laboratório de Erosão e Sedimentação, Universidade Federal de Sergipe, 49100-000, São Cristóvão-SE, Brasil

²Programa de Pós-graduação em Agroecossistemas, Universidade Federal de Sergipe

³Programa de Pós-graduação em Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Lavras

⁴Departamento de Engenharia Agrônômica, Universidade Federal de Sergipe

Resumo – O levantamento da estrutura fitossociológica do manguezal do estuário do rio São Francisco foi realizado em bosques representativos desse ecossistema, visando contribuir para o conhecimento de aspectos silviculturais importantes na manutenção destes locais. Para a amostragem, foram selecionados 34 bosques, segundo o mosaico estrutural presente na região, variando de 100 a 400 m entre si, totalizando uma área útil amostrada de 0,7625 ha. Os parâmetros avaliados foram: densidade de troncos vivos e mortos; área basal viva e morta; frequência absoluta; frequência relativa e valor de importância. E por fim, foi realizada uma análise de agrupamento (UPGMA). Foram registradas três espécies típicas de mangue no estuário do rio São Francisco: *Avicennia germinans* (L.) Stearn, *Rhizophora mangle* L. e *Laguncularia racemosa* (L.) Gaertn. F. Gaertn. A altura média das árvores variou de 2,88 a 15,63 m, o DAP médio de 3,95 a 19,74 cm, a área basal viva de 4,22 a 47,83 m².ha⁻¹ e a área basal morta de 0,50 a 59,63 m².ha⁻¹, a densidade de troncos vivos variou de 375 a 9100 troncos.ha⁻¹ e densidade de troncos mortos de 100 a 2800 troncos.ha⁻¹. Os resultados descritos neste estudo demonstraram que o manguezal do estuário do rio São Francisco, apresenta uma variabilidade estrutural que pode ser associada às características ambientais (erosão marinha) e fatores antrópicos, as peculiaridades de cada bosques ressaltam a importância de ações preventivas para a manutenção desse ecossistema.

Palavras-chave: Sergipe; Vegetação costeira; Florística; Caracterização estrutural

Abstract - The phytosociological structure of the mangrove estuary of San Francisco river was held at sites representative of this ecosystem in order to contribute to the knowledge of silvicultural aspects important in maintaining these sites. For sampling were selected 34 sites, according to structural mosaic present in the region ranging from 100 to 400 m between themselves, a total useful area sampled from 0.7625 ha. The parameters evaluated were: density of live and dead trunks; Basal Area living and dead; Frequency Absolute, Relative Frequency and Importance Value. Lastly, we performed a group analysis (UPGMA). We recorded five species typical mangrove estuary in San Francisco: *Avicennia germinans* (L.) Stearn, *Avicennia germinans* (L.) Stearn, *Conocarpus erectus* Linnaeus, *Rhizophora mangle* L. and *Laguncularia racemosa* (L.) Gaertn. F. Gaertn. The average height of forests ranged from 2.88 to 15.63 m, the DBH 3.95 to 19.74 cm, basal area live from 4.22 to 47.83 m².ha⁻¹

and basal area dead 0.50 to 59.63 m².ha⁻¹. The density of trunks living ranged from 375.00 to 9100.00 trunks.ha⁻¹ and density trunks dead 100-2800 trunks.ha⁻¹. The results described in this study demonstrated that the mangrove estuary of San Francisco presents a structural variability that may be associated with environmental characteristics (sea erosion) and anthropogenic factors, the peculiarities of each site emphasize the importance of actions preventive maintenance for this ecosystem.

Keywords: Sergipe of state; Coastal vegetation; Floristic; Structural characterization

1 INTRODUÇÃO

Os manguezais estão inseridos em região tropicais e subtropicais (ALONGI, 2009) e constituem uma autêntica floresta costeira, cuja estrutura e diversidade de espécies são altamente adaptadas às diferenças topográficas e geomorfológicas, às flutuações salinas e às amplitudes de marés (FELLER et al., 2010). Este ecossistema desempenha papel fundamental na estabilidade geomorfológica costeira (LACERDA e MARINS, 2002) e na conservação da biodiversidade (BARBIER et al., 2011), como também, nos benefícios diretos e indiretos às atividades humanas (WALTERS et al., 2008; KOCH et al., 2009).

As florestas de mangue, apesar de serem bastante produtivas (BOUILLON et al., 2008) e se situarem em áreas legalmente protegidas, têm apresentado a sua dinâmica alterada de forma exponencial. Tendo como principal tensor a ocupação da linha de costa, que promove maiores desmatamentos, aterros e emissão de esgotos. Esses impactos antropogênicos podem causar alterações nas propriedades físicas, químicas e biológicas do ecossistema, refletindo-se diretamente nas relações socioeconômicas da população dependente desse meio (MARTINS et al., 2011).

Comparando as estimativas globais de Spalding et al. (2010) e Giri et al. (2011) é possível observar uma redução de 14.548 km² de áreas ocupadas por manguezais, no período de um ano. Segundo a Administração Estadual do Meio Ambiente de Sergipe (ADEMA, 2012), estima-se que no estado de Sergipe, a área atual ocupada por manguezais seja de aproximadamente 256,26 km² equivalente a 1,17% do território, distribuídos ao longo de 163 km de costa.

O município de Brejo Grande, localizado no estuário do rio São Francisco, apresenta as maiores áreas de mangue do estado de Sergipe, em torno de 20,392 km², equivalendo a 13,6% do território municipal (ADEMA, 2012). Porém, nas duas últimas décadas, as alterações promovidas na bacia hidrográfica do rio São Francisco relacionadas ao uso indiscriminado das terras e controle das vazões do rio, pelas barragens, vêm promovendo modificações na dinâmica do estuário, sendo possível observar uma redução significativa da área ocupada pelo manguezal (SANTOS et al., 2011). Santos (2010) realizou uma estimativa anterior a da ADEMA, utilizando imagens de satélites datadas de 2008, e constatou que o

manguezal apresentava área de 30,13 km², sendo possível inferir que, em 4 anos esse manguezal teve uma redução 33% de sua área total.

Os principais fatores correlacionados com essas perdas de área de manguezais são descritos por Blasco et al. (2001) como o desmatamento, a mudança de uso e ocupação das terras, as alterações hidrológicas, o derramamento de produtos químicos e as alterações climáticas. Assumindo esses impactos, ao longo de décadas, foram realizados vários estudos sobre caracterização estrutural de manguezais (SOUZA et al., 1994; SOARES et al., 1999; SOUZA e SAMPAIO, 2001; SOARES et al., 2003; BERNINI e REZENDE, 2004; SILVA et al., 2005; NASCIMENTO FILHO, 2007; OLIVEIRA, 2007; PARAGUASSU e SILVA, 2007; MACEDO et al., 2007; SALES et al., 2009, BERNINI e REZENDE, 2010; BERNINI e REZENDE, 2011; MARTINS et al., 2011; PETRI et al., 2011; SANTOS et al., 2012) visando o conhecimento sobre o estado de conservação desse ecossistema.

Apesar de uma variabilidade estrutural vasta, o número de espécies vegetais é reduzido visto que o ecossistema manguezal abriga uma vegetação típica adaptada às condições específicas de insolação, inundação, salinidade (MACEDO et al., 2007). São descritas sete espécies de mangue com ocorrência no Brasil: *Rhizophora mangle* L., *Rhizophora harrisonii* Leechm, *Rhizophora racemosa* G.Mey, *Avicennia schaueriana* Stapft e Leechm., *Avicennia germinans* (L.) Stearn, *Laguncularia racemosa* (L.) Gaertn e *Conocarpus erectus* Jacq. (SCHAEFFER-NOVELLI e CINTRÓN, 1986).

A caracterização estrutural de florestas pode ser dividida em dois tipos: horizontal e vertical. O primeiro é analisado através dos parâmetros quantitativos que indicam a ocupação dos indivíduos no espaço horizontal da floresta, que são densidade, dominância e frequência, nos termos absolutos e relativos (SAQUENTA et al., 2001). A combinação desses parâmetros fornece o Valor de Importância – VI, que permite quantificar a participação de cada espécie em relação às outras, e a verificação da forma de sua distribuição espacial (SILVA et al., 2002). O segundo tipo de caracterização tem como finalidade a indicação do estágio sucessional das espécies dentro da floresta. O estudo dos estratos superior, médio e inferior permite o conhecimento da posição sociológica das espécies existentes (FINOL, 1971). A combinação dessas análises fornece o VI ampliado (VIA) de cada espécie, caracterizando sua importância fitossociológica dentro da floresta estudada (SANQUETA et al., 2009).

O presente estudo objetiva caracterizar a diversidade florística e a estrutura fitossociológica do manguezal do estuário do rio São Francisco, em bosques representativos desse ecossistema, e contribuir para o conhecimento de aspectos silviculturais importantes na manutenção destes locais.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O presente estudo foi conduzido em florestas de mangue inseridas na região estuarina-lagunar do rio São Francisco, situadas no município de Brejo Grande (UTM 775.963,55 E; 8.840.754,56 N), estado de Sergipe. Esse município possui uma área de 149,2 km² e dista aproximadamente 137 km de Aracaju, capital do estado. Limita-se ao norte com o estado de Alagoas; a noroeste com o município de Ilha das Flores; a leste com o rio São Francisco, a oeste e sudoeste com o município de Pacatuba e, ao sul com o oceano Atlântico (ALVES et al., 2007).

Segundo a ADEMA (2102), esse estuário ocupa uma área de 35,31 km², da qual 20,392 km² são cobertos por florestas de mangue. A temperatura média anual é de 25° C e a precipitação média anual de 1.201,7 mm, sendo as chuvas mais intensas comumente registradas entre os meses de março a agosto, com classificação climática de Köppen para a região como megatérmico seco a sub-úmido.

Para a caracterização estrutural da vegetação, utilizou-se uma síntese dos trabalhos de Schaeffer-Novelli e Cintrón (1986); Estrada (2009) e Bernini e Rezende (2011), adotando o método de parcelas, com adaptações às condições locais. Para a amostragem foram selecionados 34 bosques (Figura 1), segundo o mosaico estrutural presente na região, variando de 100 a 400 m entre si, totalizando uma área útil amostrada de 0,7625 ha.

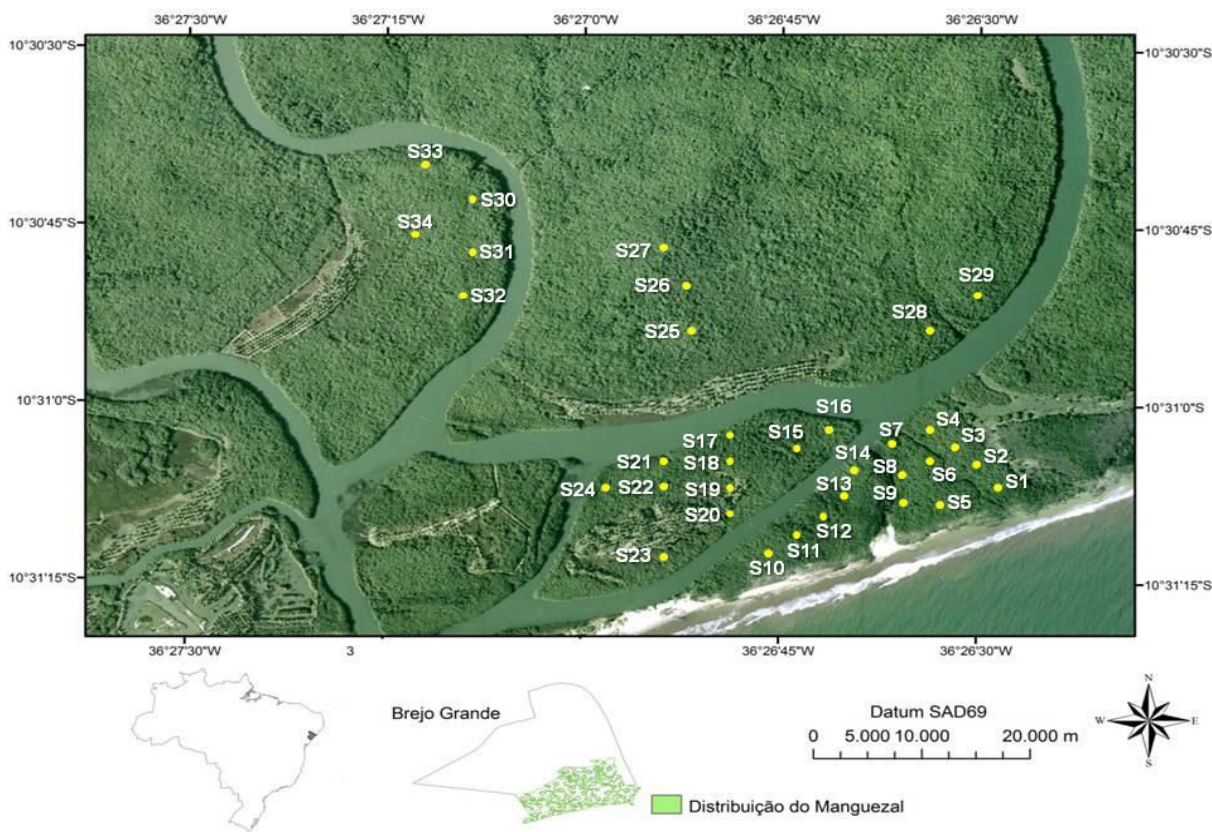


FIGURA 1. Localização da área de estudo, região estuarina-lagunar do rio São Francisco, Sergipe, com destaque para os bosques estudados (S1 a S34)

Os bosques selecionados para o estudo foram dispostos de acordo com o gradiente de inundação das marés, visando englobar na sua caracterização desde a franja até a transição para terra firme (Apicum ou cordão arenoso). A delimitação dos bosques foi realizada utilizando-se bússola, trena e GPS e dentro de cada um, adotando-se como critério de inclusão indivíduos com altura superior a 1,0 m, foram mensuradas as seguintes variáveis: circunferência à altura do peito (CAP) ou circunferência à altura do solo (CAS), altura total, número de troncos por indivíduo, descrição da condição da árvore (viva ou morta), além de serem anotadas observações do entorno. A identificação das espécies vegetais foi realizada com auxílio do “Guia para estudo de áreas de manguezais” (SCHAEFFER-NOVELLI e CINTRÓN, 1986). É importante ressaltar que apesar da não realização de réplicas, o tamanho das parcelas (bosques) foi definido para garantir a representatividade amostral, sendo alocada uma parcela a cada fisionomia diferenciada.

Após a tabulação dos dados, foram calculados os seguintes parâmetros: Densidade de Troncos vivos e mortos (DT) = n° de troncos / área do bosque); Área Basal viva e morta (AB) = $\text{área basal de cada espécie} / \text{área do bosque}$) onde a área basal de cada espécie é obtida pelo somatório das áreas seccionais ($\sum gi = (\pi/4 * DAP^2)$); Frequência Absoluta (FA) = (número de bosques com ocorrência da espécie i / n° total de bosques) * 100; Frequência Relativa (FR) =

(Frequência absoluta da espécie i / $\sum$ das frequências absolutas de todas as espécies consideradas no levantamento) * 100; e Valor de Importância (VI) = DR + FR + DoR, que possibilita pesos iguais para o número de indivíduos e a biomassa (FELFILI e REZENDE, 2003).

Para avaliar a distribuição das espécies foi utilizado o Índice de MacGuinnes (IGA). Por fim, com o auxílio do software STATISTICA 7.0, foi realizada uma análise de agrupamento (UPGMA) dos bosques amostrados, segundo a densidade relativa, facilitando a identificação da homogeneidade dessa característica estrutural do manguezal do São Francisco.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram registradas três espécies típicas de mangue no estuário do rio São Francisco: *Avicennia germinans* (L.) Stearn, *Rhizophora mangle* L. e *Laguncularia racemosa* (L.) Gaertn. F. Gaertn. É costumeiramente relatado por vários autores uma baixa diversidade florística nas florestas de mangue em relação às outras florestas tropicais, estando associada às condições específicas desse ambiente, o que propicia um povoamento por espécies altamente especializadas (LUGO e SNEDAKER, 1974; TOMLINSON, 1986; VALE, 2004; MAIA et al., 2005).

A distribuição espacial das espécies utilizando o Índice de MacGuinnes (IGA) foi classificada como uniforme para a *R. mangle* e agregada para *L. racemosa* e *A. germinans*. Na comparação florística do presente estudo com outros trabalhos realizados em manguezais do domínio Sergipano, como o manguezal do Rio Sergipe (LANDIM e GUIMARÃES, 2006) e o manguezal da Floresta Nacional (FLONA) do Ibura (GONÇALVES, 2009), verificou-se a ocorrência das mesmas espécies como características indubitáveis dos manguezais sergipanos.

Observou-se que o manguezal do São Francisco apresenta desenvolvimento estrutural heterogêneo (Tabela 1), comportando-se de forma distinta entre os 34 bosques, possivelmente devido à distribuição e arquitetura das espécies, e sua relação com os tensores ambientais presentes na área. A altura média das árvores variou de 2,88 a 15,63 m, o Diâmetro médio de 3,95 a 19,74 cm, a área basal viva de 4,22 a 47,83 m².ha⁻¹ e a área basal morta de 0,50 a 59,63 m².ha⁻¹. A densidade de troncos vivos variou de 375 a 9100 troncos.ha⁻¹ e densidade de troncos mortos de 100 a 2800 troncos.ha⁻¹.

TABELA 1. Parâmetros estruturais da floresta de mangue do estuário do rio São Francisco, Brejo Grande, SE

Unidade amostral	Área amostral	DTV ¹	DTM ¹	ABV ²	ABM ²	Altura ³	Diâmetro ⁴
S1	100	1200	800	13,12	7,07	7,48	11,18
S2	100	1300	500	10,75	3,20	8,14	10,69
S3	100	3600	2800	28,52	23,98	7,42	10,30
S4	400	775	1500	4,22	1,60	6,38	7,81
S5	100	2800	1100	24,94	5,19	8,62	9,90
S6	400	2075	275	14,68	1,46	7,60	8,44
S7	400	3750	2400	10,93	2,41	4,38	3,95
S8	400	1450	250	13,11	2,48	6,91	9,09
S9	400	1600	600	10,29	1,04	7,51	7,14
S10	100	3900	600	21,74	2,22	6,57	7,18
S11	100	3700	300	27,16	0,50	10,00	8,48
S12	100	6200	2700	16,05	2,93	5,07	4,51
S13	100	3800	1300	47,83	7,29	8,92	10,64
S14	400	2675	375	27,97	2,62	8,45	9,65
S15	100	6900	800	14,05	3,11	5,21	5,94
S16	100	2100	1600	23,65	10,92	5,43	10,58
S17	100	2000	600	28,97	5,09	8,85	12,15
S18	100	3300	400	32,43	0,50	8,36	8,49
S19	100	3300	1000	16,78	1,01	7,12	6,98
S20	100	4600	400	28,68	0,98	8,32	7,50
S21	400	2625	650	17,39	2,62	7,68	7,24
S22	400	5650	475	19,09	2,91	5,74	5,29
S23	400	1600	450	17,81	3,06	8,02	9,60
S24	400	1900	925	16,57	5,97	7,50	9,36
S25	225	1200	666,67	29,82	59,63	8,13	16,54
S26	100	2200	100	33,27	1,44	8,67	12,68
S27	100	3800	3200	27,76	31,62	5,00	8,31
S28	100	9100	2300	15,76	10,80	2,88	6,40
S29	225	844,44	622,22	15,30	3,39	9,23	12,69
S30	225	888,89	355,56	30,67	4,37	15,63	19,74
S31	225	800	266,67	25,01	2,41	15,50	19,28
S32	400	2325	275	27,43	6,46	5,38	7,05
S33	400	375	125	11,40	1,43	12,38	18,80
S34	225	3022,22	1688,89	31,79	13,64	10,40	10,17

Área amostral (m²); DTV: Densidade de Troncos Vivos (troncos.ha⁻¹); DTM: Densidade de Troncos Mortos (troncos.ha⁻¹); ABV: Área Basal Viva (m².ha⁻¹); ABM: Área Basal Morta (m².ha⁻¹); Altura (m); Diâmetro Médio (cm).

Schaeffer-Novelli et al. (1990) propuseram uma divisão do litoral brasileiro por características climáticas, na qual o estado de Sergipe está inserido na unidade V. Nessa unidade, as florestas podem alcançar mais de 10 m de altura ao atingirem a maturidade fisiológica. Esse padrão, descrito para florestas em ambientes favoráveis, foi observado nos

bosques S30, S31, S33, S34, que apresentaram as maiores médias de altura e Diâmetro, sendo justificada pela localização mais distante das comunidades ribeirinhas, o que diminui os impactos das ações antropogênicas pela menor acessibilidade ao local, e por se constituir de um bosque monoespecífico de *R. mangle*.

Foi observada uma tendência dos padrões estruturais nas florestas de mangue do São Francisco, na qual é possível afirmar que quanto maior a distância de comunidades ribeirinhas e dos viveiros de carcinicultura, maior é o desenvolvimento estrutural dos bosques. Soares et al. (2003) afirmam ser a variabilidade e baixo desenvolvimento estrutural reflexos da sobreposição de eventos de natureza, frequência e características variáveis, e ainda, da capacidade do ecossistema manguezal de se recuperar frente aos distúrbios a que são frequentemente submetidos, principalmente a conversão de grandes áreas.

De modo geral, as maiores densidades de troncos vivos foram observadas nos bosques S12, S15, S22, S28, sendo essas florestas caracterizadas por árvores de pequeno diâmetro e espaçamento, e constituídas ora por *R. mangle* e *L. racemosa* ora por *R. mangle* e *A. germinans*. Em campo foi possível observar que esses bosques estão submetidos ao constante estresse da erosão marinha (S12), como também da interferência antrópica (S15, S22 e S28) não permitindo alcançarem a maturidade.

A densidade de troncos mortos foi maior nos bosques S3, S7 e S12 (2800, 2400, 2700 troncos.ha⁻¹, respectivamente), sendo corroborado pela existência de grandes cupinzeiros dispersos na área. Para os processos de decomposição da necromassa vegetal e fluxos de nutrientes, os cupins são organismos importantes, devido principalmente à variedade de seus hábitos alimentares e abundância de populações (BIGNELL e EGGLETON, 2000). E como o levantamento realizado não foi de monitoramento e sim reconhecimento, não foi possível identificar o que ocasionou essa mortalidade.

A espécie *R. mangle* apresentou maiores valores em todos os parâmetros da estrutura horizontal (Tabela 2), demonstrando dessa forma um maior desenvolvimento estrutural, assim como registrado por Nascimento Filho et al. (2007) que identificou comportamento semelhante em bosques de Ariquindá, Pernambuco.

No manguezal do São Francisco, o Valor de Importância Ampliado (VIA) identificado para as espécies em ordem decrescente foi: *R. mangle* (69,69%), *L. racemosa* (19,27%) e *A. germinans*. (11,04%). Este parâmetro sintetiza a estrutura horizontal e vertical de cada espécie em uma floresta (SOUZA et al., 2007), portanto, apresenta uma melhor definição para a importância ecológica da espécie, observando a sua distribuição não apenas do ponto de vista horizontal ou vertical, mas, pelo somatório das duas análises (CIENTEC, 2006).

TABELA 2. Estrutura horizontal das florestas de mangue do estuário do rio São Francisco, Brejo Grande, SE

Espécie	N	U	AB	DA	DR	FA	FR	DoA	DoR	VIA	VIA (%)
R. mangle	1474	34	11,072	1933,12	79,2	100	46	14,52	75,2	278,75	69,69
L. racemosa	269	24	2,1258	352,787	14,5	70,59	32,4	2,788	14,4	77,08	19,27
A. germinans	119	16	1,5361	156,066	6,39	47,06	21,6	2,015	10,4	44,16	11,04
Total	1862	34	14,734	2441,97	100	217,7	100	19,32	100	400	100

N: Número de indivíduos; U: nº de bosques que a espécie está inserida; AB: Área Basal; DA: Densidade Absoluta (troncos.ha⁻¹); DR: Densidade Relativa (troncos.ha⁻¹); FA: Frequência Absoluta; FR: Frequência relativa; DoA: Dominância Absoluta (m².ha⁻¹); DoR: Dominância Relativa (m².ha⁻¹); VIA: Valor de Importância Ampliado.

Em se tratando da espécie *A. germinans* foram registrados poucos indivíduos, mas com altura elevada, sugerindo que sejam as árvores mais antigas no manguezal do São Francisco, e que provavelmente estão sendo substituídas na floresta de forma natural (sucessão ecológica), concordando com Sales et al. (2009). É importante destacar que a *R. mangle* foi registrada em todos os 34 bosques de estudo.

Na estratificação vertical, definida pela altura média dos indivíduos, foram determinados os seguintes estratos: inferior (indivíduos com altura menor/igual a 2,07 m); médio (entre 2,07 a 11,03 m) e superior (maior/igual a 11,03 m), onde verificou-se uma maior concentração na classe intermediária de altura, que se somada as 3 espécies é constituída de 1381 indivíduos (Figura 2).

Adotando como comparativo a descrição dos manguezais brasileiros realizada por Schaeffer-Novelli et al. (1990), na qual os autores afirmam que bosques maduros alcançam pouco mais de 10 metros de altura, pode-se afirmar que o manguezal do São Francisco encontram-se em pleno desenvolvimento, buscando alcançar seu máximo estrutural. Nos três estratos, nota-se uma dominância de *R. mangle*, esse fato vem sendo comumente relatado para manguezais brasileiros (PEREIRA et al., 2009; MARTINS et al., 2011; HENRIQUES et al., 2012), provavelmente está relacionado a grande dispersão e viabilidade de propágulos (JIMENEZ, 1985) e esse comportamento é uma garantia de permanência da espécie na fitocenose, visto que para LONGHI et al. (1992) uma espécie tem presença assegurada na estrutura e dinâmica da floresta, quando encontra-se representada em todos os estratos.

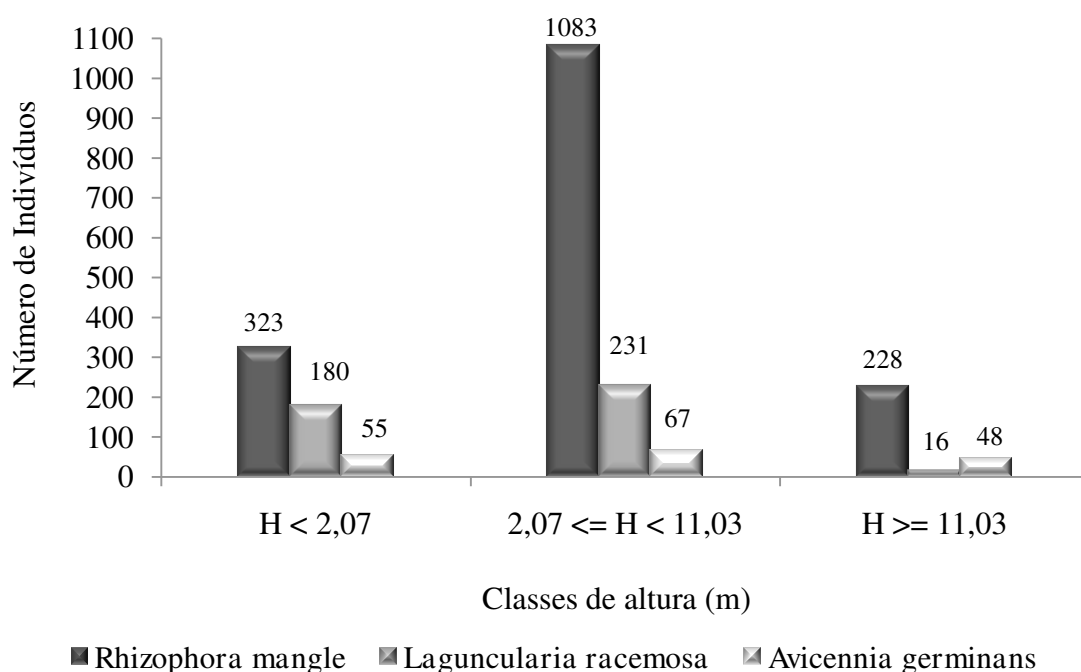


FIGURA 2. Estrutura vertical (classes de altura) do manguezal do rio São Francisco, Brejo Grande, SE

Com a distribuição dos indivíduos em classes de diâmetro (Figura 3), observou-se uma maior contribuição das espécies na classe superior (≥ 10), comportamento semelhante ao manguezal do rio Benevente, Anchieta, ES (Petri et al., 2011), levando a compreensão de que o manguezal do estuário do rio São Francisco apresenta um elevado desenvolvimento estrutural, e exibe um bom estado de conservação.

Com a distribuição dos indivíduos em classes de diâmetro (Figura 3), observou-se uma maior contribuição das espécies na classe superior (≥ 10), comportamento semelhante ao manguezal do rio Benevente, Anchieta, ES (Petri et al., 2011), levando a compreensão de que

o manguezal do estuário do rio São Francisco apresenta um elevado desenvolvimento estrutural, e exibe um bom estado de conservação.

A espécie *R. mangle* apresentou o maior número de indivíduos na classe ≥ 10 , podendo ser classificada como dominante no estuário. É importante destacar o elevado número de jovens dessa espécie nos bosques estudados, observados na classe $\geq 2,5$, pode ser entendido como um processo de renovação do ecossistema, esse processo de colonização instantâneo em manguezais é justificado por Tognella e Oliveira (2012), como reflexos da baixa diversidade, associados às características de cada espécie por um habitat distinto, o que leva a formação de bosques com florística e estruturas homogêneas.

O menor número de indivíduos da espécie *L. racemosa*, provavelmente, se deve ao corte seletivo, observado em algumas áreas do manguezal, porém para Cavalcanti et al. (2009) o registro de maior representatividade de *R. mangle* é um forte indicador de florestas preservadas, por serem menos tolerantes as interferências. *A. germinans*, comporta-se de modo distinto das outras duas espécies, sendo registrado um crescimento do número de indivíduos a medida que se aumenta o diâmetro, provavelmente, estão sendo substituídas nas florestas de mangue do São Francisco.

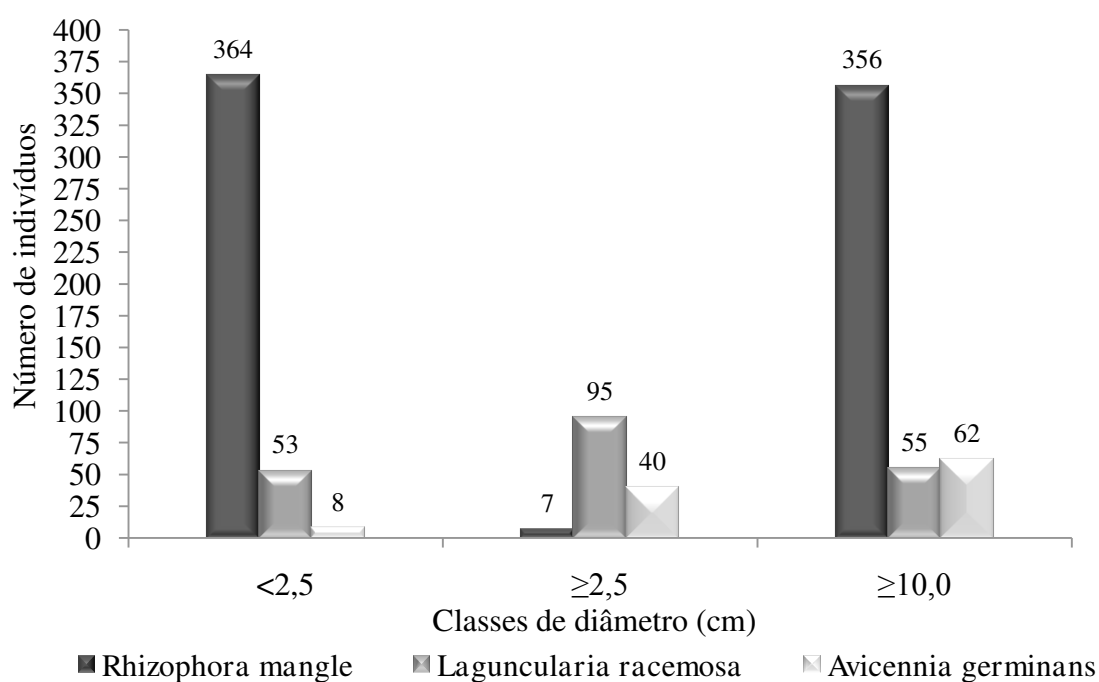


FIGURA 3. Distribuição dos indivíduos em classes diamétricas (cm), por espécie, do manguezal do rio São Francisco, Brejo Grande, SE

A análise de agrupamento baseada em dados de densidade relativa das espécies dos 34 bosques, permitiu observar a formação de 3 grupos (Figura 4). O primeiro é composto por

S28, S7, S12, S18, S11, S21, S4, S20, S25 e S34. Essas florestas apresentam, em sua maioria, dominância de *R. mangle* com grande número de jovens, o que elevou a densidade desses bosques, e consequentemente menor porte de seus indivíduos (Tabela 1), com exceção do S4 que apresentou baixa densidade, provavelmente por não possuir esse ingresso na floresta.

O segundo grupo é formado por S16, S23, S22, S15, S14, S24, S32, S33 e S31, os quais se apresentam como florestas mais desenvolvidas que o primeiro grupo, e são constituídas de bosques mistos (*R. mangle*, *L. racemosa* e em alguns bosques, por *A. germinans*). Os bosques S33 e S31 são excessão, apresentando dominância de *R. mangle*. O terceiro grupo, formado por S30, S26, S17, S10, S6, S5, S3, S8, S2, S27, S29, S19, S13, S9, S1, são caracterizados por florestas mistas de *R. mangle* e *L. racemosa*, e de modo geral, apresentam menores densidades relativas, o que possibilita a aglomeração dos bosques mais desenvolvidos.

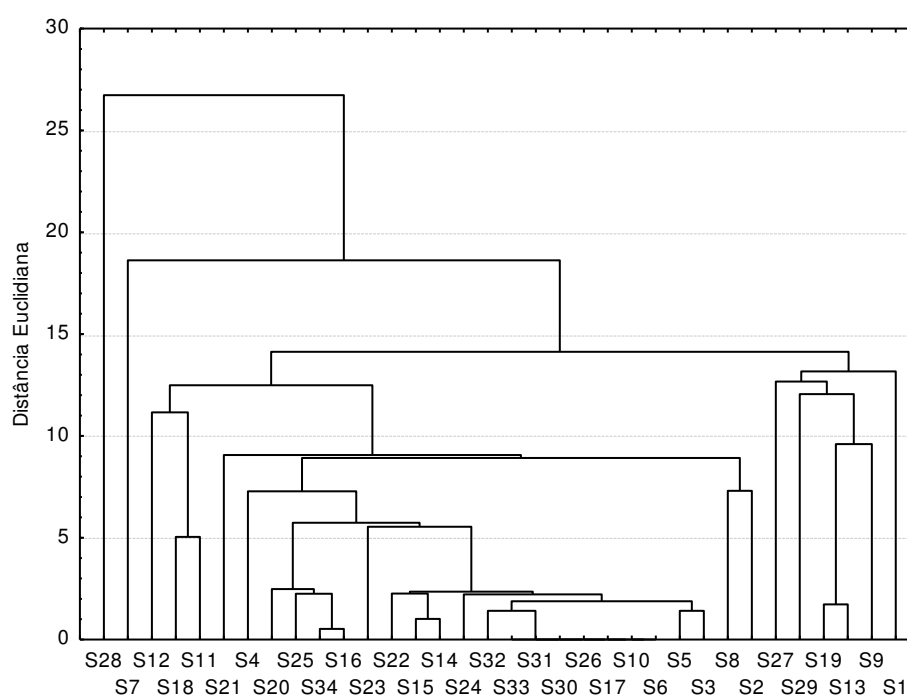


FIGURA 4. Análise de agrupamento (UPGMA) realizada para os dados de densidade relativa das espécies, nos bosques S1 a S34, do manguezal do estuário do rio São Francisco, Brejo Grande, SE

Os resultados descritos neste estudo demonstraram que o manguezal do estuário do rio São Francisco, apresenta uma variabilidade estrutural que pode ser associada às características ambientais (erosão marinha) e fatores antrópicos, as peculiaridades de cada bosque ressaltam a importância de ações preventivas para a manutenção desse ecossistema.

Observando a distribuição diamétrica (Figura 3), nota-se que a maior quantidade de indivíduos da espécie *L. racemosa* se limitou a classe <10 cm, segundo Petri et al., (2011) esse comportamento é comumente observado em áreas impactadas, podendo inferir que são

florestas relativamente juvenis. Porém a exploração de madeira pela população local vem promovendo gradativamente uma alteração na sua estrutura, apresentando-se mais ramificada e pouco desenvolvida. Nota-se ainda, um comportamento diferenciado à medida que se afasta das comunidades ribeirinhas. As tendências atuais de extração podem ameaçar a distribuição de *L. racemosa* no manguezal do rio São Francisco, como observado por Rodríguez-Zúñiga et al. (2011) que relata situação semelhante a esse tipo de pressão, no manguezal de Alvarado, Veracruz, México.

4 CONCLUSÕES

O manguezal apresentou heterogeneidade no desenvolvimento estrutural, comportando-se de forma distinta entre os bosques, possivelmente devido à distribuição e arquitetura das espécies, e sua relação com os tensores ambientais presentes na área.

A competição interespecífica provavelmente está influenciando a distribuição espacial das espécies vegetais na região, uma vez que as florestas de *Avicennia germinans* estão sendo gradualmente substituídas por *L. racemosa* e/ou *R. mangle*.

Rhizophora mangle foi a espécie dominante no manguezal do São Francisco, obtendo os maiores índices fitossociológicos.

Laguncularia racemosa é a espécie mais explorada pela população local em termos de madeira, e vem sofrendo gradativamente uma alteração na sua estrutura, apresentando-se mais ramificada e pouco desenvolvida.

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADMINISTRAÇÃO ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE (ADEMA). **Seminário do Levantamento Quantitativo do Manguezal de Sergipe**, 2012. Disponível em: <http://www.adema.se.gov.br/modules/news/article.php?storyid=249>

ALVES, N.M.S.; FONTES, A.L.; SILVA, D.B.; ALMEIDA, J.A.P. Dinâmica geoambiental, processos morfodinâmicos e uso das terras em Brejo Grande, Baixo São Francisco – Sergipe. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 8, n. 2, p. 11-21, 2007.

ALONGI, D. M. Paradigm shifts in mangrove biology. p. 615-634. In: Wolanski EJ, Perillo GME, Cahoon DR and Brinson MM (eds) **Coastal Wetlands: An Integrated Ecosystem Approach**. Elsevier. 974, 2009.

BARBIER, E. B.; HACKER, S. D.; KENNEDY, C.; KOCH, E. W; STIER, A. C.; SILLIMAN, B. R. The value of estuarine and coastal ecosystem services. **Ecological Monographs**, v. 81, n. 2, p. 169–193, 2011.

BERNINI, E.; REZENDE, C. E. Estrutura da vegetação em florestas de mangue do estuário do rio Paraíba do Sul, Estado do Rio de Janeiro, Brasil. **Acta botânica**, v. 18, n. 3, p. 491-502, 2004.

BERNINI, E. e REZENDE, C. E. Variação estrutural em florestas de mangue do estuário do rio Itabapoana, ES-RJ. **Biotemas**, v. 23, n. 1, p. 49-60, 2010.

BERNINI, E.; REZENDE, C. E. Vegetation structure in a mangrove forest in Southeastern Brazil. **Pan-American Journal of Aquatic Sciences**, v. 6, n. 3, p. 193-209, 2011.

BLASCO, F.; AIZPURU, M.; GERS, C. Depletion of the mangroves of Continental Asia. **Wetlands Ecology and Management**, v. 9, p. 245–256, 2001.

BOUILLON, S.; BORGES, A. V.; CASTAÑEDA-MOYA, E.; DIELE, K.; DITTMAR, T.; DUKE, N. C.; KRISTENSEN, E.; Lee, S. Y.; MARCHAND, C.; MIDDELBURG, J. J.; RIVERA-MONROY, V. H.; SMITH III, T. J.; TWILLEY, R. R. **Mangrove production and carbon sinks: a revision of global budget estimates**. Geophysical Research, v. 10, EGU 2008-A-02381, 2008 SRef-ID: 1607-7962/gra/EGU2008-A-02381 EGU General Assembly 2008.

CAVALCANTI, V. F.; SOARES, M. L. G.; ESTRADA, G. C. D.; CHAVES, F. O. Evaluating mangrove conservation through the analysis of forest structure data. **Journal of Coastal Research**, v. 56, p. 390–394, 2009.

CIENTEC. Software **Mata Nativa 2**: Sistema para Análise Fitossociológica, Elaboração de Inventários e Planos de Manejo de Florestas Nativas. Viçosa - MG: Cientec, 2006.

ESTRADA, G. C. D. **Análise da variabilidade estrutural de florestas de mangue de Guaratiba, Rio de Janeiro – RJ**. Dissertação (Mestrado em Ecologia) - Programa de Pós-Graduação em Ecologia, Universidade Federal do Rio de Janeiro (2009).

FELFILI, J. M.; REZENDE, R. P. Técnicas florestais: Conceitos e métodos em fitossociologia. Brasília: UNB, v. 5, n. 1, 2003. 68 p. (**Comunicações**).

FELLER, I. C.; LOVELOCK, C. E.; BERGER, U.; MCKEE, K. L.; JOYE, S. B.; BALL, M. C. Biocomplexity in Mangrove Ecosystems. **Annual Review of Marine Science**, v. 2, p. 395-417, 2010.

FINOL, H. Nuevos parâmetros a considerar-se en el análisis estructural de las selvas vírgenes tropicales. **Revista Forestal Venezolana**, Merida, v. 14, n. 21, p. 24-42, 1971.

GIRI, C., OCHIENG, E., TIESZEN, L.L., ZHU, Z., SINGH, A., LOVELAND, T., MASEK, J., DUKE, N. Status and distribution of mangrove forests of the world using earth observation satellite data. **Global Ecology and Biogeography**, v. 20, p. 154-159, 2011.

GONÇALVES, F. B. **Florística, Fitossociologia e banco de plântulas em área de manguezal, na Floresta Nacional do Ibura, Nossa Senhora do Socorro-SE**. Monografia de graduação, Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, SE, 2009.

HENRIQUES, M. P.; SOARES, M. L. G.; SANTOS, D. M. C. Caracterização estrutural das florestas de mangue da Estação Ecológica da Guanabara – Rio de Janeiro, RJ. **Saúde & Ambiente em Revista**, Duque de Caxias, v. 7, n. 1, p. 33-46, 2012.

JIMENEZ, J.A. *Rhizophora mangle* L. Red mangrove. **Publication SO-ITF-SM-2**. Rio Piedras, PR: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Southern Forest Experiment Station, Institute of Tropical Forestry. 7 p. 1985.

JIMENEZ, J. A. The Structure and Function of Dry Weather Mangroves on the Pacific Coast of Central America, with Emphasis on *Avicennia bicolor* Forests. **Estuaries**, v.13, n. 2, p. 182-192, 1990.

KOCH, E. W.; BARBIER, E. B.; SILLIMAN, B. R.; REED, D. J.; PERILLO, G. ME; HACKER, S. D.; GRANEK, E. F.; PRIMAVERA, J. H.; MUTHIGA, N.; POLASKY, S.; HALPERN, B. S.; KENNEDY, C. J.; KAPPEL, C. V.; WOLANSKI, E. Non-linearity in ecosystem services: Temporal and spatial variability in coastal protection. **Frontiers in Ecology and the Environment**, v. 7, n. 1, p. 29–37, 2009.

LACERDA, L. D., MARINS, R. V. River damming and changes in mangrove distribution. **ISME/Glomis Electronic Journal**, v. 2, n. 1, p.1-4, 2002.

LANDIM, M.; GUIMARÃES, C. P. Manguezais do Rio Sergipe. In: **ALVES, J. P. Rio Sergipe: importância, vulnerabilidade e preservação**. São Cristóvão: Editora UFS, 2006. p.195-221.

LONGHI, S. J.; SELLE, G. L.; RAGAGNIN, L. I. M.; DAMIANI, J. E. Composição florística e estrutura fitossociológica de um “Capão” de *Podocarpus lambertii* Klotz, no Rio Grande do Sul. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 2, p. 9-26, 1992.

LUGO, A. E.; SNEDAKER, S. C. The ecology of mangroves. **Annual Reviews of Ecology and Systematics**, v. 5, p. 39-64, 1974.

MACEDO, T.S.; FERNANDES, L. L.; SILVA, D. F. da; VARJÃO, A. S.; NEVES, A. S. das; PIGOZZO, M. C. Comparação florística entre um fragmento de mata atlântica e ambientes associados (restinga e manguezal) na cidade de Salvador, Bahia **Candombá – Revista Virtual**, v. 3, n. 2, p. 138–148, 2007.

MAIA, L. P.; LACERDA, L. D.; MONTEIRO, L. H. U.; SOUZA, G. M. E. **Atlas dos Manguezais do Nordeste: Avaliação das Áreas de Manguezal dos Estados do Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba e Pernambuco**. Superintendência Estadual do Meio Ambiente, Fortaleza, 2005.

MARTINS, P. T. de A.; COUTO, E. C. G.; DELABIE, J. H. C. Phytosociology of the Cururupe river Mangrove (Ilhéus, Bahia State, Brazil) **Journal of Integrated Coastal Zone Management**, v. 11, n. 2, p. 163-169, 2011.

NASCIMENTO FILHO, G. A. do; COELHO JUNIOR, C.; CORREA, F. M.; LONGO, A. F. P.; GASPAR, F. L.; SCHWAMBORN, R. Desenvolvimento estrutural de bosque de mangue ao longo do gradiente de inundação do rio Arinquiná – Baía de Tamandaré, Pernambuco. **Boletim Técnico-científico do CEPENE**, Tamandaré, v. 15, n. 2, p. 31-37, 2007.

OLIVEIRA, A. E. S. de Caracterização do Mangue da Praia Gorda, Armação dos Búzios, Estado do Rio de Janeiro – RJ. **Revista Científica do Centro Universitário de Barra Mansa**, v. 9, n. 17, p. 52, 2007.

PARAGUASSU, L. A. A.; SILVA, M. N. da Caracterização fitossociológica do manguezal de Porto de Sauípe, Entre Rios, Bahia. **Revista Diálogos & Ciência**, Ano V, n. 12, p. 1-12, 2007.

PEREIRA, F. V. P.; FOLETTO, F.; MOREIRA, T. M.; GOMES, J. M. L.; BERNINI, E. Estrutura da vegetação em duas áreas com diferentes históricos de antropização no manguezal de Anchieta, ES. **Boletim do Laboratório de Hidrobiologia**, v. 22, p. 01-08, 2009.

PETRI, D. J. C.; BERNINI, E.; SOUZA, L. M.; REZENDE, C. E. Species distribution and structure of mangrove of the Benevente River, Anchieta, ES. **Biota Neotropical**, v. 11, n. 3, p. 107-116, 2011.

RODRÍGUEZ-ZÚÑIGA, M. T.; RAMÍREZ-GARCÍA, P.; GUTIÉRREZ-GRANADOS, G. Efectos de la extracción no controlada de madera sobre la comunidad y estructura de tamaños de los manglares de Alvarado, Veracruz, México. **Boletín de la Sociedad Botánica de México**, v. 89, p. 107-113, 2011.

SALES, J. B. de L.; MEHLIG, U.; NASCIMENTO, J. R.; RODRIGUES FILHO, L. F.; MENEZES, M. P. M. de Análise estrutural de dois bosques de mangue do rio Cajutuba, município de Marapanim, Pará, Brasil. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi, Ciências Naturais**, Belém, v. 4, n. 1, p. 27-35, 2009.

SANQUETA, C. R.; PIZZATTO, W.; PÉLLICO NETTO, S.; EISFELD, R. de L.; FIGUEIREDO FILHO, A. Dinâmica da estrutura horizontal de um fragmento de Floresta Ombrófila Mista no Centro-Sul do Paraná. **Revista Ciências Exatas e Naturais**, v. 3, n. 1, 2001.

SANQUETA, C. R.; WATZLAWICK, L. F.; CÔRTE, A. P. D.; FERNANDES, L. de A. V.; SIQUEIRA, J. D. P. **Inventários florestais: Planejamento e execução**. 2ª Edição – Revista ampliada, 316p. Curitiba, 2009.

SANTOS, H. V. S.; SANTOS, T. O.; HOLANDA, F. S. R. Indicadores para diagnóstico das alterações antrópicas no manguezal do estuário do rio São Francisco. **Tropical Oceanography**, Recife, v. 39, n. 2, p. 166-178, 2011.

SANTOS, T. de O.; ANDRADE, K. V. S. de; SANTOS, H. V. S.; CASTANEDA, D. A. F. G.; SANTANA, M. B. S.; HOLANDA, F. S. R.; SANTOS, M. J. C. Caracterização estrutural de bosques de mangue: Estuário do São Francisco. **Scientia Plena**, São Cristóvão, v. 8, 047315, 2012.

SANTOS, L. C. M. **Sistema estuarino-lagunar do rio São Francisco, zona costeira de Sergipe, Brasil: uso e cobertura da terra e diagnóstico ambiental dos manguezais.** (Dissertação de mestrado) Programa de Pós Graduação em Ciência Ambiental. Universidade de São Paulo. 203p., 2010.

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

SCHAEFFER-NOVELLI, Y.; CINTRÓN-MOLERO, G.; ADAIME, R. R.; CAMARGO, T. M. de. Variability of Mangrove Ecosystems along the Brazilian Coast. **Estuaries**, v. 13, n. 2, p. 204-218, 1990.

SILVA, L. O.; COSTA, D. A.; FILHO, K. do E. S. FERREIRA, H. D.; BRANDÃO, D. Levantamento florístico e fitossociológico em duas áreas de cerrado sensu stricto no Parque Estadual da Serra de Caldas Novas, Goiás. **Acta botânica Brasileira**, v. 16, n. 1, p. 43-53, 2002.

SILVA, M. A. B. da; BERNINI, E.; CARMO, T. M. S. do. Características estruturais de bosques de mangue do estuário do rio São Mateus, ES, Brasil. **Acta Botânica Brasileira**, v. 19, n. 3, p. 465-471, 2005.

SOARES, M. L. G. Estrutura vegetal e grau de perturbação dos manguezais da Lagoa da Tijuca, Rio de Janeiro, RJ, Brasil. **Revista Brasileira de Biologia**, v. 59, n. 3, p. 503-515, 1999.

SOARES, M. L. G.; CHAVES, F. de O.; CORRÊA, F. M.; SILVA JÚNIOR, C. M. G. da Diversidade Estrutural de Bosques de Mangue e sua Relação com Distúrbios de Origem Antrópica: o caso da Baía de Guanabara (Rio de Janeiro). **Anuário do Instituto de Geociências**, Rio de Janeiro, v. 26, p. 101-116, 2003.

SOUZA, M. L. DEL'REI; FALKENBERG, D. B.; AMARAL, L. G.; FRONZA, M. Phytosociology of the rio Tavares mangal (Santa Catarina Island, Florianópolis, SC). **Insula**, Florianópolis, n. 23, p. 99-119, 1994.

SOUZA, M. M. de A.; SAMPAIO, E. V. S. B., Variação Temporal da Estrutura dos Bosques de Mangue de Suape-PE após a construção do Porto. **Acta Botânica**, v. 15, n. 1, p. 1-12, 2001.

SOUZA, F. N. de; ARAÚJO, E. J. G. de; MELLO, J. M. de; SCOLFORO, J. R. S.; SILVA, C. P. de C. Composição florística e estrutura de dois fragmentos de floresta estacional semidecidual na bacia do Rio Grande, Minas Gerais. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v. 5, n. 2, p. 183-185, 2007. Nota científica.

SPALDING, M., KAINUMA, M., COLLINS, L. Earthscan. **World Mangrove Atlas**, 2010.

TOGNELLA, M. M. P.; OLIVEIRA, R. G. de. Manguezal do rio Camboriú: Dados preliminares. **Enciclopédia Biosfera**, Centro Científico Conhecer, Goiânia, v. 8, n. 15, p. 1828-1844, 2012.

TOMLINSON, P. B. **The botany of mangroves**: Cambridge University Press, Cambridge. 418p. 1986.

VALE, C. C. do. **Séries geomorfológicas costeiras do estado do Espírito Santo e os habitats para o desenvolvimento dos manguezais: uma visão sistêmica**. São Paulo. 386 p. Tese (Doutorado) – Universidade de São Paulo, DG-USP, 2004.

WALTERS, B. B.; RÖNNBÄCK, P.; KOVACS, J. M.; CRONA, B.; HUSSAIN, S. A.; BADOLA, R.; PRIMAVERA, J. H.; Barbier, E. B.; DAHDOUH-GUEBAS, F. Ethnobiology, socio-economics and management of mangrove forests: a review. **Aquatic Botany**, v. 89, p. 220–236, 2008.

4. ARTIGO 2

SAZONALIDADE DA PRODUÇÃO DE SERAPILHEIRA EM FLORESTAS DE MANGUE DO ESTUÁRIO DO RIO SÃO FRANCISCO

T. de O. SANTOS^{1,2}; K. V. S. de ANDRADE^{1,2}; H. V. S. SANTOS^{1,2}; D. A. F. G. CASTANEDA¹; M. B. S. SANTANA³; L. C. S. de MENZES¹; F. S. R. HOLANDA^{1,4}

¹Laboratório de Erosão e Sedimentação, Universidade Federal de Sergipe, 49100-000, São Cristóvão-SE, Brasil

²Programa de Pós-graduação em Agroecossistemas, Universidade Federal de Sergipe

³Programa de Pós-graduação em Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Lavras

⁴Departamento de Engenharia Agrônômica, Universidade Federal de Sergipe

Resumo – Para o monitoramento da produção de serapilheira, o manguezal da Costinha foi estratificado em estações denominadas A, B, C, D e E, utilizando os canais como divisores das mesmas. Em cada estação foram delimitados bosques representativos da estação, e para cada bosque foram alocadas 10 (dez) cestas coletoras, com área de 0,25 m² cada, totalizando 120 cestas para o monitoramento mensal, com duração de dois anos. O material coletado foi separado por compartimentos: folha, flor, fruto, galho, estípula e miscelânea, sendo folhas e frutos separados por espécie. A produção média de serapilheira foi de 13,53 t.ha⁻¹.ano⁻¹ no primeiro ano e 13,21 t.ha⁻¹.ano⁻¹ no segundo ano, não apresentando diferenças estatísticas (p>0,05) interanuais, no período avaliado. De modo geral, a produção de serapilheira, por compartimento, apresentou a seguinte ordem decrescente: Folhas > Galhos e Ramos > Estípulas > Frutos e Propágulos > Miscelânea > Flores, sendo o compartimento Folhas responsável por 71,46% da produção total. O manguezal apresentou taxa de caducifolia variável durante o período monitorado, porém verificou-se uma tendência de aumento na queda das folhas nas épocas mais quentes.

Palavras-chave: Sergipe; Ecossistema costeiro; Produção primária

Abstract - To monitor the production of litter from the mangrove Costinha was stratified stations termed A, B, C, D and E, using the same channel as dividers. At each station were representative of the station delimited woods, and the woods were allocated for each ten (10) collecting baskets, with an area of 0.25 m² each, totaling 120 baskets for monthly monitoring, lasting two years. The collected material was separated by compartments: leaf, flower, fruit, twig, stipule and miscellaneous and leaves and fruit separated by species. The average production of litter was 13.53 t.ha⁻¹.year⁻¹ in the first year and 13.21 t ha⁻¹.year⁻¹ in the second year, with no significant statistical differences (p>0.05) interannual, during the evaluation period. Generally, litter production, per compartment, submitted the following descending order: Leaves > Twigs and Branches > Stipules > Fruits and Propagating Material > Miscellaneous > Flowers, and the magazine "leaves" accounted for 71.46% of total production. The mangrove showed variable rate of shedding during the monitored period, but there was an increasing trend in the fall of leaves in warmer seasons.

Keywords: Sergipe of state; Coastal ecosystem; Primary production.

1 INTRODUÇÃO

A zona costeira representa menos de 5% da superfície da Terra, e é uma das regiões mais ativas em se tratando de interações biogeoquímicas da biosfera, no entanto, ainda não é devidamente reconhecida a sua importância quando se trata de fluxo global de carbono, que considera apenas os ambientes terrestre e oceânico (TWILLEY et al., 1992).

A dinâmica da região costeira, onde estão inseridos os manguezais, torna-os sistemas jovens submetidos a constantes modificações dos terrenos entremarés, como por exemplo, uma sequência de avanços (progradação) e recuos (erosão) da cobertura vegetal (SCHAEFFER-NOVELLI, 1987). Este ecossistema é caracterizado por vegetação lenhosa típica adaptada a condições extremas, como salinidade, solo inconsolidado, baixo teor de oxigênio e submetido à submersão pelas marés (SOARES et al., 2003; NASCIMENTO et al., 2006).

Florestas sequestram e armazenam mais carbono do que qualquer outro ecossistema terrestre e são um importante "freio" natural sobre as mudanças climáticas (GIBBS et al., 2007). Por isso, a vegetação é um fator estabilizador na circulação da matéria na biosfera e pode ser substancialmente influenciada pelas mudanças globais. O carbono proveniente da queima dos combustíveis fósseis e da destruição das florestas, esta sendo liberado na atmosfera em um ritmo sem precedentes na história geológica do planeta.

Em resposta às funções de força que variam em qualidade, tempo e intensidade, os manguezais podem formar sistemas florestais complexos com uma alta produção de biomassa e complexidade estrutural, exibindo uma grande variabilidade estrutural e funcional (PANITZ e PORTO FILHO, 1995).

A principal fonte de produção primária líquida dos manguezais são os compartimentos das plantas eliminados ao longo do seu ciclo de vida, denominados serapilheira ou litter. Esta se apresenta contínua no decorrer do ano, com picos evidenciados pela fenologia e variáveis climáticas (ODUM e HEALD, 1975; LEITAO-FILHO et al., 1993), sendo preponderantes para formação de detritos orgânicos que representam significativas fontes de energia nas cadeias tróficas marinhas (ABOHASSAN et al., 2012).

Como forma de quantificar a produção total, identificar a distribuição temporal (sazonalidade climática) e padrões fenológicos, vários estudos sobre serapilheira têm sido realizados (GWADA et al., 2000; TAROLA e MORELLATO, 2000; WERNECK et al., 2001; MARQUES e OLIVEIRA, 2004; FERNANDES et al., 2005; ROMERO et al., 2005; GONÇALVES et al., 2006; MEDEIROS et al., 2007; RAMOS e SILVA et al., 2007; VAN SLUYS et al., 2007; MENEZES et al., 2008; ESPIG et al., 2009; FERNANDO e

BANDEIRA, 2009; SCHEER et al., 2009; BERNINI e REZENDE, 2010; SCHEER et al., 2011; SOUZA e SAMPAIO, 2011; VENDRAMI et al., 2012), os quais, quando comparados, observam-se diferenças de produtividade ao longo de gradientes latitudinais, e entre zonas climáticas.

Os estudos de produção de serapilheira são importantes, visto que contribuem para a definição de modelos de fluxo e conteúdo de carbono em determinadas regiões e mostram, de forma mais consistente as suas dinâmicas ecossistêmicas (SANCHES et al., 2009). No entanto, para Gonçalves et al. (2006) a maioria dos estudos sobre produção de serapilheira utilizam curtos períodos de monitoramento, normalmente 12 meses, não sendo suficientes para esclarecer se as variações observadas na produção entre as diferentes áreas estudadas é consequência das características específicas destas áreas ou das variações interanuais nos fatores abióticos locais e regionais.

O presente estudo tem como objetivo comparar as taxas de produção de serapilheira em bosques de mangue da Costinha, estuário do rio São Francisco, Sergipe, no período de 02 (dois) anos para verificar as variações interanuais da produção total e de seus componentes.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudo

O estudo foi conduzido no manguezal da Costinha, região estuarina-lagunar do rio São Francisco (coordenadas em UTM 779971 E, 8836224 N) (Figura 1), com área de 3,2 ha, localizada entre os municípios de Pacatuba e Brejo Grande, Sergipe, Nordeste do Brasil. Segundo a ADEMA (2012), esse estuário ocupa uma área de 35,31 km², da qual 20,39 km² são cobertos por florestas de mangue. A temperatura média anual é de 25,7° C e a precipitação pluviométrica média anual de 1.201,7 mm, sendo as chuvas mais intensas comumente registradas entre os meses de março a agosto, com classificação climática de Köppen para a região como megatérmico seco a sub-úmido.

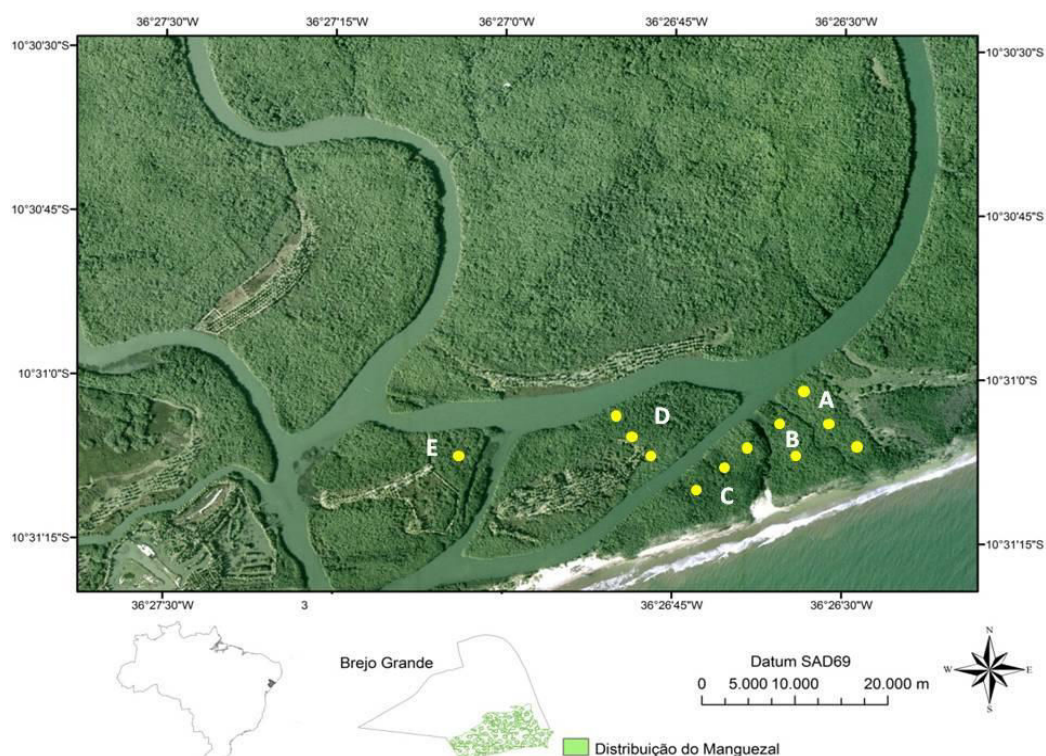


FIGURA 1. Fotografia aérea da Costinha, estuário do Rio São Francisco, SE, com ênfase na localização das estações (A, B, C, D e E) e identificação dos bosques de monitoramento de serapilheira

Coleta de dados

Para a caracterização do manguezal, procedeu-se uma estratificação da área em estações denominadas A, B, C, D e E, utilizando os canais como divisores das mesmas. Dentro de cada estação foram selecionados bosques apresentando composição florística, arquitetura e desenvolvimento estrutural, distintos. Em cada bosque foram alocadas 10 (dez) cestas coletoras, com área de 0,25 m² cada, confeccionadas com tubos de PVC com joelhos para ligação, tela de nylon (1 mm), e lacres para fixar a tela ao tubo, enumerados para facilitar a identificação, totalizando 120 cestas para o monitoramento mensal, com metodologia adaptada de Brown et al. (1989).

Um mês após a instalação dos coletores, foram iniciadas as coletas de serapilheira que se estendeu por 02 (dois) anos, que segundo Scheer et al. (2009) é considerado um tempo aceitável para esse tipo de estudo. O material coletado em campo foi acondicionado em sacos plásticos, com identificação da estação, do bosque e data do recolhimento. Em laboratório, o material foi separado por compartimentos: folha, flor, fruto, galho, estípula e miscelânea, sendo folhas e frutos separados por espécie. Após a triagem, o material foi seco em estufa a 60°C até peso constante sendo tomada a massa seca com auxílio de uma balança de precisão (0,01).

Para cada bosque, a partir da obtenção dos valores de produção média mensal, foram calculadas, por meio de somatório, as produções anuais de serapilheira. Esses valores, multiplicados pela área de cada bosque, possibilitaram o cálculo da produção total do manguezal da Costinha, considerando a conversão da produção em tonelada por hectare e por ano.

Por meio do software SISVAR 5.1, foi realizada a análise estatística (ANOVA) para comparação da produtividade dos compartimentos entre os bosques, e foi realizado Teste de Tukey, a partir de uma significância mínima de 95%.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A produção média de serapilheira, em diferentes florestas de mangue da Costinha, foi de 13,53 t.ha⁻¹.ano⁻¹ no primeiro ano e 13,21 t.ha⁻¹.ano⁻¹ no segundo ano, não apresentando diferenças estatísticas ($p>0,05$) interanuais, no período avaliado. Essa produção se apresenta dentro da faixa reportada para outros manguezais brasileiros, como observado por Bernini e Rezende (2010) para o manguezal do estuário do Rio Paraíba do Sul (13,1 t.ha⁻¹.ano⁻¹) e Fernandes et al. (2007) para Furo Grande, Bragança, Pará (9,85 ton.ha⁻¹.ano⁻¹).

De modo geral, a produção de serapilheira, por compartimento, apresentou a seguinte ordem decrescente (Figura 2): Folhas > Galhos e Ramos > Estípulas > Frutos e Propágulos > Miscelânea > Flores. A maior contribuição do compartimento “folhas”, responsável por 71,46% da produção total, pode ser justificada por sua representatividade na planta, além de que sua produção é ininterrupta durante todo o ciclo anual (FERNANDES et al., 2007), e aos ajustes nos períodos favoráveis e desfavoráveis dos ciclos vegetativos e reprodutivos das espécies vegetais (SILVA et al., 2009). Comportamento semelhante foi observado por Sales et al. (2009) no manguezal de Furo Grande, Bragança, Pará, como também em outros ecossistemas, por Cianciaruso et al. (2006) no cerradão na Estação Ecológica de Jataí, São Paulo.

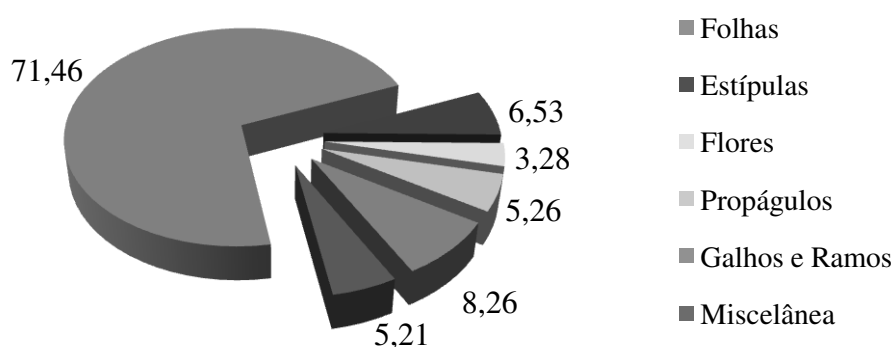


FIGURA 2. Percentual da produção de serapilheira por compartimentos, manguezal da Costinha, rio São Francisco

A produção anual de serapilheira do manguezal da Costinha é superior aos achados de Farias et al. (2006), que também avaliaram bosques mistos da península Bragantina, Bragança, Pará (4,93 ton.ha⁻¹.ano⁻¹). Os bosques do manguezal da Costinha apresentam um padrão de desenvolvimento estrutural semelhante, e são constituídos por bosques mistos de *Rhizophora mangle* e *Laguncularia racemosa* e em algumas áreas, registra-se *Avicennia* sp., porém, observar-se uma diferença de 8,6 ton.ha⁻¹.ano⁻¹, na comparação desses estudos (segundo Santos et al., 2012).

A produção de serapilheira apresentou valores totais estatisticamente diferenciados ($p \leq 0,05$), permitindo inferir uma maior produção de serapilheira nas florestas da Estação B quando comparada às demais estações (Tabela 1). Esse comportamento é justificado pelo recuo da linha de costa, que ocasionou carreamento gradativo de sedimentos, soterrando lentamente uma área expressiva da floresta (SANTOS et al., 2011) e promovendo assim, um estresse fenológico nas espécies, observado pela maior queda de folhas e partes reprodutivas (flores e propágulos).

TABELA 1. Média e Desvio Padrão da produção de serapilheira total e compartimentos (g.m⁻².dia⁻¹) por Estação no manguezal da Costinha, Rio São Francisco

COMPARTIMENTOS	ESTAÇÃO				
	A	B	C	D	E
Folhas	2,34 ± 0,71*	2,54 ± 0,66	2,29 ± 0,60	2,05 ± 0,04	2,49 ± 1,08
Estímulas	0,21 ± 0,06	0,32 ± 0,07	0,18 ± 0,06	0,18 ± 0,04	0,17 ± 0,07
Flores	0,08 ± 0,12	0,19 ± 0,16	0,12 ± 0,16	0,07 ± 0,08	0,12 ± 0,16
Propágulos	0,22 ± 0,64	0,24 ± 1,08	0,20 ± 0,67	0,08 ± 0,38	0,09 ± 0,37
Galhos e Ramos	0,38 ± 0,30	0,17 ± 0,17	0,35 ± 0,41	0,19 ± 0,17	0,25 ± 0,83
Miscelânea	0,20 ± 0,13	0,18 ± 0,10	0,20 ± 0,09	0,13 ± 0,06	0,15 ± 0,10
Total Geral	3,70 ± 1,15b	4,14 ± 1,27a	3,65 ± 1,11b	2,76 ± 0,54d	3,33 ± 1,42c

* Médias seguidas das mesmas letras na linha não diferem significativamente pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

Verificou-se ainda que, os compartimentos “flores” e “frutos e propágulos” apresentaram elevado desvio padrão, se mostrando em alguns casos maior que a própria média, o que segundo Bernini e Rezende (2007), é uma característica comumente atribuída a grande sazonalidade na queda de serapilheira, principalmente no ecossistema manguezal.

As florestas de mangue da Costinha apresentaram quatro picos de produção de serapilheira, dois no primeiro ano de coleta, em maio e novembro de 2009 (4,69 e 4,62 g.m⁻².dia⁻¹, respectivamente), e dois no segundo ano, em abril e junho de 2010 (4,73 e 4,61 g.m⁻².dia⁻¹, respectivamente) (Figura 3). Esses picos de produção verificados nos meses de maio/09 e abril/10 correspondem ao período de dispersão de partes reprodutivas (flores e propágulos), comportando-se de forma antecipada se comparado os dois anos. O pico de novembro/09 relaciona-se a um aumento na queda de “folhas”, e junho/10 com a maior queda

de “galhos e ramos”, final do período de liberação dos propágulos e aumento da abscisão foliar (Figura 4).

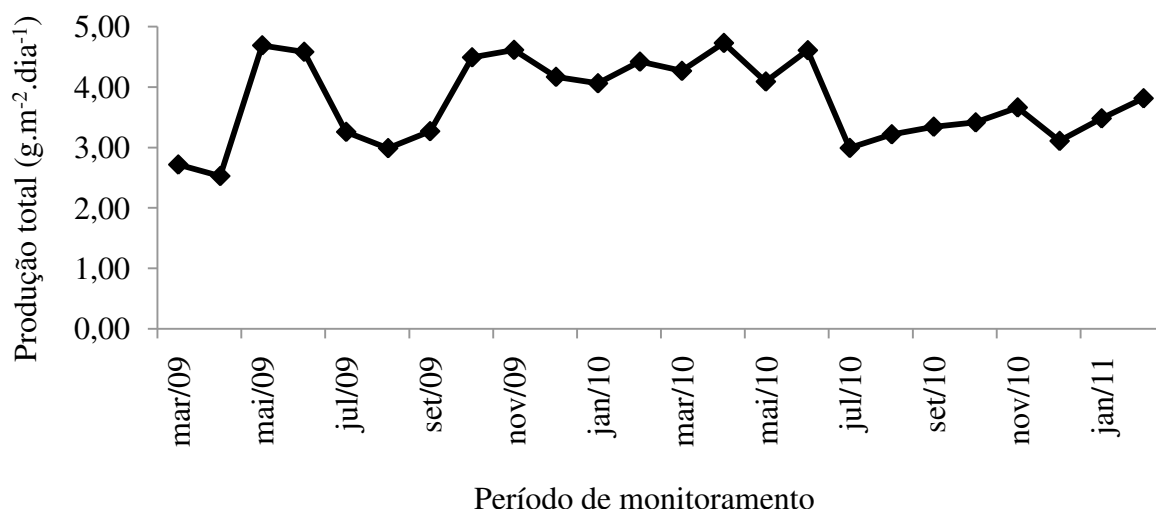


FIGURA 3. Variação temporal da produção média de serapilheira em dois anos de monitoramento, manguezal da Costinha, rio São Francisco

O manguezal apresentou taxa de caducifolia variável durante o período monitorado, porém verificou-se uma tendência de aumento na queda das folhas nas épocas mais quentes, como registrado no período de setembro/09 a janeiro/10 (Figura 4). Geralmente, a abscisão em manguezais ocorre com mais intensidade nos períodos em que há um aumento na duração do dia, ou seja, maior exposição à radiação solar (GONÇALVES et al., 2006; FERNANDO e BANDEIRA, 2009), porém os galhos não acompanharam o mesmo comportamento, registrando valores maiores nos meses de maio a agosto, que é o período chuvoso na região.

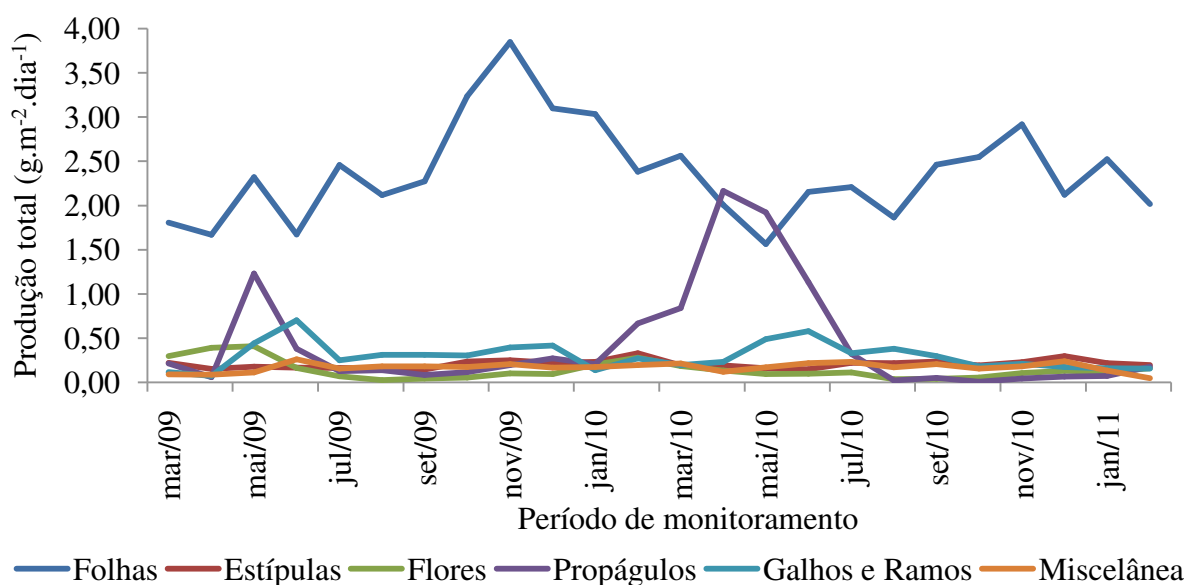


FIGURA 4. Produção média da serapilheira por compartimentos em dois anos de monitoramento, manguezal da Costinha, rio São Francisco

Em relação às partes reprodutivas (Flores e Propágulos), observa-se maior dispersão no período chuvoso, de março a agosto, com produção próxima à zero no restante do ano. Este comportamento está relacionado à fenologia das espécies de ocorrência na área, uma vez que durante o período das chuvas é observada a dispersão de propágulos por hidrocoria, conforme relatado por Fernandes et al. (2007).

Em relação à produção de serapilheira por espécie (Figura 5) nota-se uma maior contribuição da *R. mangle*. No manguezal da Costinha, essa espécie apresenta maior Densidade, Dominância e Frequência, nos termos relativos de ocorrência, o que consequentemente garante o maior Valor de Importância, como observado por Santos et al.(2012). Vale destacar que essa espécie lança folhas durante todo o ano e que novas folhas também são produzidos continuamente (MENEZES et al., 2008). Foi observado o maior pico de produção de folhas na estação chuvosa do primeiro ano de monitoramento (novembro/09), podendo ser creditado a menor salinidade do solo, como observado por Mehlig (2006). Em períodos de maior pluviosidade, consequentemente, a velocidade do escoamento também é alterada e a salinidade torna-se reduzida, podendo ser observada pelo aumento de sedimentos e nutrientes em águas costeiras (ESLAMI ANDARGOLI et al., 2009).

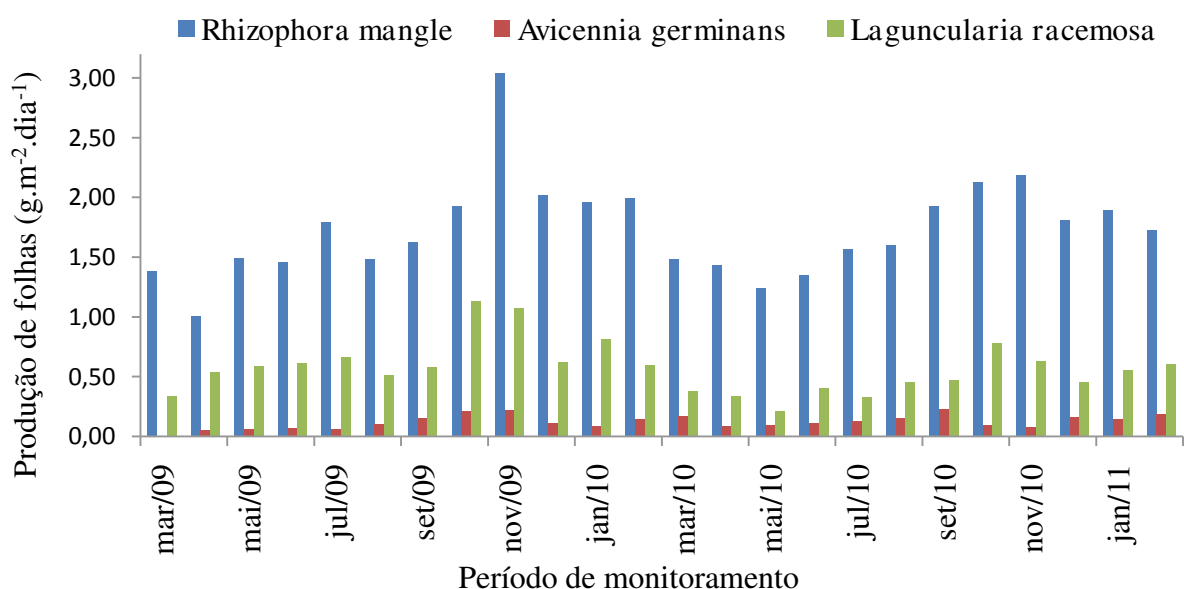


FIGURA 5. Produção mensal de folhas por espécie no manguezal da Costinha, rio São Francisco, em dois anos de monitoramento

É importante destacar que a menor produção de serapilheira das espécies *Laguncularia racemosa* e *Avicennia* sp. se deve ao reduzido número de indivíduos registrados no manguezal da Costinha, fazendo-se necessário outros estudos no manguezal do rio São Francisco, que incorporem essas espécies para possíveis comparações entre elas.

4 CONCLUSÕES

O monitoramento da produção de serapilheira nas florestas de mangue da Costinha permitiu identificar períodos fenológicos importantes, como a dispersão de propágulos que ocorre nos meses de maio e junho.

Existe uma tendência das espécies dos manguezais da Costinha apresentarem picos reprodutivos em épocas de alta precipitação.

A estimativa obtida para a produção média de serapilheira no manguezal da Costinha, monitorada por dois anos foi de $13,37 \pm 2,01 \text{ t.ha}^{-1}.\text{ano}^{-1}$, sendo o compartimento folhas o principal contribuinte.

Rhizophora mangle, por ser a espécie com maior representatividade e desenvolvimento estrutural é a principal contribuinte para a produção de serapilheira do manguezal da Costinha.

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADMINISTRAÇÃO ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE (ADEMA). **Seminário do Levantamento Quantitativo do Manguezal de Sergipe**, 2012. Disponível em: <http://www.adema.se.gov.br/modules/news/article.php?storyid=249>

ABOHASSAN, R. A. A.; OKIA, C. A.; AGEA, J. G.; KIMOND, J. M. e McDONALD, M. M. Perennial biomass production in arid mangrove system on the red sea coast of Saudi Arabia. **Environmental Research**, v. 6, n. 1, p. 22-31, 2012.

BERNINI, E.; REZENDE, C.E.. Produção de serapilheira em florestas de mangue do estuário do rio Paraíba do Sul, Rio de Janeiro, Brasil. In: **XII Congresso Latino- Americano de Ciências do Mar – XII COLACMAR**. Florianópolis, 15 a 19 de abril, 2007.

BERNINI, E.; REZENDE, C. E. Litterfall in a mangrove in Southeast Brazil. **Pan-American Journal of Aquatic Sciences**, v. 5, n. 4, p. 508-519, 2010.

BROWN, S. GILLESPIE, A. J. R.; LUGO, A. E. Biomassestimation methods for tropical forests with applications to forest inventory data. **Forest Science**, v. 35, n. 4, p. 881-902, 1989.

CIANCIARUSO, M. V.; PIRES, J. S. R.; DELITTI, W. B. C.; SILVA, E. F. L. P. da. Produção de serapilheira e decomposição do material foliar em um cerradão na Estação Ecológica de Jataí, município de Luiz Antônio, SP, Brasil. **Acta botônica brasílica**, v. 20, n. 1, p. 49-59, 2006

COLE, D.; RAPP, M. Elemental cycling in forested ecosystems. In: REICHLE, D. E., ed. 48 **Dynamic properties of forest ecosystems**. Cambridge: Cambridge University Press. p. 341-409, 1980.

ESPIG, S. A.; FREIRE, F. J.; MARANGON, L. C.; FERREIRA, R. L. C., FREIRE, M. B. G. dos; ESPIG, D. B. Sazonalidade, composicao e aporte de nutrientes da serapilheira em fragmento de mata atlantica. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 33, n. 5, p. 949-956, 2009.

FARIAS, A. do S. C.; FERNANDES, M. E. B.; REISE, A. Comparação da produção de serapilheira de dois bosques de mangue com diferentes padrões estruturais na península Bragantina, Bragança, Pará. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi Ciências Naturais**, Belém, v. 1, n. 3, p. 53-60, 2006.

FERNANDES, M. E. B.; VIRGULINO, A. R. da C.; NASCIMENTO, A. A. M. do; RODRIGUES, L. F. P. Padrões de floração e frutificação em *Laguncularia racemosa* (L.) Gaertn. f.: uma avaliação metodológica. **Boletim do Laboratório de Hidrobiologia**, v. 18, p. 33-38, 2005.

FERNANDES, M. E. B.; NASCIMENTO, A. A. M. do; CARVALHO, M. L., Estimativa da produção anual de serapilheira dos bosques de mangue no Furo Grande, Bragança, Pará. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 31, n. 5, p. 949-958, 2007.

FERNANDO, S. M. C.; BANDEIRA, S. O. Litter fall and decomposition of mangrove species *Avicennia marina* and *Rhizophora mucronata* in Maputo Bay, Mozambique. **Western Indian Ocean Journal of Marine Science**, v. 8, n. 2, p. 173-182, 2009.

GIBBS, H. K.; BROWN, S.; NILES, J. O.; FOLEY, J. A. Monitoring and estimating tropical forest carbon stocks: making REDD a reality. **Environ. Res. Lett**, v. 2, 045023, p. 1-13, 2007.

GONÇALVES, A. do S. da; FERNANDES, M. E. B.; CARVALHO, M. L. Variação anual da produção de serapilheira em bosques de mangue no Furo Grande, Bragança, Pará. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi Ciências Naturais**, Belém, v. 1, n. 3, p. 35-42, 2006.

GWADA, P.; MAKOTO, T.; UEZU, Y. Leaf phenological traits in the mangrove *Kandelia candel* (L.) Druce. **Aquatic Botany**, v. 68, p. 1-14. 2000.

MARQUES, M. C. M.; OLIVEIRA, P. E. A. M. Fenologia de espécies do dossel e do sub-bosque de duas Florestas de Restinga na Ilha do Mel, sul do Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, v.27, n.4, p.713-723, 2004.

MEDEIROS, D. P. W. de; LOPES, A. V.; ZICKEL, C. S. Phenology of woody species in tropical coastal vegetation, northeastern Brazil. **Flora**, V. 202, p. 513-520, 2007.

MEHLIG, U. Phenology of the red mangrove, *Rhizophora mangle* L., in the Caeté estuary, Pará, Equatorial Brazil. **Aquatic Botany**, v. 84, p. 158-164, 2006.

- MENEZES, M. P. M. de; BERGER, Uta; MEHLIG, Ulf. Mangrove vegetation in Amazonia: a review of studies from the coast of Pará and Maranhão States, north Brazil. **Acta Amazônica**, v. 38, n.3, p. 403-420, 2008.
- NASCIMENTO, R. E. S. A.; MEHLIG, U.; ABREU, M. M. O.; MENEZES, M. P. M. de. Produção de serapilheira em um fragmento de bosque de terra firme e um manguezal vizinhos na península de Ajuruteua, Bragança, Pará. **Ciências naturais**, Belém, v. 1, n. 3, p. 71-76, 2006.
- PANITZ, C. M. N.; PORTO FILHO, E. O manguezal do rio Caveiras, Biguaçu-SC um estudo de caso. IV: Principais tensores e capacidade de recuperação do ecossistema. **Oecologia Brasiliensis**, v. 1, p. 543-556, 1995.
- RAMOS e SILVA, C. A.; OLIVEIRA, S. R.; REGO, R. D. P.; MOZETO, A. A. Dynamics of phosphorus and nitrogen through litter fall and decomposition in a tropical mangrove forest. **Marine Environmental Research**, v. 64, p. 524–534, 2007.
- ROMERO, L. M.; SMITH III, T. J.; FOURQUREAN, J. W. Changes in mass and nutrient content of wood during decomposition in a south Florida mangrove forest. **Journal of Ecology**, v. 93, 618–631, 2005.
- SALES, J. B. de L.; MEHLIG, U.; NASCIMENTO, J. R.; RODRIGUES FILHO, L. F.; MENEZES, M. P. M. de Análise estrutural de dois bosques de mangue do rio Cajutuba, município de Marapanim, Pará, Brasil. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi, Ciências Naturais**, Belém, v. 4, n. 1, p. 27-35, 2009.
- SANCHES, L., VALENTINI, C.M.A., BIUDES, M.S. e NOGUEIRA, J.S.. Dinâmica sazonal da produção e decomposição de serrapilheira em floresta tropical de transição. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 13, n. 2, p. 183-189, 2009.
- SANTOS, H. V. S.; SANTOS, T. O.; HOLANDA, F. S. R. Indicadores para diagnóstico das alterações antrópicas no manguezal do estuário do rio São Francisco. **Tropical Oceanography**, Recife, v. 39, n. 2, p. 166-178, 2011.
- SANTOS, T. de O.; ANDRADE, K. V. S. de; SANTOS, H. V. S.; CASTANEDA, D. A. F. G.; SANTANA, M. B. S.; HOLANDA, F. S. R.; SANTOS, M. J. C. Caracterização estrutural de bosques de mangue: Estuário do São Francisco. **Scientia Plena**, São Cristóvão, v. 8, 047315, 2012.
- SCHAEFFER-NOVELLI, Y. **Manguezais brasileiros: região sudeste-sul**. In: SIMPÓSIO SOBRE ECOSSISTEMAS DA COSTA SUL E SUDESTE BRASILEIRA, 1. Cananéia, 1987. Síntese dos conhecimentos. São Paulo, Academia de Ciências do estado de São Paulo, Publicações ACIESP 54, 1987. v. 1, 78p.
- SCHEER, M. B.; GATTI, G.; WISNIEWSKI, C.; MOCOCHINSKI, A. Y.; CAVASSANI, A. T.; LORENZETTO, A.; PUTINI, F. Patterns of litter production in a secondary alluvial

Atlantic Rain Forest in southern Brazil. **Revista Brasileira de Botânica**, v.32, n.4, p.805-817, 2009.

SCHEER, M. B.; GATTI, G.; WISNIEWSKI, C. Nutrient fluxes in litterfall of a secondary successional alluvial rain forest in Southern Brazil. **Revista de Biología Tropical** (Int. J. Trop. Biol. ISSN-0034-7744), v. 59, n. 4, p. 1869-1882, 2011.

SILVA, C. J. da, LOBO, F. de A., BLEICH, M. E., SANCHES, L. Contribuição de folhas na formação da serrapilheira e no retorno de nutrientes em floresta de transição no norte de Mato Grosso. **Revista Acta Amazônica**, vol. 39, n.3, pág. 591 – 600, 2009

SOARES, M. L. G.; CHAVES, F. de O.; CORRÊA, F. M.; SILVA JÚNIOR, C. M. G. da Diversidade Estrutural de Bosques de Mangue e sua Relação com Distúrbios de Origem Antrópica: o caso da Baía de Guanabara (Rio de Janeiro). **Anuário do Instituto de Geociências – UFRJ**, v. 26, 2003.

SOUZA, M. M. A.; SAMPAIO, E. V. S. B. Predation on propagules and seedlings in mature and regenerating mangroves in the coast of Ceará, Brazil. **Hydrobiologia**, v. 661, p. 179–186, 2011.

TALORA, D. C.; MORELLATO, P.C. Fenologia de espécies arbóreas em floresta de planície litorânea do sudeste do Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v.23, n.1, p.13-26, 2000.

TWILLEY, R.R.; CHEN, R.H.; HARGIS, T. Carbon sinks in mangroves and their implications to carbon budget of tropical coastal ecosystems. **Water, Air e Soil Pollution**, v. 64, n. 1-2, p. 265-288, 1992.

VAN SLUYS, M.; VRCIBRADIC, D.; ALVES, M. A. S.; BERGALLO, H. G.; ROCHA, C. F. D. Ecological parameters of the leaf-litter frog community of an Atlantic Rainforest area at Ilha Grande, Rio de Janeiro state, Brazil. **Austral Ecology**, v. 32, p. 254–260, 2007.

VENDRAMI, J. L.; JURINITZ, C. F.; CASTANHO, C. de T.; L. LORENZO, L.; OLIVEIRA, A. A. de. Litterfall and leaf decomposition in forest fragments under different successional phases on the Atlantic Plateau of the state of Sao Paulo, Brazil. **Biota Neotropica**, v. 12, n. 3, 2012.

WERNECK, M. de S.; PEDRALLI, G.; GIESEKE, L. F. Produção de serrapilheira em três trechos de uma floresta semidecídua com diferentes graus de perturbação na Estação Ecológica do Tripuí, Ouro Preto, MG. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v.24, n.2, p.195-198, 2001.

5. CONCLUSÕES GERAIS

O manguezal estudado apresentou alto desenvolvimento estrutural, sendo a *Rhizophora mangle* a espécie que obteve os maiores índices fitossociológicos.

A competição interespecífica provavelmente está influenciando a distribuição espacial das espécies vegetais na região, uma vez que as florestas de *Av. sp.* estão sendo gradualmente substituída por *L. racemosa* e/ou *R. mangle*.

A *Laguncularia racemosa* é a espécie mais explorada pela população local em termos de madeira, e vem sofrendo gradativamente uma alteração na sua estrutura, apresentando-se mais ramificada e pouco desenvolvida.

Com finalidade de mitigar os impactos, causados por atividades impactantes, ao ecossistema manguezal devem ser estabelecidos programas de recuperação, por meio do isolamento de área, propiciando a regeneração natural.

O monitoramento da produção serapilheira nas florestas de mangue da Costinha permitiu identificar períodos fenológicos importantes, como a dispersão de propágulos que ocorre nos meses de maio e junho. Essas informações podem orientar a um período de maior fiscalização por órgãos competentes, visando auxiliar a regeneração natural.

Existe uma tendência das espécies dos manguezais da Costinha apresentarem picos reprodutivos em épocas de alta precipitação.

A estimativa obtida para a produção média de serapilheira no manguezal da Costinha, monitorada por dois anos foi de $13,37 \pm 2,01 \text{ t.ha}^{-1}.\text{ano}^{-1}$, sendo o compartimento folhas o principal contribuinte.

Rhizophora mangle, por ser a espécie com maior representatividade e desenvolvimento estrutural é a principal contribuinte para a produção de serapilheira do manguezal da Costinha.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABOHASSAN, R. A. A.; OKIA, C. A.; AGEA, J. G.; KIMOND, J. M. e McDONALD, M. M. Perennial biomass production in arid mangrove system on the red sea cost of Saudi Arabia. **Environmental Research**, v. 6, n. 1, p. 22-31, 2012.

ADMINISTRAÇÃO ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE (ADEMA). **Seminário do Levantamento Quantitativo do Manguezal de Sergipe**, 2012. Disponível em: <http://www.adema.se.gov.br/modules/news/article.php?storyid=249>

ALVES, N.M.S.; FONTES, A.L.; SILVA, D.B.; ALMEIDA, J.A.P. Dinâmica geoambiental, processos morfodinâmicos e uso das terras em Brejo Grande, Baixo São Francisco – Sergipe. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 8, n. 2, p. 11-21, 2007.

ALONGI, D. M. **Paradigm shifts in mangrove biology**. p. 615-634. In: Wolanski EJ, Perillo GME, Cahoon DR and Brinson MM (eds) Coastal Wetlands: An Integrated Ecosystem Approach. Elsevier. 974, 2009.

BARBIER, E. B.; HACKER, S. D.; KENNEDY, C.; KOCH, E. W; STIER, A. C.; SILLIMAN, B. R. The value of estuarine and coastal ecosystem services. **Ecological Monographs**, v. 81, n. 2, p. 169–193, 2011.

BERNINI, E.; REZENDE, C. E. Estrutura da vegetação em florestas de mangue do estuário do rio Paraíba do Sul, Estado do Rio de Janeiro, Brasil. **Acta Botânica**, v. 18, n. 3, p. 491-502, 2004.

BERNINI, E.; REZENDE, C.E. **Produção de serapilheira em florestas de mangue do estuário do rio Paraíba do Sul, Rio de Janeiro, Brasil**. In: XII Congresso Latino-Americano de Ciências do Mar – XII COLACMAR. Florianópolis, 15 a 19 de abril, 2007.

BERNINI, E.; REZENDE, C. E. **Estuário do rio Paraíba do Sul: produção de serapilheira em florestas de mangue**. In: Anais III Congresso Brasileiro de Oceanografia – I Congresso Ibero-Americano de Oceanografia. Fortaleza (CE), 20 a 24 de maio de 2008.

BERNINI, E. e REZENDE, C. E. Variação estrutural em florestas de mangue do estuário do rio Itabapoana, ES-RJ. **Biotemas**, v. 23, n. 1, p. 49-60, 2010.

BERNINI, E.; REZENDE, C. E. Vegetation structure in a mangrove forest in Southeastern Brazil. **Pan-American Journal of Aquatic Sciences**, v. 6, n. 3, p. 193-209, 2011.

BLASCO, F.; AIZPURU, M.; GERS, C. Depletion of the mangroves of Continental Asia. **Wetlands Ecology and Management**, v. 9, p. 245–256, 2001.

BOUILLON, S; BORGES, A. V.; CASTAÑEDA-MOYA, E.; DIELE, K.; DITTMAR, T.; DUKE, N. C.; KRISTENSEN, E.; Lee, S. Y.; MARCHAND, C.; MIDDELBURG, J. J.; RIVERA-MONROY, V. H.; SMITH III, T. J.; TWILLEY, R. R. Mangrove production and

carbon sinks: a revision of global budget estimates. **Geophysical Research**, v. 10, EGU 2008-A-02381, 2008 SRef-ID: 1607-7962/gra/EGU2008-A-02381 EGU General Assembly 2008.

BROWN, S. GILLESPIE, A. J. R.; LUGO, A. E. Biomass estimation methods for tropical forests with applications to forest inventory data. **Forest Science**, v. 35, n. 4, p. 881-902, 1989.

CAMARGOS, M. N. **Análise da proteção jurídica dos manguezais e o planejamento territorial na Baixada Santista**. Dissertação (Mestrado em Direito) – Programa de Mestrado em Direito, Universidade Católica de Santos, 2007.

CARVALHO, M. E. S.; FONTES, A. L. A Carcinicultura no Espaço Litorâneo Sergipano **Revista da Fapese**, v. 3, n. 1, p. 87-112, 2007.

CAVALCANTI, V. F.; SOARES, M. L. G.; ESTRADA, G. C. D.; CHAVES, F. O. Evaluating mangrove conservation through the analysis of forest structure data. **Journal of Coastal Research**, v. 56, p. 390–394, 2009.

CHAVES, F. de O. **Análise dos padrões de zonation e sucessão de espécies de mangue na região de Guaratiba, Baía de Sepetiba – RJ**. Trabalho de conclusão de Curso. Bacharelado em Oceanografia. Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2001.

CIANCIARUSO, M. V.; PIRES, J. S. R.; DELITTI, W. B. C.; SILVA, E. F. L. P. da. Produção de serapilheira e decomposição do material foliar em um cerradão na Estação Ecológica de Jataí, município de Luiz Antônio, SP, Brasil. **Acta Botânica Brasílica**, v. 20, n. 1, p. 49-59, 2006

CIENTEC. Software Mata Nativa 2: **Sistema para Análise Fitossociológica, Elaboração de Inventários e Planos de Manejo de Florestas Nativas**. Viçosa - MG: Cientec, 2006.

CINTRON, G. e SCHAEFFER-Novelli, Y. Características y desarrollo structural de los manglares de norte y sur America. **Ciência Interamericana**, v. 25, n. 1, p. 4-15, 1985.

COLE, D.; RAPP, M. **Elemental cycling in forested ecosystems**. In: REICHLE, D. E., ed. 48 Dynamic properties of forest ecosystems. Cambridge: Cambridge University Press. p. 341-409, 1980.

CUNHA, C de J.; HOLANDA, F. S. R. **Estrutura, função e propriedades de agroecossistemas: um estudo de caso no estuário do rio São Francisco**. In: III Congresso Brasileiro de Sistemas, Florianópolis – SC. 24-25 de outubro, 2007.

ESPIG, S. A.; FREIRE, F. J.; MARANGON, L. C.; FERREIRA, R. L. C., FREIRE, M. B. G. dos; ESPIG, D. B. Sazonalidade, composição e aporte de nutrientes da serapilheira em fragmento de mata atlântica. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 33, n. 5, p. 949-956, 2009.

ESTRADA, G. C. D. **Análise da variabilidade estrutural de florestas de mangue de Guaratiba, Rio de Janeiro – RJ.** Dissertação (Mestrado em Ecologia) - Programa de Pós-Graduação em Ecologia, Universidade Federal do Rio de Janeiro (2009).

FARIAS, A. do S. C.; FERNANDES, M. E. B.; REISE, A. Comparação da produção de serapilheira de dois bosques de mangue com diferentes padrões estruturais na península Bragantina, Bragança, Pará. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi Ciências Naturais**, Belém, v. 1, n. 3, p. 53-60, 2006.

FELFILI, J. M.; REZENDE, R. P. **Técnicas florestais: Conceitos e métodos em fitossociologia.** Brasília: UNB, v. 5, n. 1, 2003. 68 p. (Comunicações).

FELLER, I. C.; LOVELOCK, C. E.; BERGER, U.; MCKEE, K. L.; JOYE, S. B.; BALL, M. C. Biocomplexity in Mangrove Ecosystems. **Annual Review of Marine Science**, v. 2, p. 395-417, 2010.

FERNANDES, M. E. B.; VIRGULINO, A. R. da C.; NASCIMENTO, A. A. M. do; RODRIGUES, L. F. P. Padrões de floração e frutificação em *Laguncularia racemosa* (L.) Gaertn. f.: uma avaliação metodológica. **Boletim do Laboratório de Hidrobiologia**, v. 18, p. 33-38, 2005.

FERNANDES, M. E. B.; NASCIMENTO, A. A. M. do; CARVALHO, M. L., Estimativa da produção anual de serapilheira dos bosques de mangue no Furo Grande, Bragança, Pará. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 31, n. 5, p. 949-958, 2007.

FERNANDO, S. M. C.; BANDEIRA, S. O. Litter fall and decomposition of mangrove species *Avicennia marina* and *Rhizophora mucronata* in Maputo Bay, Mozambique. **Western Indian Ocean Journal of Marine Science**, v. 8, n. 2, p. 173-182, 2009.

FINOL, H. Nuevos parâmetros a considerar-se en el análisis estructural de las selvas vírgenes tropicales. **Revista Forestal Venezolana**, Merida, v. 14, n. 21, p. 24-42, 1971.

GIBBS, H. K.; BROWN, S.; NILES, J. O.; FOLEY, J. A. Monitoring and estimating tropical forest carbon stocks: making REDD a reality. **Environ. Res. Lett**, v. 2, 045023, p. 1-13, 2007.

GIRI, C., OCHIENG, E., TIESZEN, L.L., ZHU, Z., SINGH, A., LOVELAND, T., MASEK, J., DUKE, N. Status and distribution of mangrove forests of the world using earth observation satellite data. **Global Ecology and Biogeography**, v. 20, p. 154-159, 2011.

GONÇALVES, A. do S. da; FERNANDES, M. E. B.; CARVALHO, M. L. Variação anual da produção de serapilheira em bosques de mangue no Furo Grande, Bragança, Pará. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi Ciências Naturais**, Belém, v. 1, n. 3, p. 35-42, 2006.

GONÇALVES, F. B. **Florística, Fitossociologia e banco de plântulas em área de manguezal, na Floresta Nacional do Ibura, Nossa Senhora do Socorro-SE.** Monografia de graduação, Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, SE, 2009.

GRACE, J.; LLOYD, J.; MCINTYRE, J.; MIRANDA, A.C.; MEIR, P.; MIRANDA, H.S.; NOBRE, C.; MONCRIEFF, J.; MASSHEDER, J.; MAHLI, Y.; WRIGHT, I.; GASH, J. Carbon dioxide uptake by undisturbed tropical rainforest in southwest Amazonia, 1992-1993. **Science**, v. 270, p. 778-780, 1995.

GWADA, P.; MAKOTO, T.; UEZU, Y. Leaf phenological traits in the mangrove *Kandelia candel* (L.) Druce. **Aquatic Botany**, v. 68, p. 1-14. 2000.

HENRIQUES, M. P.; SOARES, M. L. G.; SANTOS, D. M. C. Caracterização estrutural das florestas de mangue da Estação Ecológica da Guanabara – Rio de Janeiro, RJ. **Saúde & Ambiente em Revista**, Duque de Caxias, v. 7, n. 1, p. 33-46, 2012.

JIMENEZ, J.A. **Rhizophora mangle L. Red mangrove**. Publication SO-ITF-SM-2. Rio Piedras, PR: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Southern Forest Experiment Station, Institute of Tropical Forestry. 7 p. 1985.

JIMENEZ, J.A. **Laguncularia racemosa (L.) Gaertn. f. White mangrove**. Publication SO-ITF-SM-3. Rio Piedras, PR: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Southern Forest Experiment Station, Institute of Tropical Forestry. 4 p. 1985.

JIMENEZ, J.A.; LUGO, A.E. **Avicennia germinans (L.) L. Black mangrove**. Publication SO-ITF-SM-4. Rio Piedras, PR: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Southern Forest Experiment Station, Institute of Tropical Forestry. 6 p. 1985.

JIMENEZ, J. A. The Structure and Function of Dry Weather Mangroves on the Pacific Coast of Central America, with Emphasis on *Avicennia bicolor* Forests. **Estuaries**, v.13, n. 2, p. 182-192, 1990.

KOCH, E. W.; BARBIER, E. B.; SILLIMAN, B. R.; REED, D. J.; PERILLO, G. ME; HACKER, S. D.; GRANEK, E. F.; PRIMAVERA, J. H.; MUTHIGA, N.; POLASKY, S.; HALPERN, B. S.; KENNEDY, C. J.; KAPPEL, C. V.; WOLANSKI, E. Non-linearity in ecosystem services: Temporal and spatial variability in coastal protection. **Frontiers in Ecology and the Environment**, v. 7, n. 1, p. 29-37, 2009.

KRISTENSEN, E.; BOUILLON, S.; DITTMAR, T.; MARCHAND, C. Organic carbon dynamics in mangrove ecosystems: A review. **Aquatic Botany**, v. 89, p. 201-219, 2008.

LACERDA, L. D., MARINS, R. V. River damming and changes in mangrove distribution. **ISME/Glomis Electronic Journal**, v. 2, n. 1, p.1-4, 2002.

LANDIM, M.; GUIMARÃES, C. P. Manguezais do Rio Sergipe. In: ALVES, J. P. **Rio Sergipe: importância, vulnerabilidade e preservação**. São Cristóvão: Editora UFS, 2006. p.195-221.

LONGHI, S. J.; SELLE, G. L.; RAGAGNIN, L. I. M.; DAMIANI, J. E. Composição florística e estrutura fitossociológica de um “Capão” de *Podocarpus lambertii* Klotz, no Rio Grande do Sul. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 2, p. 9-26, 1992.

LUGO, A. E.; SNEDAKER, S. C. The ecology of mangroves. **Annual Reviews of Ecology and Systematics**, v. 5, p. 39-64, 1974.

MACEDO, T.S.; FERNANDES, L. L.; SILVA, D. F. da; VARJÃO, A. S.; NEVES, A. S. das; PIGOZZO, M. C. Comparação florística entre um fragmento de mata atlântica e ambientes associados (restinga e manguezal) na cidade de Salvador, Bahia. **Candombá – Revista Virtual**, v. 3, n. 2, p. 138–148, 2007.

MAIA, L. P.; LACERDA, L. D.; MONTEIRO, L. H. U.; SOUZA, G. M. E. Atlas dos **Manguezais do Nordeste: Avaliação das Áreas de Manguezal dos Estados do Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba e Pernambuco**. Superintendência Estadual do Meio Ambiente, Fortaleza, 2005.

MALHI, Y.; NOBRE, A. D.; GRACE, J.; KRUIJT, B.; PEREIRA, M.G.P.; CULF, A.; SCOTT, S. Carbon dioxide transfer over a central Amazonian rain forest. **Journal of Geophysical Research – Atmospheres**, v. 103, n. 24, p. 31593–31612, 1998.

MARQUES, M. C. M.; OLIVEIRA, P. E. A. M. Fenologia de espécies do dossel e do sub-bosque de duas Florestas de Restinga na Ilha do Mel, sul do Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, v.27, n.4, p.713-723, 2004.

MARTINS, P. T. de A.; COUTO, E. C. G.; DELABIE, J. H. C. Phytosociology of the Cururupe river Mangrove (Ilhéus, Bahia State, Brazil). **Journal of Integrated Coastal Zone Management**, v. 11, n. 2, p. 163-169, 2011.

MEDEIROS, A. C. de S.; ZANON, A. Conservação de sementes de aroeira-vermelha (*Schinus terebinthifolius* RADDI). **Boletim de Pesquisa Florestal**, Colombo, n. 36, p.11-20, 1998.

MEDEIROS, D. P. W. de; LOPES, A. V.; ZICKEL, C. S. Phenology of woody species in tropical coastal vegetation, northeastern Brazil. **Flora**, v. 202, p. 513–520, 2007.

MEHLIG, U. Phenology of the red mangrove, *Rhizophora mangle* L., in the Caeté estuary, Pará, Equatorial Brazil. **Aquatic Botany**, v. 84, p. 158–164, 2006.

MENEZES, M. P. M. de; BERGER, U.; MEHLIG, U. Mangrove vegetation in Amazonia: a review of studies from the coast of Pará and Maranhão States, north Brazil. **Acta Amazônica**, v. 38, n.3, p. 403-420, 2008.

MENEZES, L. C. S. de. **Estrutura e produção de serapilheira de floresta de mangue na região estuarina-lagunar do baixo São Francisco sergipano**. Dissertação (Mestrado em Agroecossistemas) – Programa Pós-Graduação e Estudos em Recursos Naturais, Universidade Federal de Sergipe, 2010.

MORAES, L. E. de S.; GHERARDI, D. F. M.; FONSECA, L. M. G. **Análise multi-temporal da cobertura vegetal do tipo manguezal da APA de Guapimirim (RJ) através do**

processamento de imagens TM-LANDSAT. In: XIV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Natal, Brasil, 25-30 abril 2009, INPE, p. 4615-4622.

NASCIMENTO, R. E. S. A.; MEHLIG, U.; ABREU, M. M. O.; MENEZES, M. P. M. de. Produção de serapilheira em um fragmento de bosque de terra firme e um manguezal vizinhos na península de Ajuruteua, Bragança, Pará. **Ciências naturais**, Belém, v. 1, n. 3, p. 71-76, 2006.

NASCIMENTO FILHO, G. A. do; COELHO JUNIOR, C.; CORREA, F. M.; LONGO, A. F. P.; GASPARI, F. L.; SCHWAMBORN, R. Desenvolvimento estrutural de bosque de mangue ao longo do gradiente de inundação do rio Arinquiná – Baía de Tamandaré, Pernambuco. **Boletim Técnico-científico do CEPENE**, Tamandaré, v. 15, n. 2, p. 31-37, 2007.

ODUM, W.E. e HEALD, E.J. The detritus-based food web of an estuarine mangrove community. In: **Estuarine Research**. G.E. Cronin (ed.). Academic Press. New York. v. 1, p. 265-286, 1975.

OLIVEIRA, A. M. **Estudo Hidrodinâmico-Sedimentológico do Baixo São Francisco, Estuário e Zona Costeira Adjacente (AL/SE)** - Projeto GEF São Francisco (ANA/ GEF/ PNUMA /OEA). UFAL, 2003. 81 p. (Relatório Final).

OLIVEIRA, A. N. de; AMARAL, I. L. do. Florística e fitossociologia de uma floresta de vertente na Amazônia Central, Amazonas, Brasil. **Acta Amazonica**, v. 34, n. 1, p. 21-34, 2004.

OLIVEIRA, A. E. S. de Caracterização do Mangue da Praia Gorda, Armação dos Búzios, Estado do Rio de Janeiro – RJ. **Revista Científica do Centro Universitário de Barra Mansa**, v. 9, n. 17, p. 52, 2007.

OSMOS, F.; SILVA, R. S. **Guará: ambiente flora e fauna dos manguezais de Santos - Cubatão – Brasil**. São Paulo: Empresa das Artes, 2003. 216p.

PANITZ, C. M. N.; PORTO FILHO, E. O manguezal do rio Caveiras, Biguaçu-SC um estudo de caso. IV: Principais tensores e capacidade de recuperação do ecossistema. **Oecologia Brasiliensis**, v. 1, p. 543-556, 1995.

PARAGUASSU, L. A. A.; SILVA, M. N. da Caracterização fitossociológica do manguezal de Porto de Sauípe, Entre Rios, Bahia. **Revista Diálogos & Ciência**, Ano V, n. 12, p. 1-12, 2007.

PEREIRA, F. V. P.; FOLETTO, F.; MOREIRA, T. M.; GOMES, J. M. L.; BERNINI, E. Estrutura da vegetação em duas áreas com diferentes históricos de antropização no manguezal de Anchieta, ES. **Boletim do Laboratório de Hidrobiologia**, v. 22, p. 01-08, 2009.

PETRI, D. J. C.; BERNINI, E.; SOUZA, L. M.; REZENDE, C. E. Species distribution and structure of mangrove of the Benevente River, Anchieta, ES. **Biota Neotropical**, v. 11, n. 3, p. 107-116, 2011.

PULNER, R. de C. L. **Análise crítica da cientificidade da legislação relativa a Manguezais**. Tese (Doutorado em Meio Ambiente e Desenvolvimento). Programa de Doutorado em Meio Ambiente e Desenvolvimento, Universidade Federal do Paraná. 145 p. 2006.

MARTINEZ, C. A. Fotossíntese e seqüestro de carbono no contexto da mudança climática. In: 54º Congresso Nacional de Botânica, Belém, (PA), p.179-181, 2003.

RADAM-BRASIL. Levantamento de recursos naturais. Sergipe. 1972/1981.

RAMOS e SILVA, C. A.; OLIVEIRA, S. R.; REGO, R. D. P.; MOZETO, A. A. Dynamics of phosphorus and nitrogen through litter fall and decomposition in a tropical mangrove forest. **Marine Environmental Research**, v. 64, p. 524–534, 2007.

RODRÍGUEZ-ZÚÑIGA, M. T.; RAMÍREZ-GARCÍA, P.; GUTIÉRREZ-GRANADOS, G. Efectos de la extracción no controlada de madera sobre la comunidad y estructura de tamaños de los manglares de Alvarado, Veracruz, México. **Boletín de la Sociedad Botánica de México**, v. 89, p. 107-113, 2011.

ROMERO, L. M.; SMITH III, T. J.; FOURQUREAN, J. W. Changes in mass and nutrient content of wood during decomposition in a south Florida mangrove forest. **Journal of Ecology**, v. 93, 618–631, 2005.

SAENGER, P.; SNEDAKER, S. C.. Pantropical trends in mangrove above-ground biomass and annual litterfall. **Ecologia**, v. 96, p. 293-299, 1993.

SALES, J. B. de L.; MEHLIG, U.; NASCIMENTO, J. R.; RODRIGUES FILHO, L. F.; MENEZES, M. P. M. de Análise estrutural de dois bosques de mangue do rio Cajutuba, município de Marapanim, Pará, Brasil. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi, Ciências Naturais**, Belém, v. 4, n. 1, p. 27-35, 2009.

SANCHES, L., VALENTINI, C.M.A., BIUDES, M.S. e NOGUEIRA, J.S.. Dinâmica sazonal da produção e decomposição de serrapilheira em floresta tropical de transição. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 13, n. 2, p. 183-189, 2009.

SANQUETA, C. R.; PIZZATTO, W.; PÉLLICO NETTO, S.; EISFELD, R. de L.; FIGUEIREDO FILHO, A. Dinâmica da estrutura horizontal de um fragmento de Floresta Ombrófila Mista no Centro-Sul do Paraná. **Revista Ciências Exatas e Naturais**, v. 3, n. 1, 2001.

SANQUETA, C. R.; WATZLAWICK, L. F.; CÔRTE, A. P. D.; FERNANDES, L. de A. V.; SIQUEIRA, J. D. P. **Inventários florestais: Planejamento e execução**. 2ª Edição – Revista ampliada, 316p. Curitiba, 2009.

SANTANA, M. B. S.; HOLANDA, F. S. R.; ANDRADE, K. V. S. de; SANTOS, T. O.; MENEZES, L. C. S. de; CASTANEDA, D. A. F. G. **Mapeamento das áreas ocupadas pelo**

ecossistema manguezal no baixo curso do Rio São Francisco. In: V Congresso Brasileiro de Sistemas, Aracaju, Sergipe. 2009.

SANTANA, M. B. S. **Análise temporal do uso e ocupação do solo e alterações da paisagem na região do baixo curso do rio São Francisco em Sergipe.** Monografia (Graduação em Engenharia Florestal), Universidade Federal de Sergipe. 50 p., 2010.

SANTOS, L. C. M. **Sistema estuarino-lagunar do rio São Francisco, zona costeira de Sergipe, Brasil: uso e cobertura da terra e diagnóstico ambiental dos manguezais.** (Dissertação de mestrado) Programa de Pós Graduação em Ciência Ambiental. Universidade de São Paulo. 203p., 2010.

SANTOS, H. V. S.; SANTOS, T. O.; HOLANDA, F. S. R. Indicadores para diagnóstico das alterações antrópicas no manguezal do estuário do rio São Francisco. **Tropical Oceanography**, Recife, v. 39, n. 2, p. 166-178, 2011.

SANTOS, T. de O.; ANDRADE, K. V. S. de; SANTOS, H. V. S.; CASTANEDA, D. A. F. G.; SANTANA, M. B. S.; HOLANDA, F. S. R.; SANTOS, M. J. C. Caracterização estrutural de bosques de mangue: Estuário do São Francisco. **Scientia Plena**, São Cristóvão, v. 8, 047315, 2012.

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

SCHAEFFER-NOVELLI, Y. Manguezais brasileiros: região sudeste-sul. In: SIMPÓSIO SOBRE ECOSSISTEMAS DA COSTA SUL E SUDESTE BRASILEIRA, 1. Cananéia, 1987. Síntese dos conhecimentos. São Paulo, Academia de Ciências do estado de São Paulo, **Publicações ACIESP** 54, 1987. v. 1, 78p.

SCHAEFFER-NOVELLI, Y.; CINTRÓN-MOLERO, G.; ADAIME, R. R.; CAMARGO, T. M. de. Variability of Mangrove Ecosystems along the Brazilian Coast. **Estuaries**, v. 13, n. 2, p. 204-218, 1990.

SCHAEFFER-NOVELLI, Y.; CINTRON-MOLERO, G.; SOARES, M. L. G.; DE-ROSA, M. T. Brazilian Mangroves. **Aquatic Ecosystem Health and Management**, v. 3, p. 561-570, 2000.

SCHEER, M. B.; GATTI, G.; WISNIEWSKI, C.; MOCOCHINSKI, A. Y.; CAVASSANI, A. T.; LORENZETTO, A.; PUTINI, F. Patterns of litter production in a secondary alluvial Atlantic Rain Forest in southern Brazil. **Revista Brasileira de Botânica**, v.32, n.4, p.805-817, 2009.

SCHEER, M. B.; GATTI, G.; WISNIEWSKI, C. Nutrient fluxes in litterfall of a secondary successional alluvial rain forest in Southern Brazil. **Revista de Biología Tropical (Int. J. Trop. Biol.** ISSN-0034-7744), v. 59, n. 4, p. 1869-1882, 2011.

SILVA, L. O.; COSTA, D. A.; FILHO, K. do E. S. FERREIRA, H. D.; BRANDÃO, D. Levantamento florístico e fitossociológico em duas áreas de cerrado sensu stricto no Parque Estadual da Serra de Caldas Novas, Goiás. **Acta Botânica Brasílica**, v. 16, n. 1, p. 43-53, 2002.

SILVA, M. A. B. da; BERNINI, E.; CARMO, T. M. S. do. Características estruturais de bosques de mangue do estuário do rio São Mateus, ES, Brasil. **Acta Botânica Brasílica**, v. 19, n. 3, p. 465-471, 2005.

SILVA, E. V. da e SOUZA, M. M. de A. Principais formas de uso e ocupação dos manguezais do Estado do Ceará. **Cadernos de Cultura e Ciência**, v. 1, n. 1, p. 11-20, 2006.

SILVA, C. J. da, LOBO, F. de A., BLEICH, M. E., SANCHES, L. Contribuição de folhas na formação da serapilheira e no retorno de nutrientes em floresta de transição no norte de Mato Grosso. **Revista Acta Amazônica**, v. 39, n.3, p. 591 – 600, 2009.

SILVA JÚNIOR, M. C. da. Fitossociologia e estrutura diamétrica na mata de galeria do Pitoco, na Reserva Ecológica do IBGE, DF. **Cerne**, v. 11, n. 2, p. 147-158, 2005.

SMITH, T.J. III. Forest structure. In: A.I. Robertson & D.M. Alongi (eds.). Tropical mangrove ecosystems. Coastal and estuarine series. **American Geophysical Union, Washington, USA**, p. 101-136, 1992.

SOARES, M. L. G. **Estudo da biomassa aérea de manguezais do sudeste do Brasil – Análise de modelos**. Tese de Doutorado. Instituto Oceanográfico. Universidade de São Paulo, v. 2 560p., 1997.

SOARES, M. L. G. Estrutura vegetal e grau de perturbação dos manguezais da Lagoa da Tijuca, Rio de Janeiro, RJ, Brasil. **Revista Brasileira de Biologia**, v. 59, n. 3, p. 503-515, 1999.

SOARES, M. L. G.; CHAVES, F. de O.; CORRÊA, F. M.; SILVA JÚNIOR, C. M. G. da Diversidade Estrutural de Bosques de Mangue e sua Relação com Distúrbios de Origem Antrópica: o caso da Baía de Guanabara (Rio de Janeiro). **Anuário do Instituto de Geociências**, Rio de Janeiro, v. 26, p. 101-116, 2003.

SOARES, M. L. G. **Impactos das mudanças globais sobre manguezais do município do Rio de Janeiro**. In: III Congresso Brasileiro de Oceanografia – CBO, I Congresso Ibero-Americano de Oceanografia – I CIAO: Fortaleza (CE), 20 a 24 de maio de 2008.

SOUZA, M. L. DEL'REI; FALKENBERG, D. B.; AMARAL, L. G.; FRONZA, M. Phytosociology of the rio Tavares mangal (Santa Catarina Island, Florianópolis, SC). **Insula**, Florianópolis, n. 23, p. 99-119, 1994.

SOUZA, M. M. de A.; SAMPAIO, E. V. S. B., Variação Temporal da Estrutura dos Bosques de Mangue de Suape-PE após a construção do Porto. **Acta Botânica**, v. 15, n. 1, p. 1-12, 2001.

SOUZA, M. M. A.; SAMPAIO, E. V. S. B. Predation on propagules and seedlings in mature and regenerating mangroves in the coast of Ceará, Brazil. **Hydrobiologia**, v. 661, p. 179–186, 2011.

SOUZA, F. N. de; ARAÚJO, E. J. G. de; MELLO, J. M. de; SCOLFORO, J. R. S.; SILVA, C. P. de C. Composição florística e estrutura de dois fragmentos de floresta estacional semidecidual na bacia do Rio Grande, Minas Gerais. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v. 5, n. 2, p. 183-185, 2007. Nota científica.

SPALDING, M., KAINUMA, M., COLLINS, L. Earthscan. **World Mangrove Atlas**, 2010.

TALORA, D. C.; MORELLATO, P.C. Fenologia de espécies arbóreas em floresta de planície litorânea do sudeste do Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v.23, n.1, p.13-26, 2000.

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

TOGNELLA, M. M. P.; OLIVEIRA, R. G. de. Manguezal do rio Camboriú: Dados preliminares. **Enciclopédia Biosfera, Centro Científico Conhecer**, Goiânia, v. 8, n. 15, p. 1828-1844, 2012.

TOMLINSON, P. B. **The botany of mangroves**: Cambridge University Press, Cambridge. 418p. 1986.

TWILLEY, R.R.; CHEN, R.H.; HARGIS, T. Carbon sinks in mangroves and their implications to carbon budget of tropical coastal ecosystems. **Water, Air e Soil Pollution**, v. 64, n. 1-2, p. 265-288, 1992.

VALE, C. C. do. **Séries geomorfológicas costeiras do estado do Espírito Santo e os habitats para o desenvolvimento dos manguezais: uma visão sistêmica**. São Paulo. 386 p. Tese (Doutorado) – Universidade de São Paulo, DG-USP, 2004.

VAN SLUYS, M.; VRCIBRADIC, D.; ALVES, M. A. S.; BERGALLO, H. G.; ROCHA, C. F. D. Ecological parameters of the leaf-litter frog community of an Atlantic Rainforest area at Ilha Grande, Rio de Janeiro state. **Brazil Austral Ecology**, v. 32, p. 254–260, 2007.

VENDRAMI, J. L.; JURINITZ, C. F.; CASTANHO, C. de T.; L. LORENZO, L.; OLIVEIRA, A. A. de. Litterfall and leaf decomposition in forest fragments under different successional phases on the Atlantic Plateau of the state of Sao Paulo, Brazil. **Biota Neotropica**, v. 12, n. 3, 2012.

VITAL, A. R. T.; GUERRINI, I. A.; FRANKEN, W. K.; FONSECA, R. C. B. Produção de serapilheira e ciclagem de nutrientes de uma floresta estacional semidecidual em zona ripária. **Revista Árvore**, v. 28, n. 6, p.793-800, 2004.

WALTERS, B. B.; RÖNNBÄCK, P.; KOVACS, J. M.; CRONA, B.; HUSSAIN, S. A.; BADOLA, R.; PRIMAVERA, J. H.; Barbier, E. B.; DAHDOUH-GUEBAS, F. Ethnobiology, socio-economics and management of mangrove forests: a review. **Aquatic Botany**, v. 89, p. 220–236, 2008.

WERNECK, M. de S.; PEDRALLI, G.; GIESEKE, L. F. Produção de serapilheira em três trechos de uma floresta semidecídua com diferentes graus de perturbação na Estação Ecológica do Tripuí, Ouro Preto, MG. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v.24, n.2, p.195-198, 2001.