UFS – UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE

PRPPG – Pró-Reitoria de Pós-Graduação e Pesquisa

Programa de Pós-Graduação em Agroecossistemas

ESTRUTURA E PRODUÇÃO DE SERAPILHEIRA DE FLORESTA DE MANGUE NA REGIÃO ESTUARINA-LAGUNAR DO BAIXO SÃO FRANCISCO SERGIPANO

Luciano Carlos Sobral de Menezes

2010

UFS – UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
PRPPG – Pró-Reitoria de Pós-Graduação e Pesquisa
Programa de Pós-Graduação em Agroecossistemas

LUCIANO CARLOS SOBRAL DE MENEZES

ESTRUTURA E PRODUÇÃO DE SERAPILHEIRA DE FLORESTA DE MANGUE NA REGIÃO ESTUARINA-LAGUNAR DO BAIXO SÃO FRANCISCO SERGIPANO

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

Orientador:
Prof. Dr. Francisco Sandro Rodrigues Holanda

SÃO CRISTÓVÃO
SERGIPE - BRASIL
2010

Menezes, Luciano Carlos Sobral de

M543e Estrutura e produção de serapilheira de floresta de mangue na região estuarina-lagunar do baixo São Francisco sergipano / Luciano Carlos Sobral de Menezes. – São Cristóvão, 2010.

84 f. : il.

Dissertação (Mestrado em Agroecossistemas) – Núcleo de Pós-Graduação e Estudos em Recursos Naturais, Pró-Reitoria de Pós-Graduação e Pesquisa, Universidade Federal de Sergipe, 2010.

Orientador: Prof. Dr. Francisco Sandro Rodrigues Holanda

1. Manguezal. 2. Produção de serapilheira. 3. Baixo São Francisco. 4. Sustentabilidade. I. Título.

CDU 502.51(282.281.5)(813.7)

LUCIANO CARLOS SOBRAL DE MENEZES

ESTRUTURA E PRODUÇÃO DE SERAPILHEIRA DE FLORESTA DE MANGUE NA REGIÃO ESTUARINA-LAGUNAR DO BAIXO SÃO FRANCISCO SERGIPANO

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

Aprovada em 28 de maio de 2010

_____
Prof(a). Dr(a) Myrna Friederichs Landim de Souza
UFS

_____
Prof. Dr Luiz Fernando Ganassali de Oliveira Júnior
UFS

_____
Prof. Dr. Francisco Sandro Rodrigues Holanda
UFS
Orientador

São Cristóvão
Sergipe -Brasil

DEDICATÓRIA

Aos meus avós, Luciano,
Carmen, Helga e José
Conde (*in memoriam*),
que tanto negligenciei
durante minha caminhada
na estrada do saber

AGRADECIMENTOS

À Deus por tudo que me tem sido concedido.

Aos Meus pais, Carlos e Ida, pela educação, exemplo, força, perseverança, suporte e amor.

Aos, meus irmãos Carmen (Mita) e Hercílio (Buga), pelo incentivo e apoio incondicional e à minha família de modo geral, por todo apoio e incentivo incondicional. Em especial a Tita por sempre me acolher no seu apartamento, nos meus inúmeros dias e noites de estudo e afins.

À Alli por todos os momentos de instabilidade que passei e foste sempre meu suporte.

À meus "cumpades" e minhas "cumades", pelo prazer de contribuir com a formação de nossos filhos.

Aos meus primos, de sangue ou não, Pelos momentos de descontração e alegria que me proporcionaram e as belas cervas que tomamos nos raros mas agradáveis aniversários, natais, títulos do Flamengo etc.Em especial a Sylvinho por sempre me ajudar nos meus momentos de Perrengue com suas caronas Providenciais bem como a liberação do quarto, da sala, da cozinha sempre que precisei seja para utilizar sua Net ou para preparar a comida das inúmeras campanhas de campo.

Aos irmãos de pais diferentes Julia, Marcelo, Toni, Levi, Eduardo, Rodrigo, Hilton, Rafa, Por todas as discussões e debates árduos que tivemos.

À PETROBRAS via CENPES pela concessão da bolsa de estudos bem como o financiamento deste projeto.

Ao Prof. Dr. Sandro Holanda por ter aceito me orientar e confiado em mim desde o início. Agradeço também ao apoio que sempre me deu dentro do LABES. Obrigado por todas as "puxadas de orelhas". E desde já por possíveis indicações e orientações futuras.

Aos Profs. do Programa de Pós-Graduação em Agroecossistemas. Em especial aos Profs. Alceu, Arie, Gregório e Robério. Assim como aos Professores Anabel e João Basílio que contribuíram de alguma forma na minha caminhada no NEREN.

A prof. (a) Myrna pelo aceite em participar da banca bem como pelas considerações e sugestões para melhoria deste trabalho.

Aos professores Luiz Fernando, Tácio que predispuseram a sanar quaisquer dúvidas.

Ao Prof. Mário Soares pela disponibilidade de materiais, informações cedidas e esclarecimentos da dúvidas.

Aos colegas de Mestrado em especial a Kamila e Thiago Tavares pelas inúmeras horas de estudos e confecção dos trabalhos sempre a base de pizza e refrigerante.

Luiza por todas as vezes (Graduação e Mestrado) que me ajudou direta ou indiretamente

para que hoje tivesse onde estou.

Aos Colegas do Grupo de Pesquisa em Gestão Hidroambiental do Baixo São Francisco, companheiros sem os quais não teria conseguido realizar este trabalho: Igor, Renisson, Albaz, Joel, Simone, Kairon, Julio, Marcela, Elber, Pedrito, Andrezza, Paulo e Heide. Quero aqui destacar TODOS que estiveram ou estão no Sub-Grupo de Seqüestro de Carbono: Suzi, Mykael, Karen, Cyntia, Ronildo, Alaiza, Desenho, Castanha, Rafael, David, Lucas, Raquelle Jandyson a Prof. Iramaia e em especial ao colega Tiago Oliveira pelas inúmeras vezes que contribuiu para que tivesse sucesso.

À Back por todas as vezes que tivemos em apuros e com sua mistura de boa vontade, Magaiver e Mister "M" nos tirava da enrascada.

À todos que de maneira direta ou indireta contribuíram para meu sucesso nessa caminhada.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS i
LISTA DE TABELAS ii
LISTA DE TABELAS ii
RESUMO iii
ABSTRACT iv
CAPÍTULO 1 1
1 INTRODUÇÃO GERAL 1
2 REFERENCIAL TEÓRICO 5
2.1.Baixo São Francisco e a região estuarina 5
2.2.Manguezal 8
2.3.Os Manguezais no Brasil 9
2.4.Manguezal em Sergipe 13
2.5.Caracterização Estrutural de Bosques de Manguezais 14
2.6.Produção de Serapilheira 16
3 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 18
CAPÍTULO 2 28
1.INTRODUÇÃO 30
2.MATERIAL E MÉTODOS 31
2.1. Área de Estudo 31
2.2. Coleta de Dados 33
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO 34
3.1. Produção de serapilheira 34
3.2. Variações da produção de serapilheira nas estações seca e chuvosa. 36
3.3. Produção de Serapilheira por bosque 40
3.3.1. Bosque de Franja 40
3.3.2. Bosque de Bacia 1 41
3.3.3. Bosque de Bacia 2 43
3.2.4. Bosque de Transição 44
4. CONCLUSÕES 46
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 47
CAPÍTULO 3 51

1. INTRODUÇÃO 53
2. MATERIAL E METODOS 55
2. Coleta de Dados 56
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO 57
4. CONCLUSÕES 68
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 69

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO 1 1

FIGURA 1. Divisão fisiográfica da bacia hidrográfica do Rio São Francisco. 7

FIGURA 2. Distribuição mundial dos manguezais nas costas tropicais e subtropicais. 9

FIGURA 3. Mapa da costa brasileira representando as oito zonas fisiográficas /segmentos climáticos e correntes costeiras. 12

CAPÍTULO 2 28

FIGURA 1. Localização da área de estudo 32

FIGURA 2. Dados de Climatológicos da área do experimento com base na estação de Brejo Grande-SE. 34

FIGURA 3. Produção total da serapilheira de quatro bosques no manguezal do estuário do Rio São Francisco, SE. 37

FIGURA 4. Produção de serapilheira na estação chuvosa, no período de março de 2009 a agosto de 2009, no manguezal do estuário do Rio São Francisco, SE. 38

FIGURA 5. Produção de serapilheira na estação seca, no período de setembro de 2009 a fevereiro de 2010, no manguezal do estuário do Rio São Francisco, SE. 39

FIGURA 6. Produção média da serapilheira do bosque de Franja no manguezal do estuário do Rio São Francisco, SE. 41

FIGURA 7. Produção média da serapilheira do bosque de Bacia 1 do estuário do Rio São Francisco, SE. 42

FIGURA 8. Produção média da serapilheira do bosque de Bacia 2 do estuário do Rio São Francisco, SE. 43

FIGURA 9. Produção média da serapilheira do bosque de Transição no manguezal do estuário do Rio São Francisco, SE. 45

CAPÍTULO 3 51

FIGURA 1. Localização da área de estudo 56

FIGURA 2. Representação da dominância em área basal (A) e Densidade relativa de troncos (B) nos bosques estudados. 61

FIRURA 3. Numero de troncos vivos e mortos por classe diamétrica nos bosques 1 a 4 64

FIGURA 4. Relação do numero de troncos por classes diamétricas nos bosques 5 a 7 66

FIGURA 5. Parâmetros estruturais utilizados para comparação dos bosques de mangue: Altura (m), Área basal viva e morta ($m^2.ha^{-1}$) 67

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO 1 1

TABELA 1. Dados estruturais de diversos bosques em diferente latitudes. DAP- Diâmetro a Altura do Peito (1,30m) 16

CAPÍTULO 2 28

TABELA 1. Produção total (ton) por bosque e para a área total de estudo no período de um ano 34

TABELA 3. Média da produção total ($g.m^{-2}.dia^{-1}$) dos quatro bosques estudados. 35

TABELA 4. Média e desvio padrão da produção de serapilheira total e compartimentos ($g/m^{-2}/dia$) por bosque no manguezal do estuário do Rio São Francisco, SE. 36

CAPÍTULO 3 51

TABELA 1. Dados médios de Altura e Diâmetro à Altura do Peito-DAP 58

TABELA 2. Valores máximos da Altura e DAP. Lg- *Laguncularia racemosa*; Rh - *Rhizophora mangle*; Av-*Avicennia germinans* 59

TABELA 3. Dados médios de Dominância em Área Basal e Densidade Relativa de Troncos, de Acordo com as classes diamétricas e espécies identificadas. .. 62

RESUMO

Menezes, Luciano Carlos Sobral de. **Estrutura e produção de serapilheira de floresta de mangue na região estuarina-lagunar do Baixo São Francisco Sergipano.** 2010. 71p. (Dissertação - Mestrado em Agroecossistemas). Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, SE.

A Bacia Hidrográfica do São Francisco vem sofrendo processos de degradação, merecendo destaque o passivo ambiental criado no seu baixo curso. Uma extensa área de manguezal da região estuarina do São Francisco destaca-se por apresentar áreas constantemente ameaçadas por ações antrópicas como a carcinicultura assim como a retirada de madeira para utilização na construção de habitações. A especificidade das características das áreas desse manguezal ainda não foi suficientemente estudada, principalmente a partir das alterações ocorridas no baixo curso do rio nas duas últimas décadas. O comportamento estrutural dos bosques de mangue é uma resposta às condições ambientais existentes, e estes ecossistemas atingem maior desenvolvimento estrutural onde são grandes os subsídios das chuvas e das marés próximas às zonas equatoriais, que estão sob influência da intensa atividade convectiva da zona intertropical de convergência. Essa zona, de forma geral, compreende latitudes com limite máximo entre 10° e 15° a partir do Equador. A estrutura do bosque é definida em função de diversos parâmetros, cabendo destaque para composição de espécies, o diâmetro à altura do peito (1,30 m do substrato), altura, área basal, densidade, distribuição espacial e distribuição por classe diamétrica, e padrões de distribuição espacial das espécies componentes da floresta. Significativa quantidade de nutrientes pode retornar ao solo por meio da decomposição das folhas, caules, frutos, flores, bem como restos de animais e material fecal, componentes que formam a serapilheira ou *litter*, sendo este um parâmetro freqüentemente usado para avaliação da produtividade de ecossistemas. O objetivo deste trabalho foi avaliar o comportamento estrutural do manguezal e a produção de serapilheira na região estuarina do rio São Francisco.

Comitê Orientador: Francisco Sandro Rodrigues Holanda - UFS (Orientador), Luiz Fernando Ganassali de Oliveira Júnior - UFS e Myrna Friederichs Landim de Souza– UFS

ABSTRACT

Menezes, Luciano Carlos Sobral de**. Structure and litterfall of mangrove forest in the lagoon-estuarine region of the Lower São Francisco Sergipe.** 2010. 71p. (Dissertação - Mestrado em Agroecossistemas). Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, SE.

The watershed of São Francisco River has suffered drastic degradation processes, with emphasis on the environmental damages created in the lower São Francisco. The river estuary has very extended mangrove areas threatened by human actions such as shrimp farming and the removal of timber to be used in construction. The characteristics of mangrove areas at the mouth of the river have not been enough studied mostly from changes occurred in the last two decades. The structural behavior of mangrove forests is a response to environmental conditions and greater structural development is related to subsidies of rainfall and tidal near the equatorial zones, under the influence of the intense convective activity of the intertropical convergence zone. This zone, in general, includes latitudes between 10 ° and 15 ° from the Equator. The structure of the forest is defined based on various parameters, such as species composition, diameter at breast height (1.30 m substrate), height, basal area, density, spatial distribution and distribution by class of diameter, and spatial patterns of species distribution. Significant amount of nutrients can return to the soil through the decomposition of leaves, stems, fruits, flowers and animal remains and fecal material, components that defines litterfall or *litter*, and is a parameter frequently used to evaluate the ecosystems productivity. The objective of this work was to evaluate the structural behavior of the mangrove litter production and estuarine river San Francisco.

_____

Guidance Committee: Francisco Sandro Rodrigues Holanda - UFS (Orientador), Luiz Fernando Ganassali de Oliveira Júnior - UFS e Myrna Friederichs Landim de Souza– UFS

CAPÍTULO 1

1 INTRODUÇÃO GERAL

A bacia hidrográfica do rio São Francisco ao longo dos anos vem sofrendo drásticos processos de degradação, merecendo destaque o passivo ambiental criado no seu baixo curso, resultado da construção de grandes barragens para a geração de energia (HOLANDA *et al.,* 2008). Essa política de desenvolvimento tem possibilitado crescentes alterações na dinâmica fluvial, causa e efeito da retirada da mata ciliar, erosão das suas margens e assoreamento do canal que têm também levado à alterações no estuário do rio e processos erosivos marinhos. Essa degradação tem afetado os agroecossistemas e sistemas naturais que compõem essa bacia hidrográfica.

Na foz do rio São Francisco, na interface do rio com o mar, ao longo da margem direita (margem sergipana), se destacam expressivas áreas de manguezais, constantemente ameaçadas por ações antrópicas destruidoras. A floresta de mangue que ocupa a região estuarina também é afetada por ações antrópicas, por meio da pressão de ocupação da sua área pela carcinicultura, que vem crescendo progressivamente, assim como o desflorestamento para utilização de madeira na construção de habitações, além da captura em nível de exploração da população de *Ucides cordatus* (Linnaeus) (caranguejos uçá) (CUNHA e HOLANDA, 2007). Além destas pressões, a erosão marinha, vem promovendo o recuo da linha de costa que contribui com perda de área representada pela redução do manguezal (ALMEIDA e GOMES, 2006; SANTANA *et al.*, 2009).

A especificidade das características das áreas de mangue na foz do rio São Francisco ainda não foi suficientemente estudada, principalmente a partir das alterações ocorridas no baixo curso do rio nas duas últimas décadas.

Constituindo parte da zona costeira o manguezal é um ecossistema de transição entre os ambientes terrestres e marinhos, característico de regiões tropicais e subtropicais, sujeito ao regime das marés, e que ocupam aproximadamente 70% da linha de costa brasileira (SCHAEFFER-NOVELLI, 1995). É caracterizado por vegetação lenhosa típica, adaptada às condições limitantes de salinidade, substrato inconsolidado, pouco oxigenado e apresenta freqüentemente submersão pelas marés. Sua ocorrência se dá nas regiões costeiras abrigadas que fornecem características propícias para nidificação, abrigo e alimentação de muitas espécies animais, São também importantes

transformadores de nutrientes em matéria orgânica e ainda geradores de bens e serviços (SOARES, 1997; NASCIMENTO *et al.*, 2006). Vale enfatizar que, em regiões tropicais e subtropicais, o mangue representa um dos mais, se não o mais produtivo dos ecossistemas naturais (ODUM, 1962).

A intensa exploração dos recursos naturais tem desestabilizado os ecossistemas estuarinos do Brasil, especialmente nos manguezais próximos aos assentamentos urbanos e industriais das grandes cidades (COELHO *et al.,* 2007). Em relação ao fluxo de energia, os manguezais representam um sistema aberto e a sua alta produtividade e exportação lhes conferem uma grande importância ecológica nas zonas costeiras (ODUM e HEALD, 1975).

Carvalho (2007) e Oliveira (2005) relatam a importância dos manguezais brasileiros no que diz respeito a sua diversidade funcional sendo eles, os manguezais, resguardados, na esfera pública (municipal, estadual e federal) por inúmeros dispositivos legais. De acordo com o artigo 225 da Constituição Federal de 1988 os manguezais são parte do Patrimônio Nacional por estarem inseridos na zona costeira Brasileira, sendo eles ainda área de Preservação Permanente conforme delibera o Código Florestal, segundo a Lei Federal n° 4.771/65, e Reserva Ecológica segundo a Resolução CONAMA n° 004/85.

Apesar da proteção integral prevista pelos dispositivos legais vigentes, os manguezais brasileiros em geral vêm sofrendo um intenso e constante processo de degradação, que muitas vezes compromete os importantes serviços ambientais e econômicos que eles prestam (OLIVEIRA, 2005)

Tem-se registrado a ocorrência de manguezais a partir da fronteira com a Guiana Francesa até a Lagoa de Santo Antônio, Trópico de Capricórnio, Município de Laguna - Santa Catarina (SOARES*,* 2008), podendo esporadicamente limitar-se em função das baixas temperaturas e geadas (SCHAEFFER-NOVELLI *et al.,* 1990). São descritas sete espécies de mangue com ocorrência no Brasil*: Rhizophora mangle* L.*, R. harrisonii* Leechm*, R. racemosa* G.Mey*, Avicennia schaueriana* Stapft e Leechm.*, A. germinans* (L.) Stearn*, Laguncularia racemosa* (L.) Gaertn *e Conocarpus erecta* Jacq. (SCHAEFFER-NOVELLI e CINTRÓN, 1986). Mesmo podendo apresentar uma grande variabilidade estrutural, o numero de espécies vegetais torna-se reduzido visto que o ecossistema manguezal abriga uma vegetação típica adaptada às condições de insolação, inundação, salinidade, etc. (MACEDO *et al*., 2007).

Segundo Santos e Mochel (2003), o manguezal é considerado o mais sensível

dentre os ecossistemas costeiros tendo como efeitos do stress a mortalidade de folhas e árvores, redução do crescimento das plantas, diminuição do tamanho das folhas e conseqüente perda de área fotossintética. Soares (1999) e Bensusan (2006) afirmam que uma das principais ferramentas de análise das respostas dos manguezais às condições ambientais existentes, bem como aos processos de alteração do meio ambiente é a caracterização estrutural da vegetação desse ecossistema, auxiliando ainda nos estudos e ações que objetivem a conservação do mesmo.

Manguezais atingem maior desenvolvimento estrutural onde são grandes os subsídios das chuvas e das marés, perto de zonas equatoriais que estão sob influência da intensa atividade convectiva da zona intertropical de convergência (SCHAEFFER-NOVELLI et al 2000). Condições associadas com elevada pluviosidade anual (>2000 Milímetros y^{-1}) e grandes amplitudes das marés (>2 m) ocorrem na costa noroeste da América do Sul, ao longo do Pacífico, costa da Colômbia e das costas do Equador e do norte do Peru, e sobre a costa oriental do continente sul, do Golfo de Paria (Venezuela) até São Luis, no estado do Maranhão, no Brasil (SCHAEFFER - NOVELLI e CINTRÓN, 1990). Tais zonas supracitadas são pequenas e compreendem latitudes com limite máximo entre 10° e 15°, a partir do Equador, exceto sobre a costa do Pacifico na América do Sul, onde existe um tipo de costa peruana em que a paisagem é dominada por altas montanhas e pequenas bacias hidrográficas; e é caracterizada pela redução do despejo de sedimentos em uma estreita planície costeira (SCHAEFFER-NOVELLI e CINTRÓN 1993).

Apesar de existirem fatores que regem sua ocorrência em escala global, os atributos estruturais e funcionais de cada manguezal são regidos pela interação de fatores em escala regional e local (ex. associados à freqüência de inundação pelas marés) (ODUM *et al*., 1982; SOARES, 2006).

Segundo o modelo de "assinatura energética" a estrutura dos bosques de mangue é resultado, além da combinação das diversas forças subsidiária, do efeito da ação de tensores naturais ou antrópicos sobre o sistema (LUGO *et al.,* 1980; LUGO, *et al*. 1990; BROW e LUGO, 1982).

Para caracterização estrutural de áreas de mangues são considerados diversos parâmetros cabendo destaque para: composição de espécies, diâmetro a altura do peito (1,30m do substrato), altura, área basal, densidade, distribuição espacial e distribuição por classe diamétrica e padrões de distribuição espacial das espécies componentes da floresta. E por sua vez estudos das funcionalidades dos manguezais priorizam a

ciclagem de nutrientes bem como os fluxos energéticos no ecossistema (LUGO e SNEDAKER, 1974; SMITH, 1992).

Em florestas, quantidades significativas de nutrientes podem retornar ao solo por meio da decomposição das folhas, caules, frutos, flores, bem como restos de animais e material fecal (GOLLEY *et al.,* 1978). Odum e Heald (1975) afirmam que as partes das plantas eliminadas naturalmente destacam-se por ser a principal forma de disponibilização da produção primária líquida de manguezais. Assim, a serapilheira é uma importante fonte de detritos orgânicos, os quais ao serem transportados pelas marés constituem uma relevante fonte de energia para cadeias tróficas marinhas de base detrítica para águas adjacentes, além de ser considerada por Cole e Rapp (1980), como a principal via de transferência de carbono, nitrogênio, fósforo, e cálcio para o ecossistema.

A serapilheira ou *litter* é formada por todo material biológico decíduo englobando a parte aérea das plantas, como folhas, frutos sementes, flores, galhos e cascas, em que as folhas, geralmente, representam a maior fração, depositado no sedimento de uma floresta (SILVA, 1984; BORGES *et al.*, 2005; ESPIG *et al.,* 2009). De forma geral dentre as frações que compõem a serapilheira, folhas é aquela que geralmente contribui com maior intensidade para a produção total do bosque podendo variar na faixa entre 50% e 90% da produção total. Porém o mesmo não ocorre com as frações secundarias (propágulo, flores, galhos e ramos, estípulas e miscelânia) pois podem variar de acordo com a localidade (FARIAS *et al*., 2006; CHAVES, 2007).

Muitos autores utilizam-se de variações nas taxas de produção de serapilheira como uma forma de identificar controladores de produção (SAENGER e SNEDAKER, 1993; BUNT, 1995; CHAVES 2007). A produção de serapilheira, em florestas tropicais, apresenta-se contínua no decorrer do ano (LEITÃO-FILHO *et al.,* 1993), sendo que as quantidades produzidas nas diferentes épocas é uma resposta às variações sazonais (CARREIRA *et al*., 2006).

Os estudos de produção de serrapilheira são importantes visto que contribuem para a definição de modelos de fluxo e conteúdo de carbono, em determinadas regiões e mostra, de forma mais consistente, as suas dinâmicas ecossistêmicas (SANCHES, 2009). Bray e Gorham (1964), afirmam que a produção de serapilheira é um parâmetro freqüentemente usado para avaliação da produtividade de ecossistemas. O objetivo desse trabalho é apresentar a produção acadêmica sobre aspectos de estrutura e produção de serapilheira em manguezais.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1.Baixo São Francisco e a Região Estuarina

A Bacia hidrográfica do rio São Francisco possui uma área de aproximadamente 640.000 Km^2 (CODEVASF, 2003), correspondente a 7,4% do território brasileiro, e constitui um território que faz a ligação natural entre as regiões Sudeste e Nordeste do Brasil. É também uma bacia de grande importância sócio-econômica por seus múltiplos usos, para a geração de energia, agropecuário e agro-industrial, além de uma atividade turística ainda incipiente. Desde meados do século XIX, os múltiplos usos dos seus recursos hídricos sem um adequado planejamento, considerando aspectos ambientais, estão exercendo uma grande pressão sobre outros recursos naturais desta bacia, tendo os maiores impactos ocorridos durante a segunda metade do século passado. Esta bacia, que é fisiograficamente dividida em Alto, Médio, Submédio e Baixo São Francisco (Figura 1), abrange uma grande diferença latitudinal, sendo que seus 2.700 quilômetros se estendem de latitude 21°S, nascente, sudeste do Brasil, até 7°S, sua foz inserida na região Nordeste, entre os estados de Sergipe e Alagoas. Os diferentes climas e tipos geológicos traçam diferentes biomas, fisiografia do canal bastante distintos e características hidrológicas peculiares (ANA, 2010).

Em conseqüência das políticas de desenvolvimento conduzidas ao longo dos anos, voltadas principalmente para a construção de barragens para a geração de energia, o rio São Francisco, que no seu baixo curso divide os Estados de Sergipe e Alagoas, tem apresentado a sua dinâmica fluvial seriamente alterada pela regularização da sua vazão, assim como em conseqüência de outras ações antrópicas como irrigação e desmatamento das suas margens, ameaçando seus importantes ecossistemas tão ricos em biodiversidade.

A região estuarina, ocupada por manguezais, apicuns e associados com restingas e remanescentes de mata atlântica ao longo das suas margens direita e esquerda, foi considerada pela agência ambiental Conservation International um dos 25 "hotspots" do mundo, com alta prioridade para a conservação da biodiversidade (MYERS *et al*., 2000). A redução de áreas ocupadas por tais ecossistemas tem ameaçado espécies consideradas endêmicas (próprias da região), e promovido a extinção de outras. Ocorre que as alterações promovidas na bacia hidrográfica, levando a um progressivo processo

erosivo nas margens e sedimentação do seu leito, vêm promover uma série de alterações na região estuarina, culminando com uma forte pressão sobre uso e destruição de manguezais e apicuns (Planícies hiper-salinas).

A região da foz do rio São Francisco apresenta um campo de dunas na sua margem esquerda (Alagoas) com cerca de 3km na direção continental e se estendendo cerca de 15 km junto à praia. Este campo de dunas está parcialmente cobrindo regiões de antigos manguezais, os quais ocorrem, atualmente somente em pequenas áreas (MASCHMANN, 2003). No lado sergipano são registradas as áreas mais expressivas de mangue, que apresentam variações fisionômicas com características especificas locais de topografia, solo, salinidade e movimentos oscilatórios das marés por diferentes formas de interferências no espaço e no tempo, promovendo o aparecimento de fauna específica.

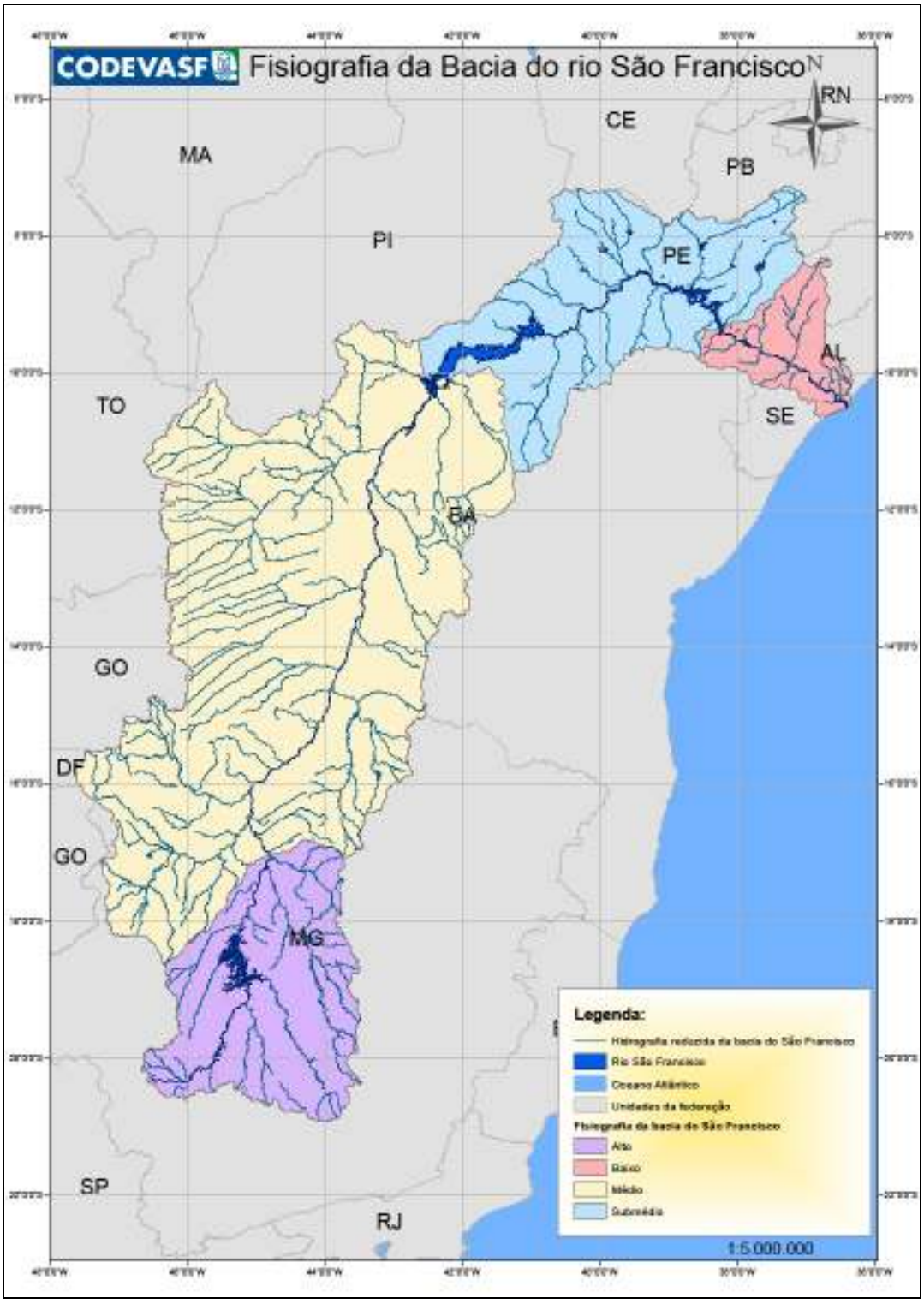


FIGURA 1 Divisão fisiográfica da bacia hidrográfica do Rio São Francisco.

FONTE: CODEVASF (2010).

2.2. Os Manguezais

O termo manguezal é utilizado para definição do ecossistema, para as espécies arbóreas com adaptações para sobreviverem em regiões com variações de salinidade e localizadas nos ambientes entre-marés, utiliza-se o termo mangue (SOARES, 1997; VANNUCCI, 1999; SCHAEFFER-NOVELLI *et al.*, 2000)

Lugo e Snedaker (1974) e Soares (1997) destacam como principais funções dos manguezais uma série de bens e serviços, a seguir: a) Manutenção da diversidade biológica da região costeira; b) Absorção e imobilização de produtos químicos (por exemplo, metais pesados), filtro de poluentes e sedimentos, além de tratamento de esgotos em seus diferentes níveis; c) Fonte de alimento e produtos diversos, associados à subsistência de comunidades tradicionais que vivem em áreas vizinhas aos manguezais; d) Proteção da linha de costa, evitando erosão da mesma e assoreamento dos corpos d'água adjacentes; e) Área de abrigo, reprodução, desenvolvimento e alimentação de espécies marinhas, estuarinas, límnicas e terrestres f) Fonte de detritos (matéria orgânica) para as águas costeiras adjacentes, constituindo a base de cadeias tróficas de espécies de importância econômica e/ou ecológica.

Chaves (2007) afirma que a fonte de detritos para as águas costeiras adjacentes é de grande importância, ressaltando o papel dos manguezais na cadeia trófica quanto ao fornecimento de matéria orgânica para estuários, colaborando diretamente para a produtividade primária em zonas costeiras. Ele justifica ainda a associação popular do manguezal como “berçários” naturais, por fornecerem condições para manutenção de espécies em águas estuarinas e costeiras.

Os bosques de mangue apresentam arquiteturas peculiares como resultado das interações entre as características de crescimento das espécies arbóreas, suas demandas fisiológicas e os tensores ambientais que atuam no ecossistema (CINTRÓN e SCHAEFFER-NOVELLI 1985). O manguezal apresenta formação vegetal de porte arbóreo arbustivo e composta por plantas lenhosas halófitas facultativas freqüentemente associadas a espécies herbáceas, epífitas, hemiparasitas e aquáticas típicas, altamente adaptadas a condições pedológicas especiais: ação das marés e grande variação de salinidade (SCHAEFFER-NOVELLI, 1995).

Em função da grande gama de possibilidades é inconcebível generalizar a

capacidade dos manguezais de ganhar terrenos em direção ao mar. A dinâmica da costa é fator determinante para o movimento de colonização dos manguezais. Quando esta apresenta-se em progressão, os manguezais colonizam ativamente, estabilizando as novas estruturas de deposição, porém onde a dinâmica está estável e os aportes de sedimentos escassos, a progressão até o mar é limitada ou inexistente e nos locais onde a erosão é intensa o mangue termina subitamente junto com o talude erodido e não consegue estabelecer uma fase colonizadora (CINTRÓN, 1987).

Na busca pelo melhor entendimento sobre as características e comportamentos dos manguezais diversos autores (LOVELOOK *et al.,* 2005; BENFIELD *et al.*, 2005; SILVA *et al.,* 2005) tem buscado analisar estruturalmente esses bosques e suas relações com o meio a sua volta.

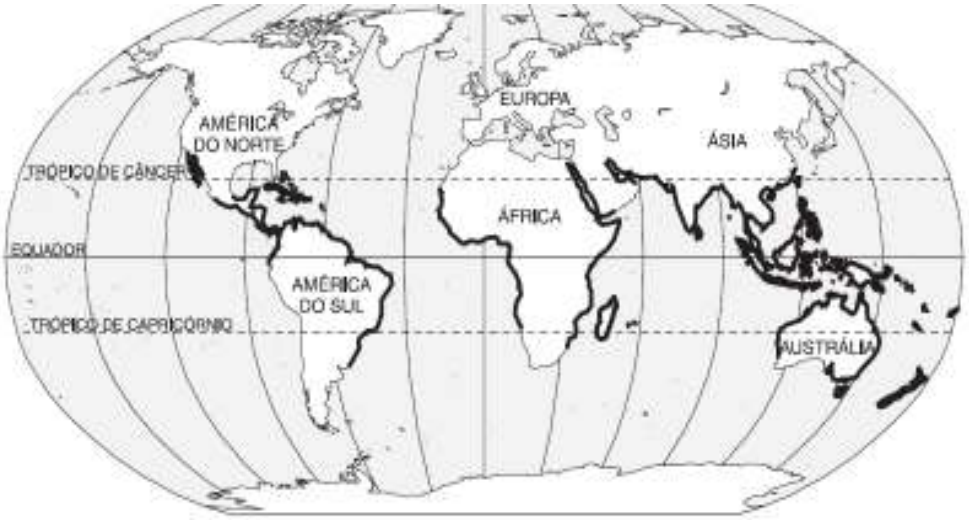


FIGURA 2. Distribuição mundial dos manguezais nas costas tropicais e subtropicais.
FONTE: Chapman (1975).

Os manguezais suportam as redes tróficas estuarinas, devido à exportação de material particulado e dissolvido, sucessivamente incorporado à rede trófica e sustentador, em última análise, das pescarias estuarinas e costeiras e das próprias sociedades pesqueiras litorâneas (LANA, 2004).

Segundo Bouillon *et al.,* (2008), estas florestas, apesar de produtivas estão globalmente ameaçadas. Oliveira (2005) relata que desmatamentos, aterros e emissão de esgotos são reflexos da ocupação da linha de costa e exercem pressão que prejudicam e ameaçam o funcionamento do ecossistema manguezal, da mesma forma, como rejeitos

químicos oriundos de pólos industriais, por vias aquáticas ou atmosféricas, causam degradação aguda ou crônica das florestas, sendo seus efeitos sentidos em nível da fisiologia do indivíduo e do ecossistema.

2.3. Os Manguezais no Brasil

O Código Florestal Brasileiro caracteriza os manguezais, quanto a sua preservação, como sendo considerados "formação vegetal de preservação permanente" conforme Lei nº 4771 de 15 de setembro de 1965. Apesar do conhecimento da importância para o equilíbrio dos ecossistemas costeiros e, por conseguinte, de toda a população que habita a zona desse ecossistema, os manguezais perdem paulatinamente tanto em cobertura vegetal, bem como em funcionalidade (OLIVEIRA, 2005). Bernini, (2008) enfatiza a importância dos manguezais brasileiros no que diz respeito a sua diversidade funcional, e expõe a fragilidade desse ecossistema à negligência das autoridades competentes, apesar de uma preocupação legal, no que tange a destruição deste ecossistema ao longo de toda a costa brasileira.

Segundo o IBGE (1992) os manguezais constituem a denominada Formação Pioneira de Influência Flúviomarinha, correspondendo ao "complexo edáfico de primeira ocupação", relacionando-se ao tipo de cobertura vegetal formado por espécies colonizadoras de ambientes novos, em função da atuação recente de agentes morfodinâmicos e pedogenéticos.

Os manguezais brasileiros ocupam uma área equivalente 25.000 km² e são encontrados ao longo de quase toda a costa brasileira (8000 km). Em função disso Schaeffer-Novelli *et al.*(1990) dividiram a costa brasileira em oito unidades (I à VIII), para melhor compreensão e facilidade de entendimento do comportamento dos manguezais. Essa divisão baseou-se nas condições hidrológicas, oceanográficas, fisiográficas e climáticas (Figura 3**)**. Foi caracterizada ocorrência, distribuição e os padrões estruturais dos bosques de mangue em cada segmento. Estes autores definiram como Unidade I aquela compreendida pela região de cabo Orange (04°30'N) ao Cabo Norte (01°40'N); Unidade II do Cabo Norte (01°42'N) à Ponta Coruçá Litoral (00°36'S); Unidade III da Ponta Coruçá (00°36'S) à Ponta dos Mangues Secos (02°15'S); Unidade IV da Ponta dos Mangues Secos (02°15'S) ao Cabo Calcanhar (05°08'S); Unidade V Cabo Calcanhar (05°08'S) ao Recôncavo Baiano (13°00'S); Unidade VI do Recôncavo Baiano (13°00'S) ao Cabo Frio (23°00'S); Unidade VII do

Cabo Frio (23°00’S) à Torres (29°20’S); VIII de Torres (29°20’S) ao Chuí (33°35'S).

Dentre todas, a Unidade VII é a mais estudada quanto a cobertura vegetal dos manguezais (NASCIMENTO FILHO, 2007). Esta unidade caracteriza-se, segundo Schaeffer-Novelli *et al.* (1990), por apresentar um gradiente estrutural, com indivíduos mais altos margeando estuários, canais e a jusante de alguns rios, apresentando bosques mistos ou monoespecíficos para os três gêneros (*Rhizophora*, *Laguncularia* e *Avicennia).* No que se refere a outras unidades, estudos vem sendo realizados, mas pouco conhecimento tem sido gerado a respeito do assunto, se comparado a dimensão da área recoberta por manguezais. Na Região Norte a maior parte dos trabalhos com manguezal concentram – se no município de Bragança (SALES *et al.,* 2009).

FIGURA 3- Mapa da costa brasileira representando as oito zonas fisiográficas /segmentos climáticos e correntes costeiras.

FONTE: Schaeffer-Novelli *et al.* (1990).

De maneira geral os estudos sobre manguezal no Brasil têm ocorrido para a caracterização estrutural (SESSEGOLO, 1997; SOUZA E SAMPAIO, 2001, CHAVES,

2001; CUNHA-LIGNON, 2001; BERNINI e REZENDE, 2004; MENGHINI *et al.*, 2004; SILVA *et al.,* 2005; GONÇALVES *et al.,* 2006; NASCIMENTO FILHO, 2007; OLIVEIRA, 2007; PARAGUASSU e SILVA, 2007, SOARES *et al.*, 2007; MACEDO *et al*., 2007; PETRI, 2009; SALES 2009; BERNINI e REZENDE, 2010), produção de serapilheira e exportação de nutrientes (FARIAS *et al.*, 2006; FERNANDES, 2007; GONÇALVES *et al.*, 2006; NASCIMENTO *et al*., 2006; LONGO, 2009), tensores e os reflexos das atividades antrópicas sobre esse ecossistema (PANITZ e PORTO FILHO, 1995; SOARES, 1999; SOARES *et al.*, 2003, PAULA, 2006; MENGHINI *et al*., 2007; NOVAES *et al.*, 2007; MARTINS e WANDERLEY, 2009), mas pouco estudos tem sido realizados sobre características fenológicas dos manguezais brasileiros e assim como trabalhos sobre estimativa de biomassa aérea.

2.4.Manguezal em Sergipe

O Estado de Sergipe está inserido na Unidade V e caracteriza-se por apresentar manguezais associados a estuários, com os gêneros *Rhizophora* e *Laguncularia* como pioneiros, nas partes mais internas, e indivíduos de *Avicennia* e *Laguncularia* que formam bosques mistos com mais de 10m de Altura (SCHAEFFER-NOVELLI *et al.*, 1990).

O manguezal é a vegetação predominante dos estuários sergipanos, e ao longo dos últimos anos vem sendo suprimido dando lugar a viveiros de aqüicultura, principalmente para cultivo de camarões (CARVALHO e FONTES, 2007). Segundo o projeto RADAM-BRASIL (1981), os manguezais recobrem cerca de 5,14% da superfície do estado de Sergipe, sendo a vegetação predominante dos estuários, podendo adentrar até 25km a partir da linha da costa.

Almeida e Ribeiro (2009) associam a grande perda de áreas de manguezal em Aracaju, capital de Sergipe, às características do município que estão associadas a quatro motivações distintas, a primeira é salubridade, que reflete a visão distorcida do manguezal que, em situações pretéritas, foi considerado um ambiente insalubre, para onde têm sido despejados, de forma errônea, os esgotos da cidade, a segunda foi acessibilidade que justificaram os aterros aos manguezais sob o argumento da necessidade, com o crescimento da cidade, de possibilitar acesso aos novos bairros que surgiam. A terceira foi a especulação imobiliária grande responsável pelo desaparecimento de grande parte das áreas ocupadas pelo mangue aterradas para o

surgimento de novos bairros e shoppings etc., E por fim, a quarta, a habitação diretamente ligada às outras, que se deu como reflexo do crescimento desordenado refletindo na ocupação de áreas de mangue por populações mais humildes atraídas pelas oportunidades de emprego, nas áreas mais urbanizadas. Esses autores atribuem a responsabilidade por essas ações à esfera pública e as corporações da iniciativa privada.

Em relação ao estuário do Rio São Francisco, pouco tem sido relatado. Cunha e Holanda (2006) relatam os problemas existentes na região associados à exploração dos recursos pesqueiros como reflexo e diversas atitudes antrópicas (desmatamento para carcinicultura, desrespeito ao defeso, pesca predatória, utilização de "redes" para coleta do caranguejo, etc.) bem como sua exploração racional e com preocupações futuras.

Uma caracterização estrutural da área é inexistente bem como a presença de estudos relacionados à produção de serapilheira e suas taxas de produção. O ecossistema de manguezal é reconhecido por sua importânci,a dessa forma torna-se clara a necessidade o levantamento de informações básicas (área de cobertura, composição de espécies e produtividade) a fim de nortear as políticas públicas no que concerne ao desenvolvimento sustentável da região.

2.5. Caracterização Estrutural de Bosques de Manguezais

Uma das principais ferramentas para análise das respostas dos manguezais às condições ambientais existentes, bem como aos processos de alteração do meio ambiente é a caracterização estrutural da vegetação desse ecossistema, auxiliando ainda nos estudos e ações que objetivem a conservação do mesmo (SOARES, 1999; BENSUSAN, 2006).

A arquitetura do bosque de mangue é uma expressão do resultado da interação entre o crescimento das espécies arbóreas, seus requisitos fisiológicos e os tensores ambientais que operam no ecossistema (SCHAEFFER-NOVELLI, 1985). Quando comparados a outros tipos de florestas tropicais, os manguezais são, geralmente, considerados com estrutura aparentemente simplificada (BERNINI, 2008). Smith III (1992) relata o reduzido numero de estratos e apenas um dossel principal. Esporadicamente algumas florestas podem apresentar uma segunda camada formada por plântulas e indivíduos jovens, porém a presença de lianas e árvores do sub dossel ou ainda arbustos é praticamente inexistente nos bosques de mangue. Tomlinson, (1986), de forma geral compara a passagem de áreas de mangue para zonas marinhas e para zonas terrestre, descrevendo que para a primeira a transição se dá de forma abrupta diferentemente da

segunda, que ocorre de forma suave e paulatina.

Soares, (1999) e Pereira *et al.* (2009) afirmam que apesar da grande importância ecológica, econômica e social dos manguezais e de sua proteção pelos parâmetros legais vigentes, este ecossistema revela-se ameaçado em função de inúmeros agentes (destaque para os de origem antrópica), agentes estes que têm causado a eliminação de grandes áreas de manguezal. Destacam-se como distúrbios de origem antrópica que atuam direta ou indiretamente, promovendo perdas significativas do ecossistema de manguezal em todo o mundo: a contaminação por derivados de petróleo (SOARES *et al.*, 2003), supressão da vegetação da floresta para atividades de aqüicultura (SILVA *et al.* 2004; NASCIMENTO, 2007; NASCIMENTO *et al.*, 2007; CARVALHO e FONTES, 2007) extração de lenha, criação de campos de pastagens, para o cultivo agrícola, para construção de obras da construção civil (ALMEIDA e RIBEIRO, 2009) , instalação de indústrias, lançamento de efluentes (CARVALHO, 2007), aterros, construção de estradas, além de obras de dragagem e barragens (VIANA, 2003) que alteram a dinâmica de transporte de sedimentos e a infra-estrutura para o turismo (VANUCCI, 1999; LACERDA et al., 2006; BERNINI, 2008)

Manguezais atingem maior desenvolvimento estrutural onde são grandes os subsídios das chuvas e das marés, perto de zonas equatoriais que estão sob influência da intensa atividade convectiva da zona intertropical de convergência (SCHAEFFER-NOVELLI *et al.*, 2000). Os trabalhos de Sessegolo (1997) e Soares *et al.* (2003) confirmam uma grande variação em termos de altura e densidade das espécies arbóreas dos manguezais brasileiros caracterizados, muitas vezes por um mosaico estrutural (Tabela 1).

TABELA 1. Dados estruturais de diversos bosques em diferentes latitudes. DAP- Diâmetro a Altura do Peito (1,30m)

Local	Altura (m)		DAP (cm)		N° de troncos *		Fonte
	Max.	Mín.	Max.	Mín.	Max.	Mín.	
Baia de Guanabara - RJ	7,27	1,80	7,83	1,33	52.80	0	Soares *et al.,* 2003
Lagoa Da Tijuca - RJ	16,10	4,50	16,70	3,40	17002	50	Soares, 1999
Anchieta - ES	17,20	7,50	24,20	8,10	1890	345	Perreira *et al,* 2009
Itabapoana -ES	10,10	4,00	13,50	3,70	21000	1475	Bernini e Rezende, 2010
Paraiba do Sul - Rj	9,90	6,30	13,40	7,44	3400	1920	Bernini e Rezende, 2004
Peninsula de Bragança – PA	14,80	13,80	43,20	33,40	101,6*	4*	Matni *et al*., 2006
Anchieta - ES	16,40	2,00	27,30	4,70	7866,0	700	Petri, 2009
Cajatuba - PA	16,70	10,80	97,10	9,40	516,60*	3,3*	Sales *et al*., 2009
Suape - PE	16,30	6,70	22,40	5,60	5685	917	Souza e Sampaio, 2001
São Matheus - ES	12,00	5,40	29,60	8,12	1430	750	Silva *et al.,* 2005
Ilha de Bernabé -SP	12,00	5,40	29,60	8,12	1450*	450*	Menghini, 2004
Ariquinda - Pe	8,90	0,40	35,50	1,10	62000	848	Longo *et al*., 2009
Baía de Paranaguá PR	6,90	1,70	6,550	0,75	22,800	4500	Sessegolo, 1997.

* Indivíduos por hectare

2.6.Produção de Serapilheira

O manguezal é considerado um dos ecossistemas naturais mais produtivos quando se fala em biomassa e um dos mais ameaçados. A FAO (2003) afirma que o manguezal sofre desflorestação de 1% ao ano correspondendo a 35% nos últimos 35 anos, de uma área total de 160.000 Km² (16 milhões de hectares).

Segundo Twilley *et al.,* (1992) as florestas de mangue apresentam produção primária líquida global estimada em 218 ± 72 Tg C y^{-1}, concordando com Downing *e* Cataldo (1992), o qual sugere que os ecossistemas costeiros, em especial os manguezais, teriam capacidade de armazenar quantidades significativas de carbono em vegetação e sedimentos.

Para Clough (1992), mesmo não havendo confirmação das relações entre a biomassa aérea dos manguezais e a produtividade deste ecossistema, a utilização de serapilheira tem sido largamente utilizada para considerar a produtividade dos manguezais justificada pela viabilidade econômica e logística, bem como por servir de referência, indiretamente, do comportamento fenológico das espécies presentes no manguezal (CLOUGH et al., 2000; BUNYAVEJCHEWIN e NUYIM, 2001; FERNANDES *et al.,* 2005).

Os compartimentos (folhas, frutos, flores, galhos, ramos, troncos e raízes) são preponderantes para formação de detritos orgânicos que representarão significativas fontes de energia nas cadeias tróficas marinhas (ODUM e HEALD, 1975) e podem ser considerados como a principal fonte para produção primária líquida dos manguezais. Em geral, as folhas são os principais componentes da serapilheira, podendo haver diferenças regionais em sua queda e variações na disponibilidade para o oceano (FLORES-VERDUGO *et al.*, 1987; JUMAN, 2005; FARIAS *et al.,* 2006; NASCIMENTO *et al.,* 2006; FERNANDES *et al.*, 2007) Nesta perspectiva Ramos e Silva *et al.* (2007), defendem que pequenas quantidades de nutrientes (P e N) são exportados do manguezal na forma de materiais em suspensão e através da dinâmica dos fluxos de água subterrânea, para o estuário, podendo contribuir significativamente para a exportação de nutrientes para fora do ecossistema no estuário.

Em regiões estuarinas a matéria orgânica oriunda da produção de serapilheira dos manguezais é fundamental para a manutenção de diversas espécies. Os benefícios trazidos vão desde um ambiente saudável com alta produção e variedade de pescado até a exploração turística da região (CHAVES 2007). Nos casos de alteração que diminuam a produção de serapilheira, todo sistema é prejudicado com menor exportação de matéria orgânica, diminuindo conseqüentemente a capacidade de manutenção de uma cadeia trófica detrítica, responsável pela manutenção de importantes espécies existentes.

Alguns autores (CLOUGH, 1992, MEHLIG, 2001, CLOUGH et al.,, 2000, JUMAN, 2005) associam as variações na produção de serapilheira a fatores ligados, principalmente ao meio físico e químico, como a temperatura do ar, radiação solar, precipitação, disponibilidades de nutrientes, substrato, marés etc. Em escala global a produção de serapilheira em manguezais varia ao longo das regiões e tende a diminuir com o aumento da latitude possivelmente como reflexo da resposta estrutural dos bosques de mangue, comportamento descrito, entre outros autores, por Gonçalves *et al.*, (2006). Outro comportamento que tem sido reportado para picos de produção de serapilheira em manguezais é a sazonalidade da produção entre os períodos seco (FLORES-VERDUGO *et al*., 1987; LONGO, 2009) e chuvoso (TAM *et al.,* 1998; JUMAN, 2005; BERNINI e REZENDE, 2007). Dessa forma percebeu-se que a variação na produção de serapilheira não reflete apenas parâmetros isolados, mas sim, a interação de cada um, conferindo a cada região um comportamento específico de acordo com a interação dos parâmetros presentes em cada manguezal (BERNINI, 2008).

3 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, J. A. P. de; GOMES, L. J. **Dinâmica da paisagem na foz do rio São Francisco a partir de imagens LANDSAT e CBERS.** In: Anais – III Simpósio Regional de Geoprocessamento e Sensoriamento Remoto, Aracaju/SE, OUT./2006.

ALMEIDA, F. C. de; RIBEIRO, A. de S. A esfera pública e a devastação dos manguezais aracajuanos, Sergipe, Brasil. **REDE-Revista Eletrônica do PRODEMA**, Fortaleza, v.3, n.1, p23-41, junho, 2009

ANA – Agência Nacional de Águas. Projeto **GEF – São Francisco**. Disponível em: <http://www.ana.gov.br>. Acesso em: 23 abr. 2010.

BENFIELD, S. L.; GUZMAN, H. M.; MAIR, J. M. Temporal mangrove dynamics in relation to coastal development in Pacific Panamá. **Journal of Environmental Management**, 76: 263–276, 2005.

BENSUSAN, N. 2006. **Conservação da biodiversidade em áreas protegidas**. Rio de Janeiro, FGV, 2006.

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,** 18(3): 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: III Congresso Brasileiro de Oceanografia – CBO'2008 I Congresso Ibero-Americano de Oceanografia – I CIAO. Fortaleza, 2008

BERNINI, E. **Estrutura da cobertura vegetal e produção de serapilheira da floresta de mangue do estuário do rio Paraíba do Sul, estado do Rio de Janeiro**. BRASIL. 29 de fevereiro de 2008, 134p. Tese de doutorado (Doutorado em Ecologia e Recursos Naturais. Centro de Biociências e Biotecnologia, da Universidade Estadual do Norte Fluminense. CAMPOS DOS GOYTACAZES. Rio de janeiro. 2008.

BERNINI, E. e REZENDE, C.E.. Variação estrutural em florestas de mangue do estuário do rio Itabapoana, ES-RJ**. Biotemas,** 23 (1): 49-60, março 2010.

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, Vol. 10, EGU 2008-A-02381, 2008 SRef-ID: 1607-7962/gra/EGU2008-A-02381 EGU General Assembly 2008.

BORGES, P.A.P.; CHEROBINI, A. e Coelho, G.C.. **Modelagem Matemática da decomposição da serrapilheira.** In: XXVIII Congresso Nacional de Matemática Aplicada e Computacional, 2005, Santo Amaro. XXVIII Congresso Nacional de Matemática Aplicada e Computacional, 2005.

BRAY, J.R.; GORHAM, E.. Litter production in Forest of the world. **Advances in Ecological Research**, v. 2, p. 101-157, 1964.

BROWN, S. e LUGO, A. E., A comparison of structural and functional characteristics of saltwater and freshwater forested wetlands, pp.109-130. *In*: B. Gopal, R. E. Turner, R. W. Wetzel e D. F. Whingham (eds.) 1982, **Proceedings of the First International Wetlands Conference**, Wetlands: Ecology and Management, New Delhi, India, 1982

BUNYAVEJCHEWIN, S.; NUYIM, T., Litterfall Production in a Primary Mangrove, *Rhizophora apiculata* Forest in Southern Thailand**. Silvicultural Research Report.** 17: 18-25. (2541), 2001.

BUNT, J.S.. Continental scale patterns in mangrove litter fall. **Hydrobiolobia** 295, 135-140, 1995.

CARREIRA, R.C., RONDON, J.N. e ZAIDAN, L.B.P.. **Produção de serapilheira em uma área de cerrado de Mogi Guaçu, SP.** Instituto de Botânica – IBT, Programa de Pós Graduação em Biodiversidade Vegetal e Meio Ambiente. 2006.

CARVALHO, E. V. T. A carcinicultura na região nordeste: ameaça ao ecossistema manguezal. Enciclopédia Biosfera, N.04, 2007.

CARVALHO, M. E. S.; FONTES, A. L. . A carcinicultura no espaço litorâneo sergipano. **Revista FAPESE de Pesquisa e Extensão**, v. 3, p. 87-112, 2007.

CHAPMAN, V.J. 1975. **Mangrove biogeography.** In: Walsh, G.; Snedaker, S.; Teas, H., eds. Proceedings of international symposium on biology and management of mangroves. Gainesville, FL: Institute of Food and Agricultural Sciences, University of Florida; 3-22.

CHAVES**,** F. O. **Análise dos padrões de zonação e sucessão de espécies de mangue na região de Guaratiba, Baía de Sepetiba – Rj.** Monografia Universidade do Estado do Rio de janeiro. Rio de janeiro. P.79, 2001

CHAVES, F.O. **Caracterização e relações ambientais da produção de serapilheira em florestas de mangue da baía de Guanabara, Rio de Janeiro – Brasil**. 2007. 347p. Tese de doutorado (Doutorado em Ciências, área de Oceanografia Biológica). Instituto Oceanográfico. Universidade de São Paulo. São Paulo, 2007

CINTRÓN, G. e SCHAEFFER-Novelli, Y. Características y desarrollo structural de los manglares de norte y sur America. **Ciência Interamericana**, 25 (1-4): 4-15. 1985.

CLOUGH, B.F.. Primary productivity and growth of mangrove forests.. In: A.I. Robertson e D.M. Alongi (Eds.). **Tropical mangrove ecosystems**. Coastal and estuarine series. American Geophysical Union, Washington, USA. P. 225-249,1992.

CLOUGH, B.*;* TAN, D. T.; PHUONG, D. X.; BUU, D. C. Canopy leaf area index and litter fall in stands of the mangrove *Rhizophora apiculata* of different age in the Mekong Delta, Vietnam. **Aquatic Botany**, 66: 311–320, 2000.

COELHO, A.C.P.; PAIXÃO, V.M.; OLIVEIRA, E.B.; RIBEIRO, N.F. CARVALHO-NETA. **Impactos Causados Por Tensores de Origem Antrópica no Manguezal do Araçagy – Ilha de São Luiz – MA**. In: VII Congresso de Ecologia do Brasil: Caxambu – MG, 23 a 28 de setembro, 2007

CODESVASF - Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Parnaíba. Projeto básico de proteção da margem direita do rio São Francisco no perímetro de irrigação Cotinguiba/Pindoba, 4ª SR – Sergipe. Brasília: CODEVASF, 2003.

_____.–. Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Parnaíba. Disponível on-line em: http://www.codevasf.gov.br/osvales/vale-do-sao-francisco/identificacao. Acessado em 10 de fevereiro de 2010.

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

CUNHA-LIGNON, M. **Dinâmica do manguezal no sistema de Cananéia-Iguape, Estado de São Paulo – Brasil**. 57f. Dissertação (Mestrado em Oceanografia Biológica) - Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2001

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

DOWNING, J.P.; CATALDO, D.A. 1992. Natural sinks of CO2: technical synthesis from Palmas DelMar Workshop. ***Water, Air e Soil Pollution*** **64** (1-2): 439-453

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-MG, v.33, n.5, p.949-956, 2009.

FAO – Food and Agriculture Organization of the United Nations. **Releases new global estimate of mangroves - Deforestation continues but at slower rate,** 2003**.** Disponível em http://www.fao.org/english/newsroom/news/2003/15020-en.html. Acessado em 20 de março de 2010**.**

FARIAS, A. 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-PA, v.1, n.3, p.53-60, 2006.

FERNANDES, M. E. B., VIRGULINO, A. R. 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**, 18:33-38. 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-MG, v.31, n5, p. 949-958, 2007.

FERNANDES, T. J. G., SOARES, C. P. B.t, JACOVINE, L. A. G.. Quantificação do carbono estocado na parte aérea e raízes de *Hevea* sp., aos 12 anos de idade, na Zona da Mata Mineira**. Rev. Árvore**, vol.31, no.4, p.657-665. 2007.

FLORES-VERDUGO, F. J.; DAY Jr; J. W.; BRISEÑO-DUENAS, R. Structure, litter fall, decomposition, and detritus dynamics of mangroves in a Mexican coastal lagoon with an ephemeral inlet. **Marine Ecology - Progress Series.** Vol. **35:** 83-90. janeiro. 1987.

GOLLEY, F.B. **Ciclagem de minerais em um ecossistema de floresta tropical úmida;** tradução de Eurípides Malavolta. São Paulo: EPU. ED. Da Universidade de São Paulo, 1978

GOLLEY, F.; ODUM, H. T.; WILSON, R. F. The structure and metabolism of a puerto rican Red Mangrove forest in may. **Ecology**, 43: 9-19, 1962.

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

HOLANDA, F. S. R.; ROCHA, I. P.; OLIVEIRA, V. S. Estabilização de taludes marginais com técnicas de bioengenharia de solos no Baixo São Francisco. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental** v.12, n.6, p.570–575, 2008

IBGE – Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Manual técnico da vegetação brasileira. Série manuais técnicos em geociência, nº 1, p.92, Rio de Janeiro,1992.

JUMAN, R. A. Biomass, litterfall and decomposition rates for the fringed *Rhizophora mangle* Forest Lining the Bon Accord Lagoon, Tobago. **Rev. Biol. Trop**. V. 53: p. 207-217, 2005

LACERDA, L. D.; MAIA, L. P.; MONTEIRO, L. H. U.; SOUZA, G. M.; BEZERRA, L. J. C.; MENEZES, M. O. T. **Manguezais do Nordeste e mudanças ambientais**. Ciência hoje, v. 39, n. 229, p. 24-29, 2006.

LACERDA L. D., ITTEKKOT V. e PATCHINEELAM S. R., Biogeochemistry of Mangrove Soil Organic Matter: a Comparison Between Rhizophora and Avicennia Soils in South-eastern Brazil, Estuarine. **Coastal and Shelf Science**. 40(6): 713-720. 1995.

LANA, P. da C.. Novas formas de gestão dos manguezais brasileiros: a Baía de Paranaguá como estudo de caso. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, Editora UFPR. n. 10, p. 169-174, jul./dez. 2004.

LONGO, A. F. P. **Produtividade primária em bosque de franja e bacia no manguezal do Rio Ariquindá (Tamandaré – Pernambuco, Brasil)**, 2009. 85f. Dissertação (Mestrado em Oceanografia Biológica) – Departamento de Oceanografia da Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2009.

LOVELOCK , C. E.; FELLER, I. C.; MCKEE, K. L.; THOMPSON R. Variation in mangrove forest structure and sediment characteristics in Bocas del Toro, Panamá. **Caribbean Journal of Science**, 41: 456-464, 2005

LUGO, A. E., BROWN, S. e BRINSON, M. M., Concepts in wetland ecology, pp. 53-85. In: A. E. Lugo, M. Brinson e S. Brown (eds.), **Forested wetlands. Ecosystems of the world**, Elsevier, Amsterdam, 527p, 1990.

LUGO, A. E.; CITRON, G; GOENAGA, C. El ecossistema del manglar bajo tension. **Anales del Seminário Sobre El Estúdio Científico e Impacto Humano em El Ecossistema de Manglares**, Cali. Colômbia, p.261-285, 1980.

LUGO, A. E. e SNEDAKER, S. C. 1975. Litter production in mangrove forests in southern Florida and Puerto Rico. In Walsh, G. E.; Snedaker, S. C.; Teas, H. J. (Eds.). Proc. Int. Symp. Biol. And Management of mangroves. IFAS, Univ. Florida: 170-212.

LUGO, A. E.; SNEDAKER, S. C. The ecology of mangroves. **Annual Reviews of Ecology and Systematics***,* 5: 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, jul – dez, 2007

MARTINS P. T. A. de, WANDERLEY, L. L. de. Dinâmica de ocupação espacial de áreas contíguas (Período 1987-2008) e sua relação com tensores de origem antrópica no manguezal do Rio Cachoeira, Ilhéus, Bahia. **Sociedade e Natureza**, Uberlândia, 21 (2): 77-89, ago. 2009

MASCHMANN, A. O. **Projeto GEF-São Francisco – Estudo Hidrodinâmico-sedimentológico do Baixo São Francisco, Estuário e Zona Costeira Adjacente (AL e SE)**. ANA/GEF/PNUMA/OEA. 2003.

MEHLIG, U.. **Aspects of tree primary production in an equatorial mangrove forest in Brazil**. Bremen: Center For Tropical Marine Ecology (ZMT). 155 p. (ZMT Contributions, 14). 2001.

MENGHINI, R. P. **Ecologia de Manguezais: Grau de Perturbação e Processos Regenerativos em Bosques de Mangue da Ilha Barnabé, Baixada Santista, São Paulo,**

Brasil, 2004. 46f. Dissertação (Mestrado em Oceanografia Biológica) – Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2004.

MENGHINI, R. P.; CUNHA-LIGNON, M.; COELHO-JÚNIOR, C.; SCHAEFFER-NOVELLI, Y. **Análise temporal dos impactos antrópicos e da regeneração natural em manguezais da Ilha Barnabé (Baixada Santista, SP, Brasil) obtida através de fotografias aéreas.** In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto. Florianópolis: INPE, 2007. P. 4037-4044

MYERS, N., MITTERMEIER, R. A., MITTERMEIER, C. G. Fonseca, G. A. B.da e Kent, J. Biodiversity hotspots for conservation priorities. **Nature** 403**:** 853-858. 2000.

NASCIMENTO, I. A. Manguezal e carnicultura: o conflito da ecocompatibilidade. **Diálogos da Ciência** – Revista da rede de ensino FTC. Ano V, n.10, mai. 2007.

NASCIMENTO, I. A.; PEREIRA, S. A.; DORIA, E. L. V. Identificação e prevenção dos impactos em manguezais: Relação com atividade de carcinicultura. **Diálogos da Ciência** – Revista da rede de ensino FTC. Ano V, n.11 set. 2007.

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, set-dez, 2006.

NASCIMENTO-FILHO, G. A. do. **Desenvolvimento estrutural e padrão de zonação dos bosques de mangue no Rio Ariquindá, Baía de Tamandaré, Pernambuco, Brasil**, 2007. 94f. Dissertação (Mestrado em Oceanografia Biológica) - Departamento de Oceanografia da Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2007.

NOVAES, R. C.; TAROUCO, J. E. F.; RANGEL, M. E. S.; DIAS, L. J. B. S. da. Análise da Sensibilidade Ambiental da Parte Ocidental da ILHA do Maranhão. *In*: *Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto.* Florianópolis: INPE, 2007. P. 4089-4096.

ODUM, E. P. **Relationships between structure and function in the ecosystem**. Jap. J. Ecol. 12: 108-118, 1962.

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. Vol. 1. pp. 265 – 286, 1975.

ODUM, E. P. **Ecologia**. Rio de Janeiro: Interamericana. Brasil. 1983. 434 p.

ODUM, W. E., C. C. MCLVOR, and T. J. SMITH III. **The ecology of the mangroves of south Florida: A community profile.** U. S. Fish e Wildlife Service, Office of Biological Services. Washington, D. C. FWS/OBS -81/24, 1982.

OLIVEIRA, V. F. de. **Influência do estresse hídrico e salino na germinação de propágulos de *Avicennia schaueriana* Stapf e Leechman ex Moldenke e *Laguncularia racemosa* (L.) Gaertn. f.** 2005. 82p. Dissertação de Mestrado (Mestre em Botânica.).

Programa de Pós- Graduação em Botânica. Escola Nacional de Botânica Tropical. Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. 2005.

OLIVEIRA de, A. E. S.; Caracterização do mangue da Praia Gorda, Armação dos Búzios, Estado do Rio de Janeiro - RJ **Rev. Cient. Cent. Univ. Barra Mansa - UBM**, Barra Mansa, 9(17): 51, jul, 2007.

PANITZ, C. M.N. e PORTO FILHO, E. O Manguezal do Rio Caveiras, Biguaçú-SC um estudo de caso. IV: Principais tensores e capacidade de recuperação do ecossistema. **Oecologia Brasiliensis**, Rio de Janeiro, 1: 543-556, 1995.

PARAGUASSU, L. A. A.; SILVA da, M. N. Caracterização fitossociológica do manguezal de Porto de Sauípe, Entre Rios, Bahia. **Diálogos e Ciência – Revista da Rede de Ensino FTC,** 12: dez. 2007.

PAULA, D. P.; MORAIS, J. O.; PINHEIRO, L. S.; **Análise geoambiental do estuário do Rio Jaguaribe-CE: Tensores Naturais e Antrópicos.** In: VISimpósio Nacional de Geomorfologia. Goiânia, 6 a 10 de setembro, 2006.

PENNING de VRIES, F. W. T., 2003.**Learning from bright spots to enhance food security and to combat degradation of water and land resources**. In: XXIX Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, Ribeiro Preto-SP.

PEREIRA, F. V.; 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**, 22: 01-08, 2009.

PETRI, D. J. C. **Estrutura da floresta de mangue do estuário do Rio benevente, Anchieta, ES,** 29f**.** Monografia (Graduação em Biologia) - Centro de Biociências e Biotecnologia da Universidade Estadual do Norte Fluminense, Rio de Janeiro, 2009.

RADAM-BRASIL. **Levantamento de recursos naturai**s. Sergipe. 1972/1981.

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

SALES J. B de L; MEHLIG, U.; NASCIMENTO, J. R.; FILHO, L. F. R.; MENEZES, M. P. M. de Análise estrutural de dois bosques de mangue do rio Cajutuba, município de Marapanim, Pará, Brasil Bol. Mus. Para. Emílio Goeldi. **Ciências Naturais**, Belém, 4(1): 27-35, jan.- abr. 2009.

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

SANCHES, L.; VALENTINI, C. M. A.; BIUDES; M. S; NOGUEIRA, J. de 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.

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, I Congresso Nordestino de Sistemas, III Simpósio sobre Sustentabilidade em Agroecossistemas: A Aplicação do Pensamento Sistêmico no Ensino, Pesquisa e Extenção. Aracaju: 26, 27 de novembro, 2009.

SCHAEFFER-NOVELLI, Y. ; CINTRON-MOLERO, G. . Guia Para Estudo de Areas de Manguezal; Estrutura, Função e Flora. SAO PAULO: **Caribbean Ecological Research.**, 00150 p. 1986.

SCHAEFFER-NOVELLI, Y.; CINTRÓN-MOLERO, G. ADAIME, R.R. e CAMARGO, T.M. Variability of mangrove ecosystems along the Brazilian coast. **Estuaries,** 13 (2): 204-219. 1990.

SCHAEFFER-NOVELLI, Y. e CINTRÓN, G.M. Mangroves of arid environments of Latin America. In: H. Lieth and A. Al Masoom (eds), Towards the rational use of righ salinity tolerant plants, Vol 1, 107 - 116, Kluwer Academic Publishers, Netherlands. 1993..

SCHAEFFER-NOVELLI, Y. (ed.) Manguezal: ecossistema entre a terra e o mar. **Caribbean Ecological Research**. São Paulo. 64 p. 1995.

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

SANTOS-MENDONÇA, I. V. dos ; MOCHEL, F. R.. **Análise estrutural das folhas de duas espécies arbóreas de um manguezal em resposta a um vazamento de óleo diesel, na ilha de são luís, ma, brasil**. In: VI CONGRESSO NACIONAL DE ECOLOGIA, 2003, Fortaleza. Anais de Trabalhos Completos do VI Congresso de Ecologia do Brasil - Simposios Complexo do Pantanal, Ecologia de Paisagem, Educação Ambiental, Ensino de Ecologia, Ecossistemas Aquaticos, Costeiros e Continentais, Florestas com Araucaria e Campos Sulinos. Fortaleza : Editora da Universidade Federal do Ceará. v. 1. p. 314-315, 2003.

SESSEGOLO, G. C. **Estrutura e produção de serapilheira do manguezal do Rio Baguaçu, Baía de Paranaguá – PR**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Paraná. 110 p. 1997.

SILVA, M. F. F.. Produção anual de serapilheira e seu conteúdo mineralógico em mata tropical de terra firme, Tucuruí-PA. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi Ser. Bot**., v.17,n.1/2, p.111-158, 1984.

SILVA, L. M.; GUIMARÃES, I. P. N.; MOURA, T. N.; JERÔNIMO, C. E. de M.; MELO, H. N. de S. **Impactos ocasionados pela atividade da carcinicultura marinha no ecossistema manguezal no Brasil**. In: XXIX Congresso Interamericano de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2004. Anais do XXIX Congresso Interamericano de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2004. v. único.

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

SMITH, T.J. III. Forest structure. In: A.I. Robertson e D.M. Alongi (eds.). **Tropical mangrove ecosystems**. Coastal and estuarine series. American Geophysical Union, Washington, USA. Pp. 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. 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***, 59* (3): 503-515. 1999.

SOARES, M.L.G.; CHAVES, F.O.; CORRÊA, F.M.; SILVA JR., C.M.G. 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, 26: 101-116. 2003.

SOARES, M.L.G.; ESTRADA, G.C.D.; CHAVES, CAVALCANTE, V.F.; BARBOSA, B.; PORTUGAL, A.M.M.. **Diversidade estrutural de manguezais em um estuário adjacente ao banco dos Abrolhos, Brasil.** In: XII Congresso Latino Americano de Ciências do Mar-XII COLACMAR, Florianópolis, 15 a 19 de Abril. 2007.

SOARES, M.L.G. (coord.); ARAÚJO, D. S. D. de; PORTUGAL, A. M. M.; CHAVES, F. de O.; DIAS, H. M.; OLIVEIRA, V. F. de; BARBOSA, B.; ESTRADA, G. C. D. **Laudo biológico do sistema Caravelas – Nova Viçosa com vistas à criação da reserva extrativista do Cassurubá**. Ministério do Meio Ambiente, 2006.

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. 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** 15 (1): 1-12, 2001.

TAM, N.F.Y.; WONG, Y.S.; LAN, C.Y.; WANG, L.N. Litter Production and Decomposition in a Subtropical Mangrove Swamp Receiving Wastewater. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, 226: 1-18, 1998.

TWILLEY, R.R.; CHEN, R.H.; HARGIS, T.. Carbon sinks in mangroves and their implications tocarbon budget of tropical coastal ecosystems. **Water, Air e Soil Pollution 64** (1-2) pp. 265-288. 1992.

TOMLINSON, P. B.,**. The botany of mangroves**:. Cambridge University Press, Cambridge. 1-418p, 1986.

VANNUCCI, M.. **Os manguezais e nós: uma síntese de percepções**. São Paulo: Universidade de São Paulo, 235p, 1999.

VIANA, M. C. do. Estudo da degradação no manguezal do Rio Cocó – FORTALEZA/CE. **Revista da Casa da Geografia de Sobral**, Sobral, 4/5: 55-65, 2002/2003.

CAPÍTULO 2

PRODUÇÃO DE SERAPILHEIRA EM FLORESTA DE MANGUE NA REGIÃO ESTUARINA-LAGUNAR DO BAIXO SÃO FRANCISCO, SERGIPE

Resumo

Os manguezais são ecossistemas costeiros de transição entre os ambientes terrestre e marinho, povoados com espécies vegetais extremamente adaptados à flutuação de salinidade. Este ecossistema é considerado extremamente produtivo sendo responsável por grande parte do carbono orgânico que é liberado nos oceanos. O presente trabalho teve como objetivo analisar a dinâmica da produção da serapilheira em bosques de três zonas fisiográficas distintas, da área de manguezal da região estuarina do rio São Francisco no período de março 2009 a fevereiro de 2010. Foram monitorados, nos períodos seco e chuvoso, quatro bosques de mangue na área conhecida como costinha, localizada entre os municípios de Pacatuba e Brejo Grande no estado de Sergipe. Esses bosques são caracterizados pela presença das espécies *Rhizophora mangle* e *Laguncularia racemosa*, sendo três bosques mistos para as duas espécies e um monoespecífico para *L. Racemosa.* Foram instaladas um total de 40 cestas coletoras de 0,25m² de área, com 10 cestas por bosque, com coleta mensal de serapilheira, sendo em laboratório separados pela origem dos compartimentos folhas, estípulas, flores, frutos, galhos e miscelânia e posteriormente secos em estufa a 60°C, até atingir um peso constante. A fração folha apresentou a maior representatividade, contribuindo com valores de 51 a 78% entre todos os bosques estudados. Os bosques de Franja, Transição e Bacia 1 apresentaram maior produção no período seco enquanto o Bosque de Bacia 2 apresentou maior produção no período chuvoso.

Palavras-Chaves: Manguezal; Rio São Francisco; Serapilheira

LITTERFALL IN A MANGROVE FOREST IN THE ESTUARINE REGION OF THE LOWER SAN FRANCISCO RIVER, IN SERGIPE STATE

Abstract:

Mangroves are coastal ecosystem in transition between terrestrial and marine environment, populated by species of vegetation extremely adapted to fluctuation in water salinity. This ecosystem is considered extremely productive, being responsible to most of the organic carbon released to the ocean. The objective of this work was to analyze the dynamics of litter production in mangrove forests in three distinct physiographic zones in the estuarine region of the lower São Francisco River. The monitoring period ranged from March, 2009 to February, 2010. This work monitored four mangrove forest, during the dry and the rainy season, in the so-called Costinha, between the municipalities Pacatuba e Brejo Grande in state of Sergipe. These forests were characterized by the presence of the species of *Rhizophora mangle* and *Laguncularia racemosa*, divided by three mixed forest with two species and one monospecific with *L. racemosa* species . Forty baskets with 0,25m² size were installed, with 10 baskets to each forest, and the litter material was collected monthly, separated, in laboratory, by different plant compartments (leaves, stipules, flowers, fruits, branches and miscellaneous), then dried until constant weight in a oven at 60º C. The leaf fraction contributed to values of 51 at 78% of the total litterfall in all studied forests. The forests in the physiographic zones of fringer, and transiction and basin 1 showed a higher production in the dry season, while the forest in basin 2 presented a better production in the rainy season.

Key-words: Mangrove; São Francisco River; Litter

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 geoquímicas e biológicas da biosfera, no entanto, ainda não é devidamente reconhecida a sua importância quando se trata de fluxo global de carbono, atendo-se apenas aos ambientes terrestre e oceânico (TWILLEY *et al.,* 1992).

Constituindo parte da zona costeira o manguezal é um ecossistema de transição entre os ambientes terrestres e marinhos, característico de regiões tropicais e subtropicais, sujeito ao regime das marés, e que ocupam aproximadamente 70% da linha de costa brasileira (SCHAEFFER-NOVELLI, 1995). É caracterizado por vegetação lenhosa típica, adaptada às condições limitantes de salinidade, substrato inconsolidado, pouco oxigenado e apresenta freqüentemente submersão pelas marés (SOARES, 1997; NASCIMENTO *et al.*, 2006). Apesar de uma variabilidade estrutural vasta, o número de espécies vegetais torna-se reduzido visto que o ecossistema manguezal abriga uma vegetação típica adaptada às condições específicas de insolação, inundação, salinidade, etc. (MARCEDO *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 erecta* Jacq. (SCHAEFFER-NOVELLI e CINTRÓN, 1986).

Segundo Sessegolo (1997) os bosques de manguezais apresentam a sua fisionomia em função da fisiografia e o regime das energias que atuam no ecossistema. Sendo assim podem ocorrer diferenças na produção primária pela variação da zona fisiográfica onde foi realizada coleta de dados, (LUGO e SNEDAKER, 1974; SCHAEFFER-NOVELLI e CINTRÓN, 1986; SCHAEFFER-NOVELLI *et al.*, 2000) definem franja como bosque em contato com o mar, ao longo de canais e na boca de alguns rios; bacia como sendo a porção mais interior da floresta, e transição como o bosque que o limita da floresta de mangue com outro ecossistema, por exemplo, restinga. Os compartimentos das plantas eliminados ao longo do seu ciclo de vida podem ser considerados como a principal fonte para produção primária líquida dos manguezais. Em um manguezal os compartimentos (folhas, frutos, flores, galhos, ramos, troncos e raízes) são preponderantes para formação de detritos orgânicos que representarão significativas fontes de energia nas cadeias tróficas marinhas (ODUM e HEALD, 1975). Nesta perspectiva Ramos e Silva *et al.* (2007), destacam que pequenas quantidades de nutrientes (P e N) são exportados do manguezal na forma de

materiais em suspensão e através da dinâmica dos fluxos de água subterrânea, para o estuário. É atribuído ainda aos manguezais a característica de eficazes barreiras biogeoquímicas para o transporte de P e N em áreas tropicais costeiras, responsabilizados como aliados importantes e eficazes contra a eutrofização em áreas tropicais costeiras.

Em florestas quantidades significativas de nutrientes podem retornar ao solo por meio da decomposição das folhas, caules, frutos, flores, bem como restos de animais e material fecal (Poggiani, 1989). A serapilheira pode ser considerada, como a principal via de transferência de carbono, nitrogênio, fósforo, e cálcio para o ecossistema (COLE e RAPP, 1980). A serapilheira ou *litter* é formada por todo material biológico decíduo englobando a parte aérea das plantas, como folhas, frutos sementes, flores, galhos e cascas, em que as folhas, geralmente, representam a maior fração, depositada no sedimento de uma floresta (SILVA, 1984; BORGES *et al.*, 2005; ESPIG *et al.,* 2009).

As variações apresentadas nas taxas de produção de serapilheira têm sido utilizadas por muitos autores como uma forma de identificar controladores de produção (SAENGER e SNEDAKER, 1993; BUNT, 1995; CHAVES 2007), onde se identificam diferenças nas quantidades de serapilheira ao longo de gradientes latitudinais e entre zonas climáticas. A produção de serapilheira, em florestas tropicais, apresenta-se contínua no decorrer do ano (LEITÃO-FILHO *et al.* 1993), sendo que as quantidades produzidas nas diferentes épocas é uma resposta às variações sazonais (CARREIRA *et al.*, 2006).

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). Bray e Gorham (1964), afirmam que a produção de serapilheira é um parâmetro freqüentemente usado para avaliação da produtividade de ecossistemas. Este trabalho teve como objetivo analisar a dinâmica da produção da serapilheira em bosques, da área de manguezal da região estuarina do rio São Francisco.

2.MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Área de Estudo

O estudo foi conduzido no manguezal da região estuarina-lagunar do rio São Francisco numa transversal da localidade conhecida como costinha (779971 E, 8836224 N), coordenadas em UTM e DATUM – SAD 69, com área de 3,2 ha, localizada entre os

municípios de Pacatuba e Brejo Grande, distando 70,4 km de Aracaju, ao leste do estado de Sergipe, Nordeste do Brasil, capital do Estado (Figura 1). A área de estudo apresenta um clima tipo megatérmico seco a sub-úmido, com temperatura média anual de 25,7°C, precipitação pluviométrica média anual de 1.201,7mm e período chuvoso de março a agosto (SEPLAN, 2010).

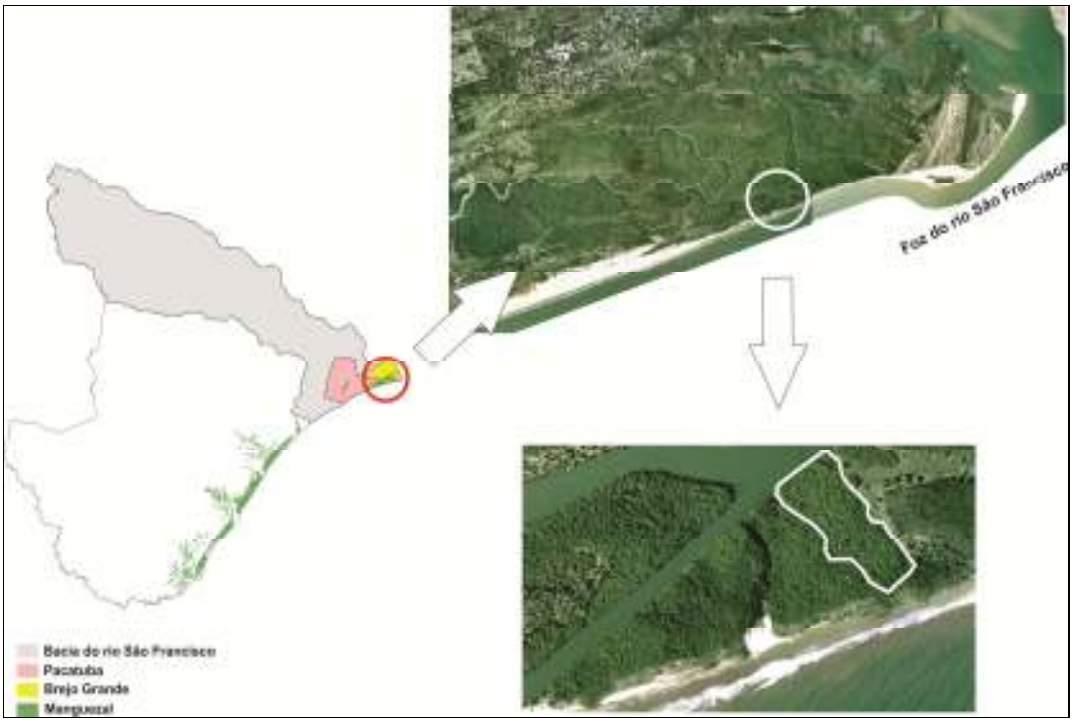


FIGURA 1 Localização da área de estudo

2.2. Coleta de Dados

Foram selecionados 04 (quatro) bosques de manguezal, sendo bosque de franja (1), com predominância da espécie *Rhizophora mangle* L*;* bosques de bacias (1 e 2), povoados pelas espécies *Rhizophora mangle L. e Laguncularia racemosa* (L.) Gaertn respectivamente; bosque de transição (1), com composição mista para as duas espécies.

Foi realizada a coleta de serapilheira por meio da aplicação da metodologia adaptada de Brown *et al.* (1989). Para determinação da produção de serapilheira em cada bosque foram, aleatoriamente, alocadas, em parcelas experimentais 10 (dez) cestas coletoras com área de 0,25 m² cada, confeccionadas com tubos de PVC com joelhos para ligação, tela de nylon (1mm), e lacres para fixar a tela ao tubo numerados, para facilitar a identificação da cesta. Um mês após a instalação das cestas, deu-se inicio a coleta de serapilheira, com periodicidade mensal, de março de 2009 a fevereiro de 2010, contemplando um ciclo anual. O material coletado em campo foi acondicionado em sacos plásticos, com identificação da cesta e do bosque. Em seguida, o processamento se deu em laboratório, sendo o material separado nos compartimentos folha, flor, fruto, galho, estípula e miscelânea. Somente folhas e frutos foram separados por espécie, e todo material foi seco, em estufa a 60°C, até peso constante.

Em cada estação foi estimada a media da produção de serapilheira pelas 10 cestas, ($g.m^{-2}.dia^{-1}$). A partir dos valores mensais foi estimada a produção anual de serapilheira (CHAVES, 2007), através da conversão da produção em tonelada por hectare e por ano ($ton.ha^{-1}$) e posteriormente multiplicada pela área que cada bosque ocupa chegou-se à produção total.

O delineamento experimental foi em blocos casualisados onde os bosques foram os tratamentos e as cestas as repetições. Com o auxilio do software Sisvar 5.1, foi realizada a análise estatística por meio de analise de variância para comparação da produtividade dos compartimentos entre os bosques nos períodos chuvoso (março à agosto) e seco (setembro à fevereiro). A partir de uma significância mínima de 95% foi realizado Teste de Tukey.

Os dados de temperatura e pluviosidade do período de março de 2009 a fevereiro de 2010 na área de estudo estão representados na Figura 2. Pode ser observado que a temperatura máxima foi de 34,68ºC em janeiro e a mínima de 17,93 °C em agosto.

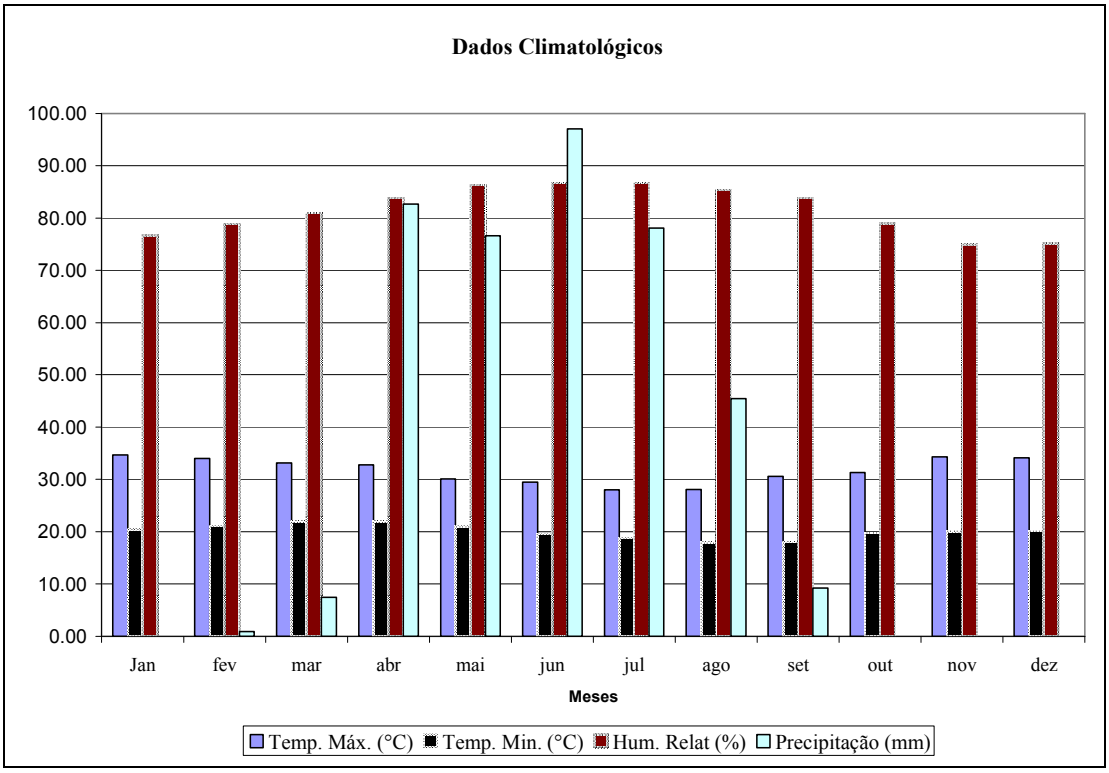


FIGURA 2. Dados Climatológicos da área do experimento com base na estação de Brejo Grande-SE. Tem. Max - temperatura máxima; Tem. Min - temperatura mínima; Umid Relat Média – média da umidade relativa no mês; Precip. Total – Precipitação total.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Produção de serapilheira

Diversos fatores como temperatura, salinidade, pluviosidade, característica fisiográfica, etc. podem influenciar na produção dos bosques distintos em uma mesma floresta de mangue, como observado nos quatro bosques estudados em que a produção de serapilheira apresentou valores totais diferenciados.

Para os bosques estudados a produção total foi de 46,66 ton sendo os mais produtivos o bosque de Bacia 2 com 28% e o bosque de Transição com 28%, seguidos dos bosques de Bacia 1 e Franja com 23% e 21% respectivamente (Tabela 1).

TABELA 1. Produção total (ton) por bosque e para a área total de estudo no período de um ano

Franja	Bacia 1	Bacia 2	Transição	Total
10.88	10.06	14.48	11.24	46.66

Observou-se diferença significativa na produtividade total de serapilheira para duas áreas, Franja 1 e Bacia 2 ($p<0,05$), o mesmo não ocorrendo para Bacia 1 e Transição (Tabela 2).

TABELA 2. Média da produção total ($g.m^{-2}.dia^{-1}$) dos quatro bosques estudados.

Bosques	Produção Total
Franja	20.9375 a
Bacia 1	23.6635 a b
Bacia 2	27.9860 b
Transição	27.5390 a b

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

O compartimento que mais contribuiu para produção de serapilheira foi folha, totalizando 9,71 $g.m^{-2}.dia^{-1}$ em todas as parcelas e considerando todas as espécies. A produção total de serapilheira foi maior no bosque de bacia 2 (4,59 $g.m^{-2}.d^{-1}$) (Tabela 4), podendo ser justificado pelo recuo da linha de costa, que tem ocasionado um carreamento de sedimento que é lançado gradativamente sobre o bosque soterrando-o lentamente (SANTANA *et al.,* 2009; OLIVEIRA, 2003) e promovendo assim um estresse ao bosque com maior queda de folhas, assim como também resultante de corte seletivo de madeira. Os valores do compartimento galhos e ramos tem aumentado em função do grande número de rebrotas nas árvores, como conseqüência do corte de arvores pois este bosque é mono específico para *Laguncularia racemosa*. Destaca-se também a alta produção no bosque de transição porém nesse caso o compartimento com maior contribuição foi folhas como reflexo ao recuo da linha de costa

TABELA 4. Média e desvio padrão da produção de serapilheira total e compartimentos (g/m^{-2}/dia) por bosque no manguezal do estuário do Rio São Francisco, SE.

COMPARTIMENTO	FRANJA	BACIA 1*	BACIA 2*	TRANSIÇÃO
Folhas	2,24 ± 0,69	2,56 ± 0,93	2,42 ± 1,07	2,49 ± 0,97
Estípulas	0,23 ± 0,06	0,32 ± 0,15	0,06 ± 0,04	0,33 ± 0,14
Flores	0,12 ± 0,12	0,27 ± 0,22	0,73 ± 1,16	0,23 ± 0,18
Frutos e Propágulos	0,33 ± 0,61	0,53 ± 0,41	0,13 ± 0,15	0,75 ± 0,97
Galhos e ramos	0,49 ± 0,62	0,17 ± 0,18	0,95 ± 1,05	0,55 ± 0,61
Miscelânea	0,12 ± 0,09	0,28 ± 0,20	0,35 ± 0,26	0,31 ± 0,19
TOTAL	**3,49 ± 1,09**	**3,89 ± 1,31**	**4,59 ± 1,79**	**4,58 ± 1,69**

*Bosques com fisionomias (arquitetura, composição e estrutura) distintas.

Comparando os bosques de bacia (1, 2), estatisticamente não observou-se diferenças significativas porêm estas ocorrem numericamente e percebe-se uma maior produção de folhas na Bacia 1 em relação a Bacia 2, em razão da dominância da espécie *Rhizophora mangle*. O bosque de Bacia 2 é dominada pela espécie *Laguncularia racemosa*. Essas diferenças, não estatisticamente significativos são associadas à espécie dominante e a estrutura do bosque como descrito por Sessogolo (1997), enquanto Gonçalves *et al.* (2006) atribuem tais diferenças na produtividade desses bosques, ao padrão estrutural.

Nos compartimentos frutos e propágulos, galhos e ramos e para o compartimento flores, em quase todos os bosques, com exceção para o de Bacia 1 verificou-se que o desvio padrão se mostrou maior que a média, tal fato também reportado por Bernini e Rezende (2007) justifica-se como reflexo da sazonalidade na produção de alguns compartimentos que ocorre com maior intensidade em alguns períodos do ano**.** Também podem ser consideradas as características fenológicas das espécies, que levam a intensificação da sua produção em períodos específicos do ano (Fernandes *et al.*, 2005).

3.2. Variações da produção de serapilheira nas estações seca e chuvosa.

Mesmo não havendo diferença estatística na produção total entre os períodos chuvoso e seco vale ressaltar que durante a coleta de dados foram registrados alguns picos na produção de serapilheira (Figura 3) associados à precipitação do período chuvoso e a pressão antrópica, principalmente o corte seletivo, e ao recuo da linha de costa onde houve cobertura de parte do bosque com sedimentos lançados pelo mar,. Tais tensores já foram

descritos para outros manguezais na mesma latitude ou em latitudes diferentes como antrópicos (MENEZES *et al.*, 2009), tensores naturais, a sazonalidade (SOARES *et al.,* 2007; BERNINI *et al.,* 2008).

A produção de serapilheira por compartimento na estação chuvosa, obedeceu a seguinte ordem decrescente: folhas (57%) > galhos e ramos (14%) > frutos e propágulos (10%) > flores , (8%) > miscelânea (7%) > estípulas (4%). O compartimento folha apresentou maior produção, com pico na estação seca concordando com Arato *et al.* (2003); Farias *et al,* (2006); Nascimento *et al.* (2006); Cianciaruso *et al.* (2006) e Fernandes (2007). Tal fato justifica-se como uma resposta fisiológica da planta ao stress salino, e a fenologia da mesma. Não ocorreu diferença significativa entre a produção de serapilheira dos compartimentos, porém diferenças significativas ($p \leq 0,05$) ocorrem quando comparadas a produção de serapilheira nas estações seca e chuvosa.

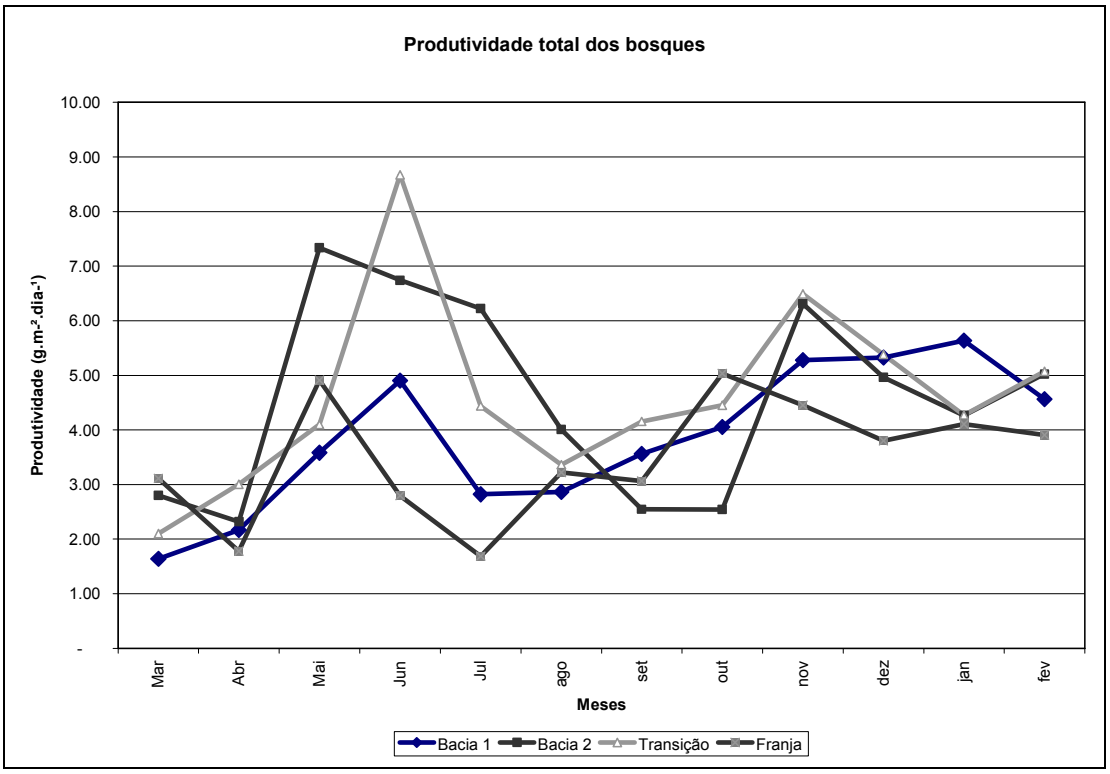


FIGURA 3. Produção total da serapilheira de quatro bosques no manguezal do estuário do Rio São Francisco, SE.

O período seco se apresentou como a maior produção anual de 4,31 g.m-².dia-¹ e o chuvoso com 3,61 g.m-².dia-¹, concordando com trabalhos realizados em outras latitudes, como em Acarajó e Furo do Meio, Bragança, Pará (MEHLIG, 2001), Furo Grande, Bragança, Pará (CARVALHO, 2002), Península Bragantina, Bragança, Pará (FARIAS *et*

al., 2006), Baia de Guanabara, Rio de Janeiro, Rio de Janeiro (SOARES *et al.,* 2007).

Diferentemente do estuário do rio Paraíba do Sul, estudado por Bernini e Rezende (2008) que apresenta maior produção no período chuvoso, o manguezal estudado apresentou um padrão sazonal com pico de produção no período seco (Figura 4 e 5). Porém outro pico ocorreu no período chuvoso refletindo uma maior liberação de propágulos, reflexo da sazonalidade na produção deste compartimento, justificado pela fenologia das espécies que intensificam suas atividades reprodutivas nesse período. Ressalta-se ainda que em relação à espécie *Rhizophora mangle* a produção de propágulos ocorreu durante todo o ano, mas com maior expressividade no período chuvoso, apresentando melhores resultados que nos outros compartimentos. O pico no período seco se deve ao compartimento folhas e remete a características da estrutura das parcelas associados a tensores, estes últimos principalmente representados pelo recuo da linha de costa.

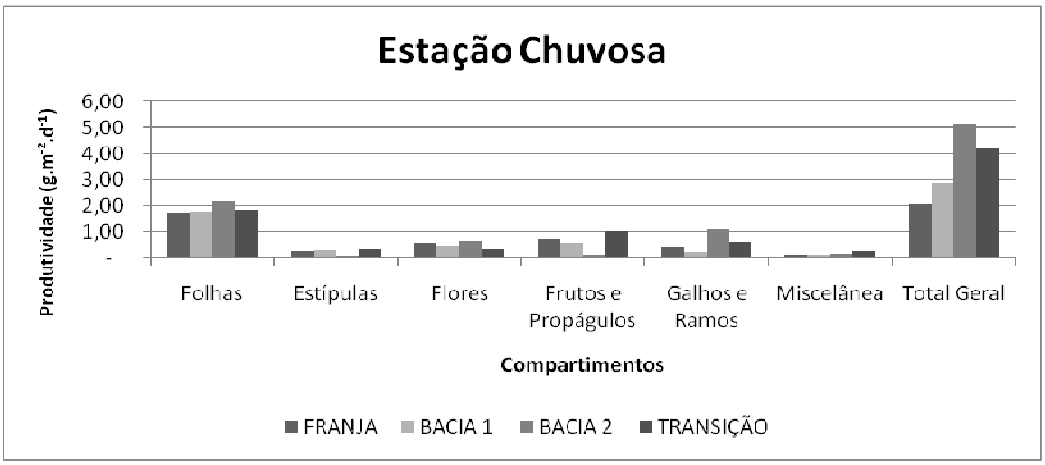


FIGURA 4. Produção de serapilheira na estação chuvosa, no período de março de 2009 a agosto de 2009, no manguezal do estuário do Rio São Francisco, SE.

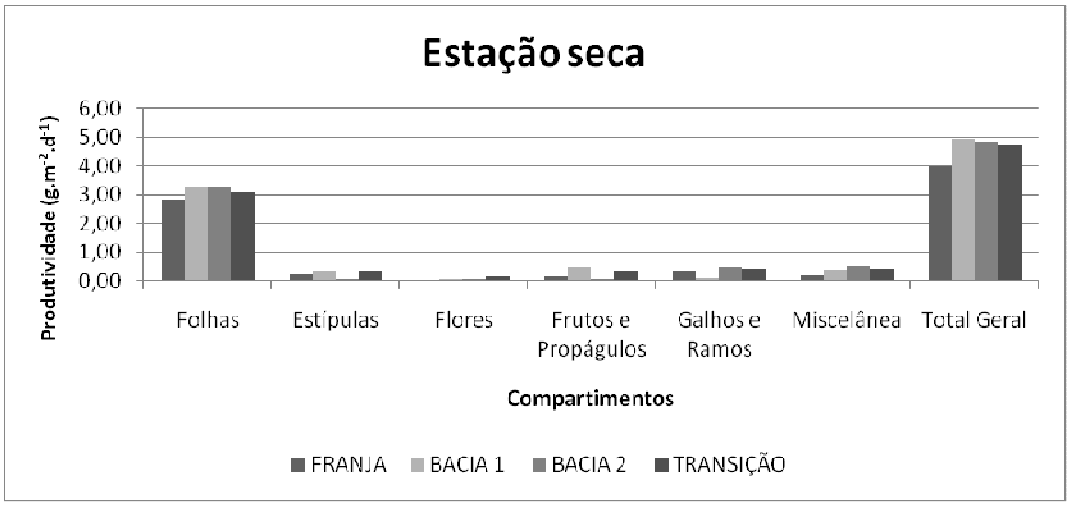


FIGURA 5. Produção de serapilheira na estação seca, no período de setembro de 2009 a fevereiro de 2010, no manguezal do estuário do Rio São Francisco, SE.

Na comparação dos quatro bosques das diferentes zonas fisiográficas observou-se uma maior produção à medida que distanciavam da margem do curso d'água, sendo o bosque de transição aquele que apresentou picos de produção total maior que os demais. Percebeu-se a ocorrência de dois picos na produção de serapilheira, o primeiro entre os meses de maio e julho de 2009, apresentando uma maior contribuição de propágulos, e o segundo pico entre os meses de outubro e dezembro de 2009, potencializado pela queda de folhas. Os períodos de menor produtividade para todos os bosques ocorreram entre os meses de março e abril de 2009.

O compartimento propágulo apresentou padrão similar para os todos os bosques. O pico de produção de propágulos aconteceu no período chuvoso, variando entre o mês de maio (Franja e Bacia 2) e o mês de junho (Bacia 1 e Transição), assim como identificado por Oliveira e Landim (2005), Fernandes (2005) e Bernini e Rezende (2007). Este comportamento está relacionado à fenologia das espécies presentes que durante o período das chuvas possibilitam a dispersão de propágulos por hidrocoria, conforme relatado também por Fernandes (2007) em bosques de mangue em Bragança no estado do Pará.

3.3. Produção de Serapilheira por bosque

3.3.1. Bosque de Franja

A produção de serapilheira no bosque de franja apresentou os maiores valores nos meses de maio e outubro de 2009, com 4,91 g.m-².dia-¹ e 5,04 g.m-².dia-¹, respectivamente e menor produção no mês de julho de 2009 com produção de 1,68 g.m^{-2}.dia^{-1}, confirmando o fato do compartimento folhas ser o mais abundante na produção total de serapilheira, como também observado por Flores-Verdugo (1987), Nascimento (2006), Gonçalves (2006), Fernandes (2007) e Bernini e Rezende (2007). Essa afirmativa, reflete o comportamento dos manguezais de perderem folhas no período seco em função da maior dependência energética para produção de propágulos no período chuvoso, conforme descrito por Farias (2006) (Figura 6).

O compartimento propágulos de indivíduos da espécie *Rhizophora mangle* apresentou pico de produção no mês de junho com 2,20 g.m-².dia-¹, contribuindo com a maior parte da produção nesse período, e responsável por 45% da produção total. Janzen, (1967) apud Fernandes *et al*. (2007) descreve a tendência das florestas tropicais em florescer no verão quando estão no período de caducifolia coincidente com o padrão encontrado no estuário da foz do rio São Francisco onde o pico de produção no período seco foi ocasionado, pelo compartimento folhas. No segundo pico, no período verão, o compartimento que se destacou com maior contribuição foi o de folhas, com 3,21 g.m-².dia-¹ representando 50% do total produzido nesse período, conforme já descrito por outros autores que associam a liberação de folhas ao período seco (OLIVEIRA e LANDIM, 2005; NASCIMENTO *et al*., 2006; e FERNANDES, 2007).

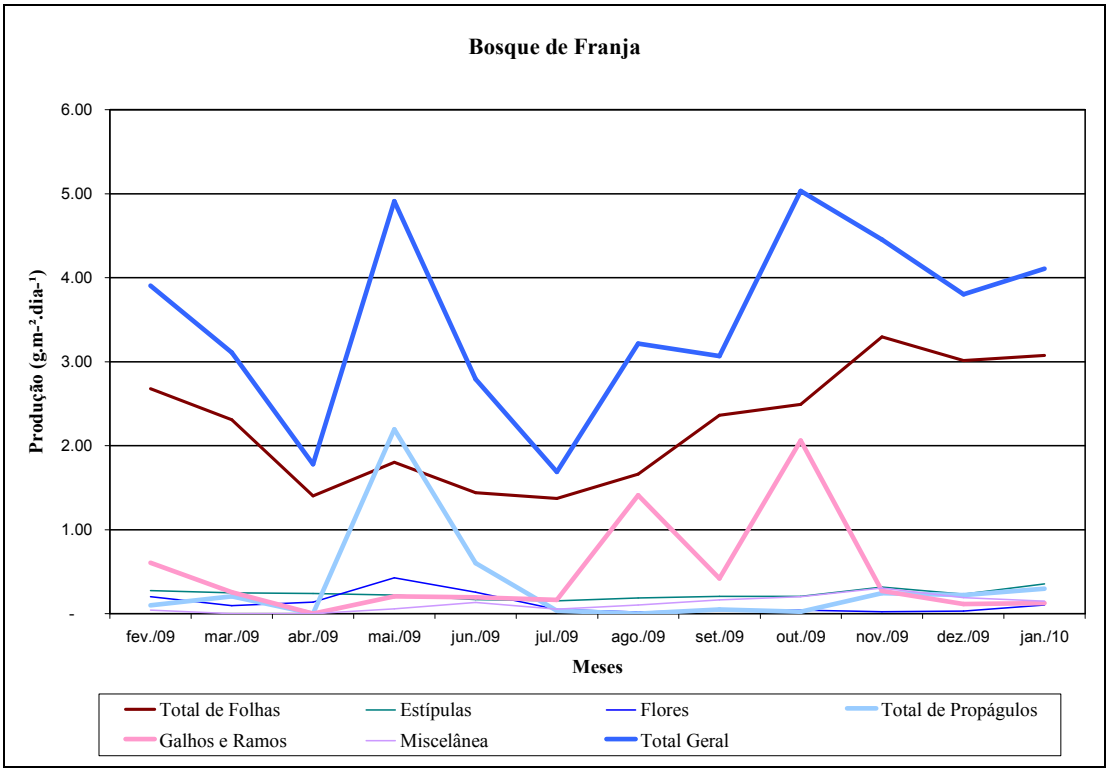


FIGURA 6. Produção média da serapilheira do bosque de Franja no manguezal do estuário do Rio São Francisco, SE.

No bosque de Franja, os compartimentos apresentaram a seguinte ordem decrescente de produção de serapilheira para a produção total no período de 1 ano em porcentagem: folhas (61%), galhos e ramos (16%), propágulos (10%), estípulas (6%), miscelânea (4%) e flores (3%). Esse comportamento reflete uma tendência natural identificada em outras florestas de mangue (GONÇALVES, 2006; NASCIMENTO, 2006; CHAVES *et al.,* 2007). É possível associar a maior representatividade da produção de folhas ao longo de todo ano, se intensificando no período seco. A produção de propágulos apesar de alta no período chuvoso, a sua ocorrência em outros meses é muito pequena, sem muita representatividade provavelmente em razão das características fenológicas das espécies (FERNANDES, 2005; OLIVEIRA e LANDIM, 2005).

3.3.2. Bosque de Bacia 1

Neste bosque, os meses que apresentaram maior produção de serapilheira foram junho, dezembro (2009) e janeiro de 2010 com 4,90; 5,33 e 5,64 g.m-².dia-¹, respectivamente. E a menor ocorreu no mês de abril de 2009 (1,75 g.m-².dia-¹). Tal fato reflete o comportamento já mencionado de ocorrência de dois picos anuais na produção,

respaldados pela produção de propágulos e de folhas, respectivamente (Figura 7).

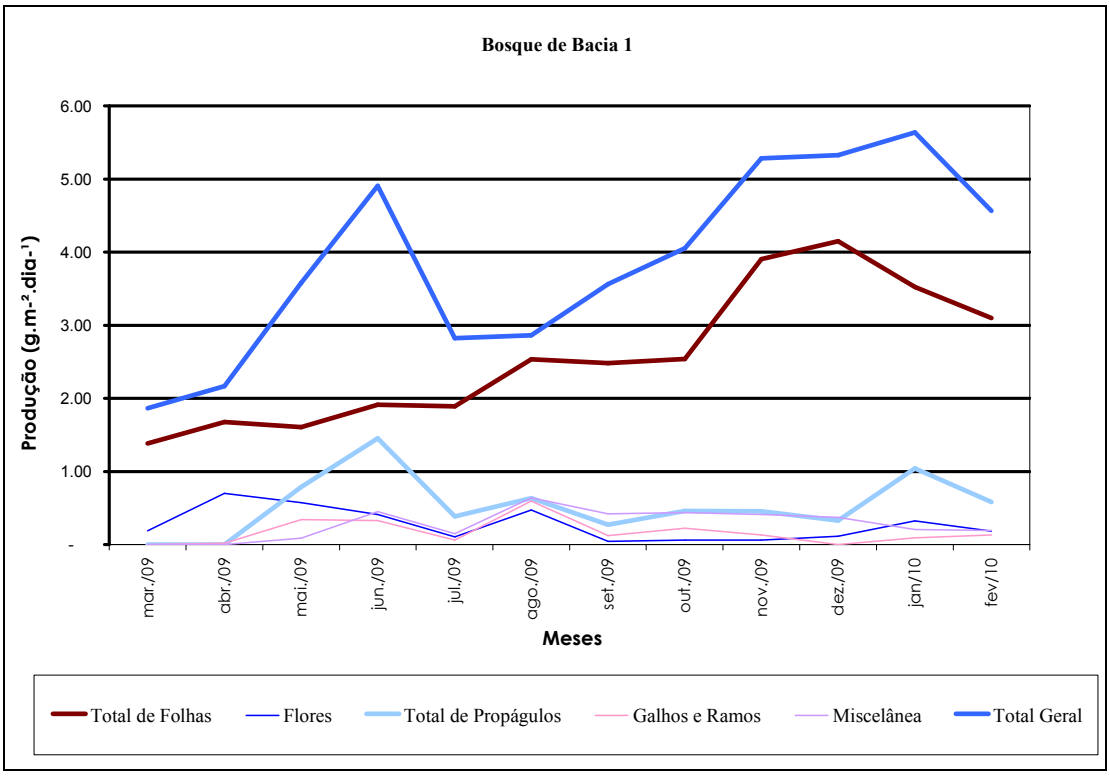


FIGURA 7. Produção média da serapilheira do bosque de Bacia 1 do estuário do Rio São Francisco, SE.

De modo geral, a maior produção de serapilheira ocorreu no período de outubro de 2009 e janeiro de 2010, destacando-se o compartimento folhas, responsável em contribuição percentual de 78% em outubro de 2009 e 62% em janeiro de 2010. Esse compartimento superou os demais, como pode ser observado na seguinte distribuição da produção em ordem decrescente: Folhas (64%) > Frutos e propágulos (13%) > Estípulas (7%) > Flores (6%) = Miscelânea (6%) > Galhos e ramos (4%).

Assim como no bosque de Franja, "folhas" apresentaram maior produção no período seco como reflexo da caducifolia das espécies de mangue que potencializam a liberação de folhas no período seco. Farias *et al.* (2006) afirmam que embora a literatura aponte o período de chuva como o mais relacionado com o pico de produção de serapilheira, na península Bragantina, Bragança, Pará, o período de maior produção também coincidiu com a estação seca.

Destaca-se também a contribuição de propágulos no mês de junho, o que corrobora com Fernandes (2005) quando afirma que os ritmos fenológicos tendem a ser flexíveis e

sincronizados com as condições ambientais locais e/ou regionais. Respaldando o período chuvoso como o de maior ocorrência por facilitar a dispersão dos propágulos por hidrocória.

3.3.3. Bosque Bacia 2

Os maiores valores de produção de serapilheira no bosque de Bacia 2 ocorreram durante a estação chuvosa, atingindo valor máximo em maio (7,57 g.m-².dia-¹). Durante o período de coleta de dados essa produção comportou-se de modo oscilatório, apresentando em novembro de 2009, um segundo pico, onde foi registrada a maior participação da fração "folhas" (Figura 8).

Coincidindo com o término do monitoramento, nos dois primeiros meses de 2010 a produção mostrou-se em ascensão, passando de 4,27 g.m-².dia-¹ para 5,02 g.m-².dia-¹. E, em relação aos compartimentos a produção de flores, folhas e galhos e ramos também oscilaram durante o período de avaliação, sendo registrada a menor produção no ciclo anual contemplado, no mês de abril.

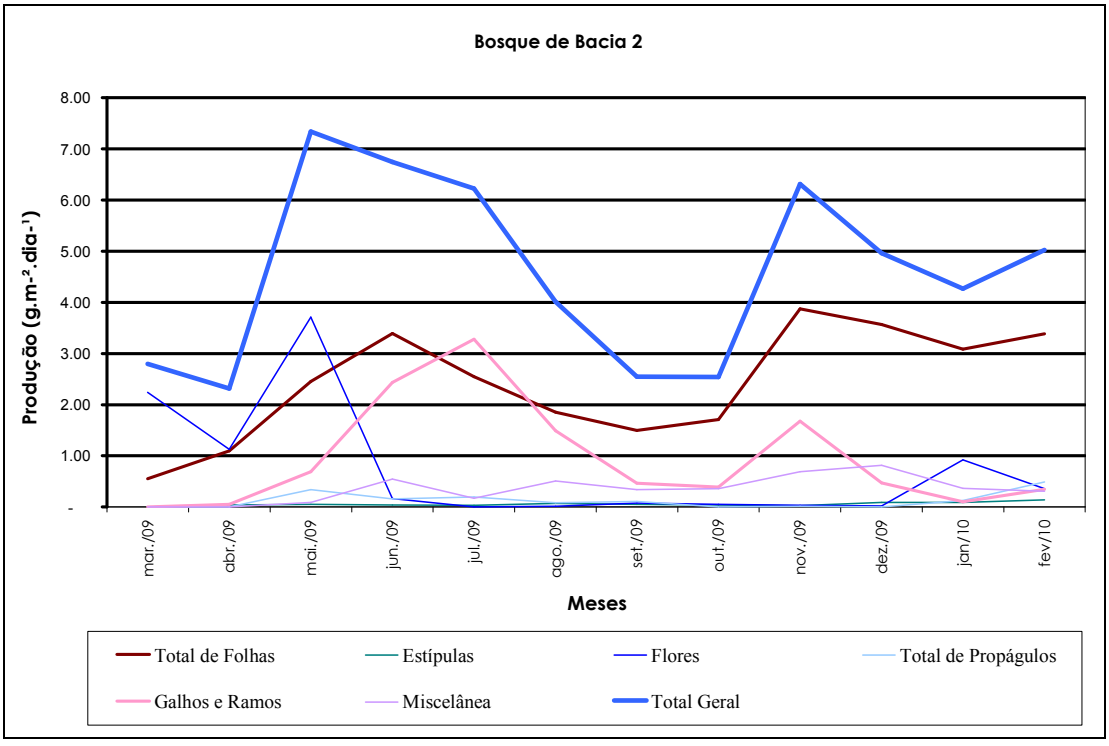


FIGURA 8. Produção média da serapilheira do bosque de Bacia 2 do estuário do Rio São Francisco, SE.

Em relação ao período chuvoso, o compartimento flores é responsável pela maior porcentagem do valor obtido (51%), contrastando com o bosque caracterizado

anteriormente, em que no mês de abril apresentou o menor valor de produção total de serapilheira (2,32 g.m-².dia-¹), fato associado à diminuição na produção de folhas no início da estação chuvosa.

Nesse bosque, os resultados de produção total apontaram para uma contribuição de 45% de folhas, 24% de galhos e ramos, 18% de flores, 9% de miscelânea, 3% de frutos e 1% de estípulas.

Para este bosque a maior produção de serapilheira, diferentemente dos bosques de Franja e de Bacia 1, ocorreu no período chuvoso com pico no mês de maio, sendo reflexo da extrema produção dos compartimentos flores, folhas e galhos e ramos. O primeiro, já mencionado de forma geral, não será discutido aqui, o segundo e o terceiro podem ser justificados, como um reflexo ao corte seletivo aplicado pela população local. O que pode ter alterado o comportamento fenológico, no que tange a reprodução vegetativa das espécies inseridas na parcela amostrada, como por exemplo, indivíduos bastante ramificados, apresentando em média 2 a 4 troncos (MENEZES *et al.*, 2009), com isso no período chuvoso, ocorreu uma maior ruptura de galhos, em conseqüência da elevação da precipitação e da intensidade dos ventos.

3.2.4. Bosque de Transição

No bosque de transição, a produção de serapilheira também apresentou dois picos um no mês de junho (8,67 g.m-².dia-¹) e outro em novembro de 2009 (6,49 g.m-².dia-¹). E a menor produção de serapilheira foi registrada no mês de março do mesmo ano (Figura 9).

Os compartimentos apresentaram os seguintes valores percentuais: propágulos (15%), galhos e ramos (13%), miscelânea (8%), estípulas (6%) e flores (4%). O período de floração correspondeu aos meses de março a maio, seguido da produção de propágulos, restrita à estação chuvosa, entre maio a julho. O primeiro pico ocorreu como reflexo da produção de dois compartimentos, propágulos e galhos e ramos que apresentaram produção de 3,39 e 2,33 g.m-².dia-¹ respectivamente, correspondendo a 39% e 26,9% do total para o mês.

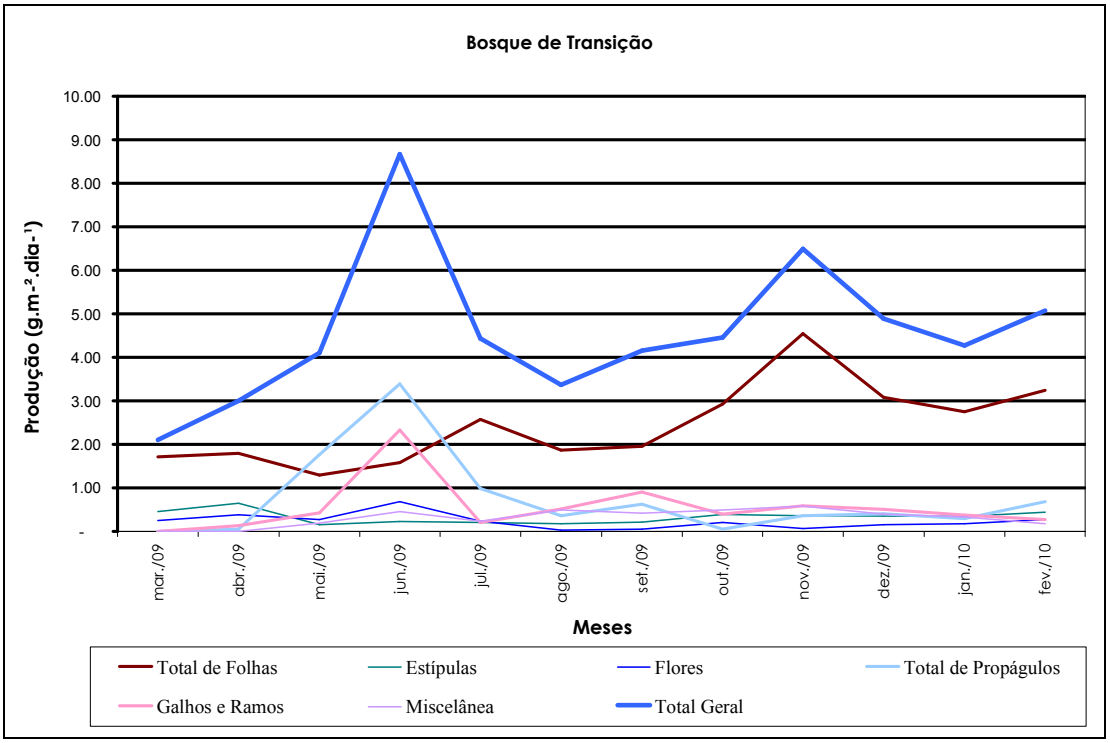


FIGURA 9. Produção média da serapilheira do bosque de Transição no manguezal do estuário do Rio São Francisco, SE.

No segundo pico, o compartimento folhas foi responsável por 54% da produção total, sendo registrado no mês de novembro. A sazonalidade da produção de serapilheira deste compartimento é diretamente relacionada à maior produção e perda de folhas durante o período de monitoramento. Fato justificado por um stress, causado pela erosão marinha (SANTANA *et al.,* 2009), que promoveu o rompimento da linha de costa, e possibilitou outro ponto de encontro das águas do rio com o Atlântico. Por conseqüência, parte do bosque foi soterrado por areia da praia, alterando assim a composição do sedimento e a dinâmica da floresta.

Segundo Oliveira (2003) esse processo é cíclico, e vem ocorrendo desde a implementação das barragens no rio São Francisco, o que altera toda a dinâmica ecossistêmica do manguezal em sua zona costeira.

4. CONCLUSÕES

A produção total da serapilheira dos bosques da transversal Costinha foi de 46,66 toneladas no período de um ano, tendo como principal contribuinte o compartimento folhas, seguido do compartimento galhos e ramos e do compartimento propágulos.

A sazonalidade foi um fator determinante na produção de serapilheira, delimitando a amplitude de meses na produção de propágulos para o período de chuvas e maiores valores totais de produção para os meses secos.

Ocorreu maior produção total de serapilheira no bosque mono específico da espécie *Laguncularia racemosa*.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARATO H.D.; MARTINS, S.V. e FERRARI, S.H.S.. Produção e Decomposição de serapilheira em um sistema agroflorestal implantado para recuperação de área degradada em Viçosa-MG. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.27, n.5, p.715-721, 2003.

BERNINI, E. 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. e REZENDE, C.E.. **Estuário do rio Paraíba do Sul: Produção de serapilheira em florestas de mangue**. In: III Congresso Brasileiro de Oceanografia-CBO; I Congresso Ibero-Americano de oceanografia-I CIAO. Fortaleza 20 a 24 de maio, 2008.

BORGES, P.A.P.; CHEROBINI, A. e COELHO, G.C.. **Modelagem Matemática da decomposição da serrapilheira.** In: XXVIII Congresso Nacional de Matemática Aplicada e Computacional, 2005, Santo Amaro. XXVIII Congresso Nacional de Matemática Aplicada e Computacional, 2005.

BRAY, J.R.; GORHAM, E.. Litter production in Forest of the world. **Advances in Ecological Research**, v. 2, p. 101-157, 1964.

BROWN, S. GILLESPIE, A.J.R.; LUGO, A.E.. Biomassestimetion methods for tropical forests with applications to forest inventory data. **Forest Science,** 35 (4): 881-902, 1989.

BUNT, J.S.. Continental scale patterns in mangrove litter fall. **Hydrobiolobia** 295, 135-140, 1995.

CARREIRA, R.C., RONDON, J.N. e ZAIDAN, L.B.P**.**. **Produção de serapilheira em uma área de cerrado de Mogi Guaçu, SP.** Instituto de Botânica – IBT, Programa de Pós Graduação em Biodiversidade Vegetal e Meio Ambiente. 2006.

CARVALHO, M. L.. **Aspectos da produtividade primária dos bosques de mangue do Furo Grande, Bragança -Pará**. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Pará, Campus de Bragança-PA. p. 55, 2002

CHAVES, F.O; SOARES M.L.G.; SILVA Jr., C.M.G.; ESTRADA; G.C.D.; CORREA, F.M.; SCHAEFFER-NOVELLI,Y.. **Variabilidade da produção de serapilheira em manguezais da baía de Guanabara, Rio de Janeiro, Brasil.** In: XII Congresso Latino Americano de Ciências do Mar-XII COLACMAR, Florianópolis, 15 a 19 de Abril, 2007.

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

COLE, D.; RAPP, M. Elemental cycling in forested ecossystems. 1980 In: REICHLE,

D.E., ed. **Dynamic properties of forest ecosystems**. Cambridge: Cambridge University Press. p. 341-409.

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-MG, v.33, n.5, p.949-956, 2009.

FARIAS, A. 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-PA, v.1, n.3, p.53-60, 2006.

FERNANDES, M.E.B; VIRGULINO, A. R. 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, 18:33-38. 2005, mar. .

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-MG, v.31, n5, p. 949-958, 2007.

FLORES-VERDUGO, F. J.; DAY Jr; J. W.; BRISEÑO-DUENAS, R. Structure, litter fall, decomposition, and detritus dynamics of mangroves in a Mexican coastal lagoon with an ephemeral inlet. **Marine Ecology - Progress Series.** Vol. **35:** 83-90. janeiro. 1987.

JANZEN, D. H. Syncronization of sexual reproduction of trees within the dry season in cntral America. **Evolution**, V.21, p 620-637, 1967.

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

LEITÃO-FILHO, H.F., PAGANO, S.N., CESAR, O., TIMONI, J.L. e RUEDA, J. 1993**. Ecologia da Mata Atlântica em Cubatão** (SP). EDUSP, São Paulo.

LUGO, A. E. e SNEDAKER, S. C. 1975. Litter production in mangrove forests in southern Florida and Puerto Rico. In Walsh, G. E.; Snedaker, S. C.; Teas, H. J. (Eds.). Proc. Int. Symp. Biol. And Management of mangroves. IFAS, Univ. Florida: 170-212.

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, jul – dez, 2007 .

MEHLIG, U.. **Aspects of tree primary production in an equatorial mangrove forest in Brazil**. Bremen: Center For Tropical Marine Ecology (ZMT). 155 p. (ZMT Contributions, 14). 2001.

MENEZES, L.C.S. de; SANTOS, T.O.; SANTANA, M.B.S.; ANDRADE, K.V.S. de; CASTANEDA, D.A.F.G.; HOLANDA, F.S.R.. **Principais alterações de bosques de mangue com predominância de *Laguncularia racemosa* no estuário rio São Francisco.** In: V Congresso Brasileiro de Sistemas, I Congresso Nordestino de Sistemas, III Simpósio sobre Sustentabilidade em Agroecossistemas: A Aplicação do Pensamento Sistêmico no Ensino, Pesquisa e Extenção. Aracaju. 26, 27 de novembro, 2009.

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, set-dez, 2006.

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

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, V. D e LANDIM, M.F.. **Fenologia de espécies arbóreas de bosque de mangue localizados em áreas urbanas.** In: VII Congresso de Ecologia do Brasil, Caxambu, Brasil, 2005.

POGGIANI, F.. Estrutura, funcionamento e classificação das florestas implicações ecológicas das florestas plantadas. **Documentos Florestais**. Piracicaba (3): 1 –14, set. 1989.

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

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

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.

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, I Congresso Nordestino de Sistemas, III Simpósio sobre Sustentabilidade em Agroecossistemas: A Aplicação do Pensamento Sistêmico no Ensino, Pesquisa e Extenção. Aracaju. 26, 27 de novembro, 2009.

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

SCHAEFFER-NOVELLI, Y.. **Manguezal: ecossistema entre a terra e o mar**. São Paulo, Caribbean Ecological Research, 1995.

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

SEPLAN, Secretaria de Estado do Planejamento, Habitação e do desenvolvimento Urbano. **Sergipe em dados**, 2009. Sergipe, 2010. 109p.

SESSEGOLO, G. C. **Estrutura e produção de serapilheira do manguezal do Rio Baguaçu, Baía de Paranaguá – PR**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Paraná. 110 p. 1997

SILVA, M. F. F.. Produção anual de serapilheira e seu conteúdo mineralógico em mata tropical de terra firme, Tucuruí-PA. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi Ser. Bot**., v.17,n.1/2, p.111-158, 1984.

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. 2 vol. 560pp, 1997..

SOARES, M.L.G.; ESTRADA, G.C.D.; CHAVES, CAVALCANTE, V.F.; BARBOSA, B.; PORTUGAL, A.M.M.. **Diversidade estrutural de manguezais em um estuário adjacente ao banco dos Abrolhos, Brasil.** In: XII Congresso Latino Americano de Ciências do Mar-XII COLACMAR, Florianópolis, 15 a 19 de Abril, 2007.

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* **64** (1-2) pp. 265-288, 1992.

CAPÍTULO 3

Caracterização estrutural em bosques de mangue sob influência de tensores antrópicos no estuário do rio São Francisco

Resumo

Os manguezais são ecossistemas considerados como dos mais sensíveis a distúrbios sejam eles naturais ou antrópicos. Em razão da falta de fiscalização e à proximidade com as comunidades, na região do estuário do rio São Francisco conhecida como Costinha, localizada entre os municípios de Pacatuba e Brejo Grande no estado de Sergipe, os bosques de mangue tem sofrido com o desflorestamento de algumas áreas, geralmente povoadas pela espécie *Laguncularia racemosa,* para utilização da madeira em construções. O objetivo do presente trabalho foi reconhecer as alterações estruturais presentes em bosques de manguezais em razão de distúrbios de origem antrópica. Foram delimitadas estações para a coleta de dados ao longo de uma transversal respeitando o gradiente de inundação, de modo a caracterizar as mudanças estruturais da vegetação. Em campo, para cada estação de amostragem, foram verificados a altura média dos indivíduos, o DAP médio e a densidade de troncos. Dentre as atividades impactantes destacou-se o corte seletivo para a espécie *Laguncularia*, que gerou uma alteração no comportamento estrutural dos indivíduos, uma vez que os bosques afetados com esses cortes passaram a apresentar indivíduos com altura menor e, maior numero de troncos por indivíduo.

Palavras-Chaves: Manguezal, estrutura, corte seletivo

Structural characterization of mangrove forests under anthropogenic effects in the estuary of the São Francisco River

Abstract

Mangrove is considered one of the most sensitive ecosystems to disturbance whether natural or anthropic. Due to the lack of efficient fiscalization and the proximity to the communities of the estuary forests from the São Francisco river, in an area known as Costinha, located between the cities of Pacatuba and Brejo Grande in the state of Sergipe, mangrove forests have suffered by the deforestation, in areas usually occupied by *Laguncularia racemosa* species, by its use as wood to construction. The objective of this study was to distinguish the structural changes present in the mangrove forests due to anthropogenic disturbances. Collection stations were delimited in order to collect data along a transversal respecting the level of flooding, to the characterization of the structural changes in vegetation. For each sampling station, the average height of plants, the average DBH and density logs were found. Among the activities impacting the forest, the selective logging for Laguncularia species was observed, which generated changes in the structural behavior of individuals. As a consequence, the affected forests start to produce individuals with lower height and greater number of stems per individual.

Key words: Mangrove, structure; Selective cutting.

1 INTRODUÇÃO

Os manguezais localizam-se na zona de transição entre os ambientes terrestre e marinho, considerados referências das zonas tropicais e subtropicais, sendo influenciados diretamente pelas marés. São compostos por espécies vegetais típicas, além de micro e macroalgas, adaptadas à flutuação de salinidade. Estão presentes em zonas abrigadas nas áreas costeiras onde ocorrem condições propícias para alimentação, proteção e nidificação de muitas espécies animais, são considerados ainda como importantes transformadores de nutrientes em matéria orgânica e geradores de bens e serviços (SCHAEFFER-NOVELLI, 1995, SOARES, 1997; NASCIMENTO, 2006).

São registrados a partir da fronteira com a Guiana Francesa (SCHAEFFER-NOVELLI *et al.*, 1990; SOARES *et al.,* 2008)) até a Lagoa de Santo Antônio, Trópico de Capricórnio, Município de Laguna - Santa Catarina, nessa região, os manguezais tornam-se limitados em função das variações climáticas, como as baixas temperaturas.

Segundo Tomlinson (1986) é identificada uma baixa diversidade florística nas florestas de mangue em relação a outras florestas tropicais, estando associada às condições específicas: salinidade da água intersticial, baixa disponibilidade de oxigênio no substrato lodoso, e as flutuações diárias das marés, o que restringe espécies altamente especializadas.

Segundo Schaeffer-Novelli e Cintrón (1986), estas florestas apresentam, no Brasil, sete espécies típicas de mangue: *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 erecta* Jacq.

Jimenez (1985) descreve ocorrência de *Laguncularia racemosa* (L.) Gaertn. f., conhecido popularmente como mangue branco (White mangrove), na costa atlântica desde Península da Florida (latitude 28°5'N) até o rio Araranguá no Brasil (latitude 29°S). O autor afirma que esta espécie cresce numa grande variedade de condições, ocorrendo desde franjas interiores, solos elevados onde a frequência de inundação pelas marés é menor em intensidade e freqüência, e sua ocorrência geralmente associada a *Avicennia germinans* (L.) L. em solo com concentração salina entre 30 e 40 ppm. Em locais com baixa salinidade o mangue branco é dominante. Nos bosque ribeirinhos está presente nas áreas baixas e pantanosos ou em bancos de areia geralmente associados a

Rhizophora mangle L., sua ocorrência se dá em áreas de clima tropical e subtropical com precipitação que pode variar entre 800 e 7000mm por ano.

Manguezais atingem maior desenvolvimento estrutural onde são grandes os subsídios das chuvas e das marés, perto de zonas equatoriais que estão sob influência da intensa atividade convectiva da zona intertropical de convergência (SCHAEFFER-NOVELLI *et al*., 2000).

Para Soares *et al.* (2006) a ocorrência de manguezais é determinado por fatores numa escala global porém as características estruturais e funcionais de cada bosque estará diretamente ligada as interações relativas a "assinatura energética" da região e fatores em escala local. Lugo *et al.,* 1980; Lugo *et al.*, 1990; Brown e Lugo, 1982 afirmam que segundo o modelo de "assinatura energética", a estrutura dos bosques de mangue é resultado, além da combinação das diversas forças subsidiárias (salinidade, aporte de água doce, disponibilidade de nutrientes, etc.), também do efeito da ação de tensores naturais ou antrópicos sobre o sistema.

Sessegolo (1997) afirma que os manguezais brasileiros apresentam uma grande variação, em se tratando de altura e densidade das espécies arbóreas. Nesta perspectiva, Soares *et al*., (2003) defendem em seu trabalho, na baía de Guanabara, Rio de Janeiro, a presença de diversos padrões estruturais e da dinâmica dos bosques de mangue de tal forma que surge, um mosaico estrutural justificado pela interação das particularidades dos distúrbios e a resiliência do ecossistema. Soares (1999) em seu trabalho na Lagoa da Tijuca, RJ analisou as características estruturais do manguezal, e constatou que bosques monoespecíficos da espécie *Laguncularia racemosa* serviram para descrever a interferência humana no meio.

Bensusan (2006) defende a caracterização estrutural dos manguezais como a principal ferramenta de análise à resposta desse ecossistema ao ambiente em que está inserido, auxiliando nos estudos e ações que objetivam a conservação do mesmo. Adiciona-se a essa caracterização, a avaliação do efeito de tensores abióticos sobre o ecossistema manguezal, o que regula seu desenvolvimento: como o regime de marés; a água de drenagem; a temperatura da água e do ar e a precipitação pluvial (SCHAEFFER-NOVELLI, e CINTRÓN, 1986). Santos e Mochel (2003), afirmam que o manguezal é considerado o mais sensível dentre os ecossistemas costeiros, e quando sob efeito de tensores é observada uma mortalidade de árvores, redução do crescimento das plantas, diminuição do tamanho das folhas e conseqüente perda de área

fotossintética.

A intensa exploração dos recursos naturais tem desestabilizado os ecossistemas estuarinos em certas regiões do Brasil, especialmente nos manguezais próximos aos assentamentos urbanos e industriais das grandes cidades (COELHO *et al.,* 2007). As principais ameaças aos manguezais são descritas como: o desmatamento para produção de carvão e conversão das suas terras para áreas em exploração com aquicultura, construções de obras civís e outros usos (PENNING DE VRIES, 2003).

Na interface do rio com o mar, ao longo da margem direita da foz do rio São Francisco, destacam-se ainda, expressivas áreas de manguezais, constantemente ameaçadas por ações antrópicas destruidoras. Sobre essas florestas, nesse estuário, muito pouco foi estudado no que diz respeito ao desenvolvimento estrutural e conseqüentemente sua relação com a pressão antrópica. Neste ínterim, os objetivos deste trabalho são: caracterizar e identificar as alterações estruturais presentes em bosques de mangue, em razão de distúrbios de origem antrópica, estuário do Rio São Francisco, SE.

2 MATERIAL E METODOS

2.1. Área de Estudo

O estudo foi conduzido no manguezal da região estuarina-lagunar do rio São Francisco, na área da costinha (780001 L; 8836126 N – Datun SAD-69 Brasil), localizada entre os municípios de Pacatuba e Brejo Grande, ao leste de Sergipe, Nordeste do Brasil, distando 70,4 km de Aracaju, capital do Estado (Figura 1). A área apresenta um clima tipo megatérmico seco a sub-úmido, com temperatura média anual de 25,7°C, precipitação pluviométrica média anual de 1.201,7 mm, com período chuvoso que vai dos meses de março a agosto (SEPLAN, 2010).

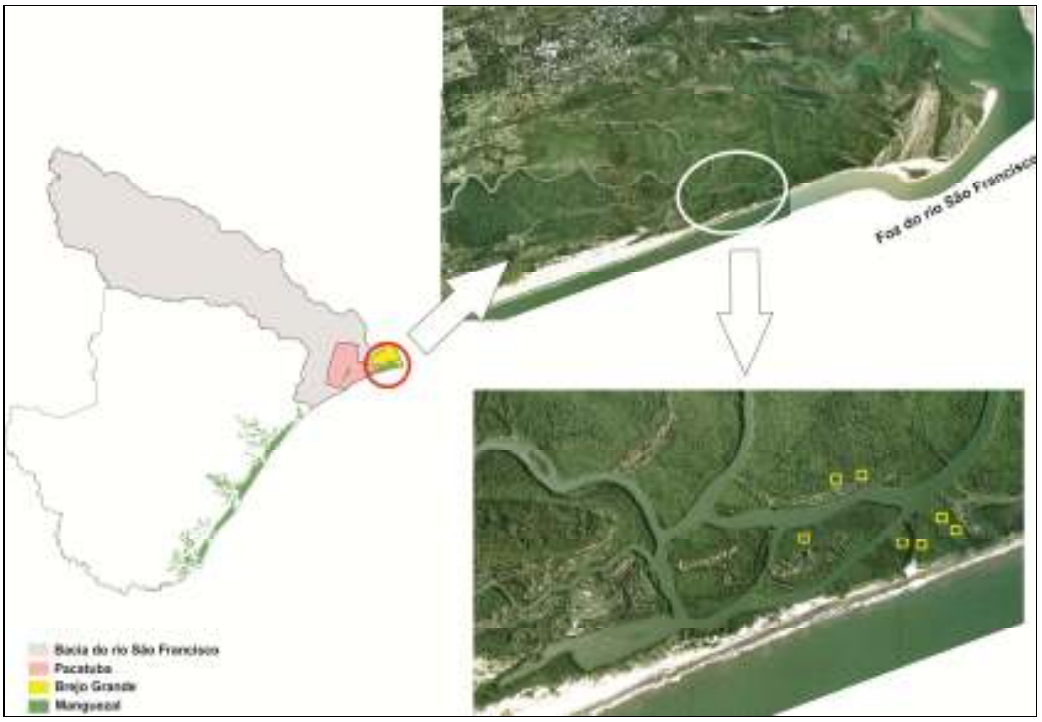


FIGURA 1 Localização da área de estudo

2.2 Coleta de Dados

A metodologia aplicada para a caracterização estrutural dos manguezais foi adaptada de Schaeffer-Novelli e Cintrón (1986). Foram selecionadas estações de coleta fixadas segundo a heterogeneidade das características estruturais gerais da vegetação presente. As áreas de amostragem foram definidas segundo o mosaico estrutural presente na região, após análise de fotos aéreas. Em cada uma das áreas selecionadas foram delimitadas parcelas, buscando-se retratar o aspecto geral da estação escolhida. Para este estudo, foram selecionadas 7 (sete) bosques, com a dominância da espécie *Laguncularia racemosa* (L.) Gaertn. f.

A área da parcela variou de acordo com a densidade da floresta, com definição de tamanho mínimo de 15 (quinze) indivíduos, considerando-se ainda a homogeneidade da mesma em termos de características estruturais (composição de espécies, e desenvolvimento estrutural dos indivíduos), devendo ser representativas de zonas ou fisionomias, como apresentado a seguir: Floresta de franja- 200 a 400m^2 , floresta de bacia – 50 a 200 m^2, Floresta de transição - 25 a 40 m^2. Schaeffer-Novelli *et al*. (2000) definem Franja como bosque em contato com o mar, ao longo de canais e na boca de

alguns rios; Bacia como sendo a porção mais interior da floresta, e Transição como o bosque que o limita da floresta de mangue com outro ecossistema como a restinga.

Seguindo a metodologia supracitada e as adaptações de: Chaves 2001; Bernini e Rezende (2004); Teixeira *et al.* (2009) e Petri (2009) para cada parcela, em todas as árvores foram levantados os parâmetros a seguir: Altura - h (utilizando-se vara telescópica) em relação a folha mais alta do galho mais alto; Diâmetro do tronco à Altura do Peito - DAP a 1,3 m do substrato (utilizando-se uma fita métrica para medir a circunferência, que teve o seu valor dividido por "π" (para determinar o diâmetro do tronco). A exceção foi a espécie *Rhizophora mangue* que teve seu DAP medido acima de seu rhizophoro mais alto. O número de troncos foi determinado em cada individuo, reportando ainda se estes se encontram vivos ou mortos. Também foi realizada a identificação da espécie.

Para facilitar a análise dos dados os valores de diâmetro foram classificados em quatro classes, assim distribuídas: diâmetros menores que dois centímetros e meio ($\leq$ 2,5); entre dois centímetros e meio dez centímetros ($2,5 < DAP \geq 10$); entre dez centímetros e dezessete e meio ($10 < DAP \geq 17,5$); e maiores que dezessete e centímetros e meio (>17,5). Para análise dos parâmetros estruturais foi utilizado o *software* Mata Nativa 2 (CIENTEC, 2006). Ressalta-se que mesmo não realizando réplicas, o tamanho das parcelas foi definido para garantir a representatividade amostral do ponto de coleta.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na área de estudo, destacam-se varias pressões antrópicas como o corte seletivo de madeira de indivíduos da espécie *Laguncularia racemosa,* servindo para construção de casas e barracões. Por serem os bosques de fácil acesso pela grande proximidade das comunidades ribeirinhas, e em face da quase ausente fiscalização pelos órgãos competentes, o fácil acesso à madeira das florestas de mangue, possibilita esse tipo de utilização sem controle. A carcinicultura também vem avançando de forma contínua e desorganizada sobre o ecossistema manguezal promovendo a supressão de expressivas áreas da vegetação que passam a serem ocupadas por tanques para a produção do camarão (*Litopenaeus vannamei*). O recuo da linha de costa também vem contribuindo para a redução gradativa de áreas de florestas de mangue. Foi identificado o resultado desses tensores antrópicos, como a variação da densidade de troncos; o considerável

grau de perfilhamento; a presença abundante da samambaia *Acrosticum. aureum* e elevado valor de área basal morta. Efeitos descritos em outros manguezais brasileiros como reflexo de distúrbios de origem antrópica (CARMO *et al*., 1995; SOARES, 1999; SOARES *et al*., 2003 e TEIXEIRA *et al.,* 2009).

A área de estudo apresentou ampla variação quanto aos parâmetros estruturais nos sítios analisados (Tabela 1). A altura média das florestas variou de 3,93 a 7,81 m, o DAP médio de 2,87 a 8,22 cm, a área basal viva de 12,28 a 40,53 m².ha-¹ e a densidade de troncos vivos de 1500 a 9900 troncos.ha-¹ Tal fato se deve à heterogeneidade das parcelas quanto à distribuição das espécies, arquitetura das mesmas e sua relação com os tensores presentes na área. Porém na análise estatística dos parâmetros estruturais entre as parcelas não houve diferença significativa.

No entanto, uma análise mais detalhada da Tabela 1, observa-se que os maiores índices fitossociológicos foram obtidos por *Laguncularia racemosa*, corroborando com Bernini e Rezende (2004) que afirmam que este gênero se instala em áreas abertas, na sucessão ecológica de manguezal, seguido de *Avicennia* e *Rhizophora*.

TABELA 1 Dados médios de Altura e Diâmetro à Altura do Peito-DAP e valores absolutos dos parâmetros estruturais da vegetação, por bosque estudado e considerando todas as espécies presentes.

Bosques	Altura (m)	DAP médio (cm)	ABv (m².ha-¹)	ABm (m².ha-¹)	DTv (ind./ha)	DTm (ind./ha.)
B1	7,4 ± 2,61	6,55 ± 4,14	28.49	24.00	9900.00	5100.00
B2	5,73 ± 2,41	5,73 ± 3,06	23.37	11.21	9800.00	6200.00
B3	3,93 ± 2,44	2,87 ± 3,04	15.89	10.68	9000.00	3300.00
B4	7,81 ± 2,81	6,95 ± 4,44	27.36	31.53	5500.00	6100.00
B5	7,51 ± 4,82	4.97 ± 4.73	40.53	4.30	2150.00	925.00
B6	5,07 ± 3,06	7,4 ± 2,76	15.72	3.25	8900.00	2700.00
B7	7,48 ± 1,41	8,22 ± 4,49	12.28	8.22	1500.00	1500.00

Altura (m). DAP: Diâmetro à Altura do Peito (cm) (média ± desvio padrão); ABv: Área Basal Viva; ABm: Área Basal Morta ambas em m².ha-¹; DTv: Densidade de troncos vivos; DTm: Densidade de troncos motos.

A espécie *Avicennia germinans* apresentou a maior altura registrada (16,5m), enquanto que os indivíduos mais altos das espécies *Rhizophora mangle* e *Laguncularia racemosa* atingiram 11,5 e 11,3 m, respectivamente. Os maiores diâmetros foram observados em *A. germinans* (29,47cm) e *L. racemosa* (29,44 cm) seguido de *R. mangle* (17,4 cm) (Tabela 2).

TABELA 2. Valores máximos da Altura e DAP encontrados nos bosque estudado e considerando todas as espécies presentes, Altura e DAP. Lg- *Laguncularia racemosa*; Rh- *Rhizophora mangle*; Av-*Avicennia germinans*

	Altura máxima (m)			**DAP máximo (cm)**		
	LG	Rh	Av	Lg	Rh	Av
Bosque 1	11.3	4.5	-	18.94	2.39	-
Bosque 2	8.86	1.5	-	18.65	4.77	-
Bosque 3	8.05	7.65	9.3	14.87	16.39	29.48
Bosque 4	10.83	9.77	-	29.44	17.48	-
Bosque 5	9.2	6.52	16.5	8.12	4.62	20.69
Bosque 6	9.8	11.45	8.44	12.57	8.75	8.12
Bosque 7	9.4	9.5	-	20.47	14.58	-

- Espécies não presentes no bosque

Na área de estudo a diferença no desenvolvimento estrutural presente nos bosques estudados está relacionado à especificidade do bosque e/ou dominância entre as espécies presentes, assim como a interação destas com os tensores que agem sobre as mesmas, conforme relatado por Bernini e Rezende (2010). Destaca-se que o maior desenvolvimento estrutural ocorreu nos bosques mistos, mas com predominância de *Avicennia germinans* ou naqueles dominados por *Laguncularia racemosa,* porém localizados afastados de residências, sofrendo assim menor pressão deste tensor.

A espécie *Laguncularia racemosa* vem sendo associada a áreas alteradas bem como em bosques em regeneração (SOARES, 1999; SOARES *et al.*, 2003; PEREIRA, *et al*. 2009), como vem ocorrendo na área estudada e com mais intensidade naquelas mais próximas aos povoamentos.

A área Basal viva variou entre 40,53 e 12, 28 $m^2.ha^{-1}$ nos Bosques 5 e 7 respectivamente, enquanto que a morta variou entre 31,53 e 3,25 $m^2.ha^{-1}$ nos Bosques 4 e 7. Esta variação se deve principalmente ao corte seletivo, para *L. racemosa* que gerou diminuição do DAP médio do bosque por reprodução vegetativa, acarretando também um aumento na área basal morta.

Comparando as três espécies quanto à densidade relativa de troncos vivos, observa-se que *L. racemosa* apresentou dominância com 68,36 % enquanto *R. mangle* obteve 28,46 % e *Av. germinans* se mostrou presente em apenas 3,17 % dos indivíduos. Isso se deve à grande dominância de *L. racemosa* na maior parte dos bosques estudados, com exceção do Bosque 5 que apresentou dominância de *Av. germinans* em razão da interação entre as características físicas e fisiológicas das espécies com o meio ambiente e os tensores à sua volta. Sobre a densidade relativa de troncos mortos *L. racemosa*

também se apresentou dominante com 93,87 % seguido por *Av. germinans* com 4,26 % e *R. mangle* com 1,87 % (Figura 2).

Percebe-se que a Densidade Relativa variou entre as parcelas, seja entre troncos vivos e mortos de mesma espécie, seja de espécies diferentes. Este comportamento é reflexo, entre outras coisas, da composição das espécies associadas aos tensores presentes na área, pois os bosques com predominância de *Laguncularia racemosa* tendem a apresentar maior numero de troncos por indivíduo em função da capacidade da espécie de se reproduzir vegetativamente após corte, como já foi descrito anteriormente, corroborando com o trabalho de Saifullah (1994) o qual afirma que a variação na densidade em diferentes áreas está associada aos diferentes estresses ambientais a que o manguezal está submetido.

A espécie dominante em área basal viva foi *Laguncularia racemosa* com destaque para a classe diamétrica $\geq$2,5cm onde ocorreram os maiores valores com 13,2 e 13,8 $m^2.ha^{-1}$ para os Bosques 1 e 2 respectivamente, em relação a área basal morta a espécie dominante foi a mesma, *Laguncularia racemosa.* O Bosque 4 foi o que apresentou maior valor com 14,4 $m^2.ha^{-1}$ na classe $\geq$2,5cm e ainda o Bosque 1 na classe $\geq$10cm com 13,3 $m^2.ha^{-1}$. Ressalta-se que algumas espécies não apresentaram valores para todas as classes (Tabela 3).

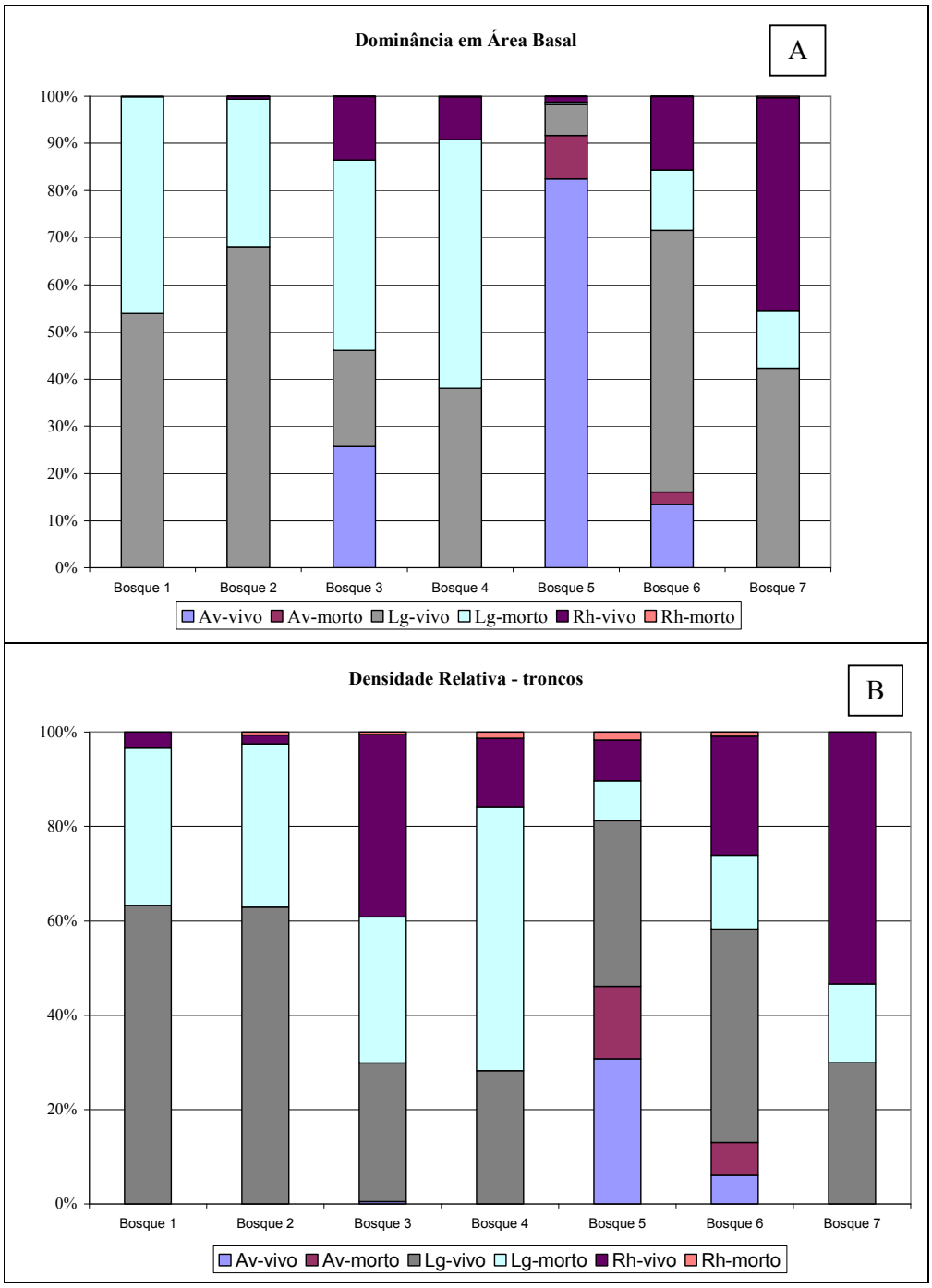


FIGURA 2. Representação da dominância em área basal (A) e Densidade relativa de troncos (B) nos bosques estudados.

A diferença acentuada das percentagens de troncos vivos e mortos para *L. racemosa* pode ser reflexo de corte seletivo, pois essa espécie emite brotações que se tornam troncos, ao sofrer cortes e ao longo do tempo vão morrendo para dar lugar aos indivíduos mais resistentes e com melhor desenvolvimento. Verificou-se, uma maior densidade tanto de troncos mortos como de vivos na classe entre 2,5 e 10cm de

diâmetro. Esse comportamento é relatado de forma similar por alguns autores como reflexo de corte seletivo (MENEZES *et al.,* 2009; BERNINI e REZENDE, 2010) e relatado de forma antagônica, por Soares *et al.* (2003) que justificam, como um padrão exponencial, o qual é reflexo de florestas saudáveis em franco desenvolvimento, onde a mortalidade de troncos nas menores classes de diâmetro representa um processo natural, associado ao amadurecimento da floresta.

TABELA 3. Dados médios de Dominância em Área Basal e Densidade Relativa de Troncos, de Acordo com as classes diamétricas e espécies identificadas.

	Troncos Vivos											
	< 2,5cm			**≥ 2,5cm**			**≥ 10cm**			**≥ 17,5 cm**		
	Av	**Lg**	**Rh**	**Av**	**LG**	**Rh**	**Av**	**Lg**	**Rh**	**Av**	**LG**	**Rh**
DoA												
Bosque 1	-	0.949	0.094	-	13.295	-	-	11.423	-	-	2.63	-
Bosque 2	-	0.531	0.019	-	13.887	0.179	-	6.355	-	-	2.732	-
Bosque 3	-	0.705	1.106	-	3.702	0.384	-	1.003	2.11	6.825	-	-
Bosque 4	-	0.093	0.352	-	9.461	0.731	-	1.785	4.241	-	11.06	-
Bosque 5	0.012	0.116	0.02	1.434	0.613	0.111	6.202	-	-	1.469	-	-
Bosque 6	0	0.0062	0.196	2.469	5.782	2.657	-	4.384	-	-	-	-
Bosque 7	-	-	-	-	1.541	4.094	-	3.874	5.217	-	3.291	-
DR(%)												
Bosque 1	-	29	5	-	55.0	-	-	10.0	-	-	1.0	-
Bosque 2	-	21.4	1.94	-	70.9	1.0	-	3.9	-	-	1.0	-
Bosque 3	-	24.8	53.38	-	17.3	2.3	-	0.8	0.8	0.8	-	-
Bosque 4	-	4.6	27.69	-	55.4	3.1	-	3.1	3.1	-	3.1	-
Bosque 5	1.1	28.7	5.75	27.9	18.4	5.7	18.4	0.0	-	2.3	-	-
Bosque 6	-	28.4	22.73	11.1	26.1	10.2	-	4.5	-	-	-	-
Bosque 7	-	-	-	-	20.0	48.0	-	12.0	16.0	-	4.0	-
	Troncos Mortos											
	< 2,5cm			**≥ 2,5cm**			**≥ 10cm**			**≥ 17,5 cm**		
	Av	**Lg**	**Rh**	**Av**	**LG**	**Rh**	**Av**	**Lg**	**Rh**	**Av**	**LG**	**Rh**
DoA												
Bosque 1	-	0.377	-	-	5.136	-	-	13.35	-	-	5.225	-
Bosque 2	-	0.6	0.02	-	8.259	-	-	1.954	-	-	-	-
Bosque 3	-	0.67	0.015	-	6.05	-	-	3.999	-	-	-	-
Bosque 4	-	0.442	0.013	-	14.426	0.096	-	16.185	-	-	-	-
Bosque 5	0.037	0.038	0.011	0.624	0.013	-	0.363	-	-	-	-	-
Bosque 6	0.047	0.128	100	0.435	2.223	-	-	-	-	-	-	-
Bosque 7	-	0.071	0.071	-	0.263	-	-	2.151	-	-	-	-
DR(%)												
Bosque 1	-	26.0	-	-	52.0	-	-	18.0	-	-	4.0	-
Bosque 2	-	39.3	1.8	-	55.4	-	-	3.6	-	-	-	-
Bosque 3	-	39.3	1.6	-	54.1	-	-	4.9	-	-	-	-
Bosque 4	-	17.2	1.1	-	67.8	1.1	-	12.6	-	-	-	-
Bosque 5	23.3	30.0	6.7	33.3	3.3	-	3.3	-	-	-	-	-
Bosque 6	7.4	18.5	3.7	22.2	48.1	-	-	-	-	-	-	-
Bosque 7	-	40.0	-	-	20.0	-	-	40.0	-	-	-	-

Av; *Avicennia germinans*, LG: *Lagunculario racmosa*: Rh; *Rizophora mangue.* Dominância em área basal –DoA e Densidade relativa DR de troncos vivos e mortos por classes de DAP.

Ao analisar os bosques separadamente, quanto ao número de troncos, percebeu-se um comportamento similar onde o maior número de troncos ocorreu nas menores classes de diâmetro, e diminuiram em direção às classes de maiores diâmetros e com predominância de troncos vivos (Figuras 3 e 4). Esse padrão de comportamento se dá por dois motivos, o primeiro e mais evidente na área de estudo foi o grande número de rebrotas de *Laguncularia racemosa*, em função desses bosques terem sofridos cortes pretéritos e devido ao fato de que essa espécie apresenta capacidade de reproduzir-se vegetativamente por meio da emissão de galhos e/ou troncos (JIMÉNEZ, 1985; BERNINI e REZENDE, 2010). Tal fato possibilita uma alteração no comportamento estrutural dos indivíduos, uma vez que, os bosques que sofreram esses cortes passaram a apresentar indivíduos com portes menores, DAP médios menores e maior número de troncos por indivíduo.

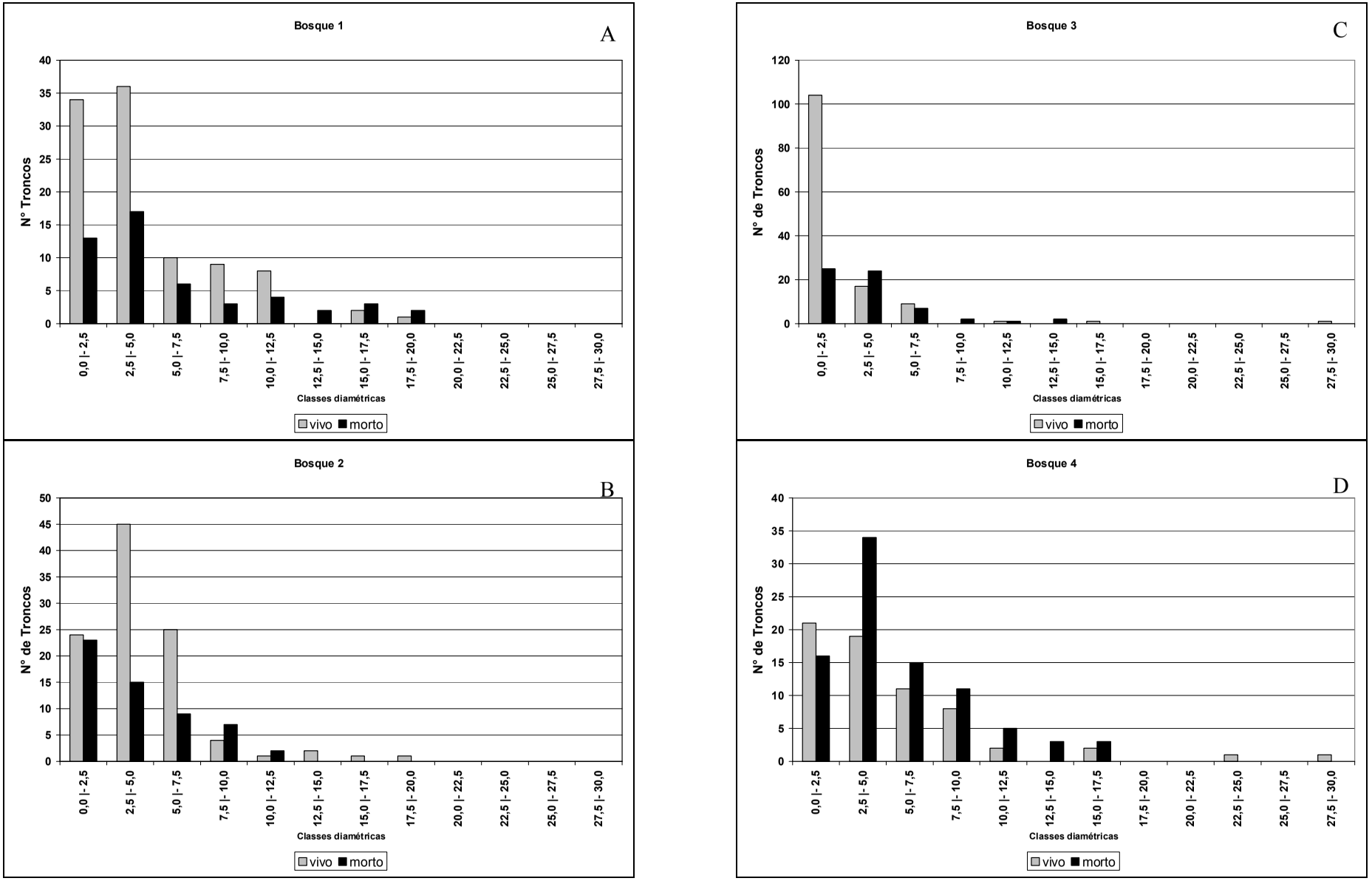
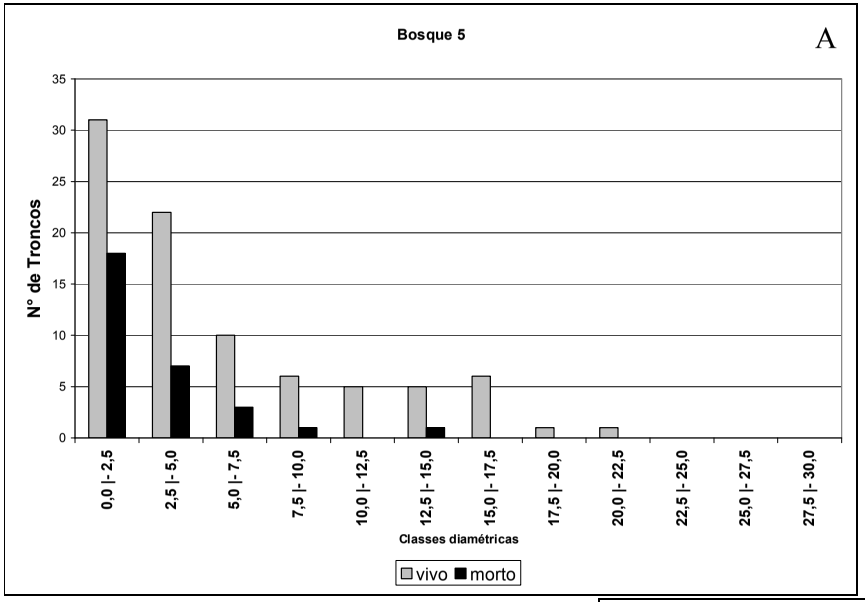
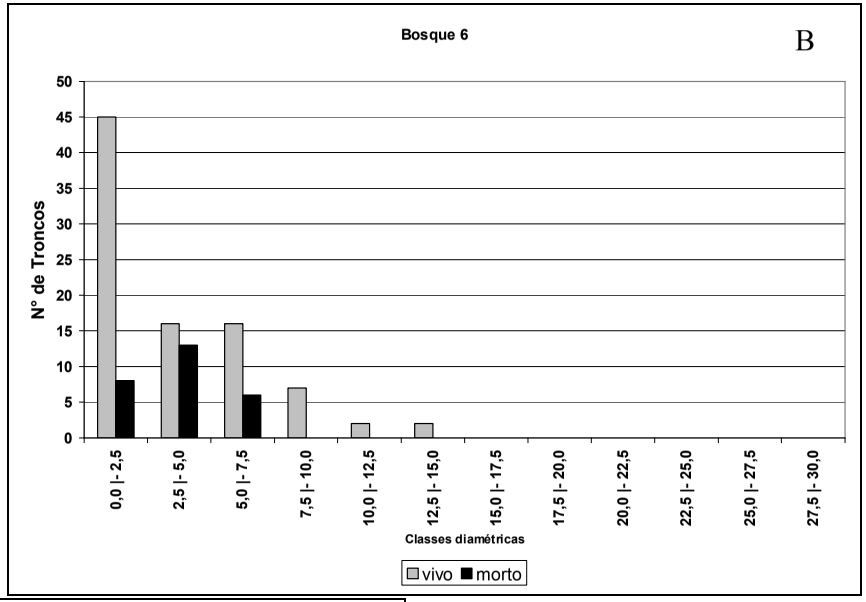


FIGURA 3. Número de troncos vivos e mortos por classe diamétrica nos bosques 1 a 4

O Bosque 4 apesar de apresentar o mesmo comportamento quanto ao número total de troncos nas menores classes de diâmetro, apresentou um maior número de troncos mortos que vivos nas classes intermediárias não demonstrando um comportamento clássico no número de indivíduos mortos conforme se espera numa área em regeneração, o que leva a crer na ocorrência de, possivelmente, um corte seletivo massivo, associado a um comportamento de regeneração tipo "J invertido". O Bosque 5 que apresentou dominância de *Av. germinans* mas com presença de indivíduos jovens de *L. racemosa* e *R. mangle,* contribuiu com os indivíduos de menores classes (Figura 4A). O Bosque 7 que apresentou um comportamento diferenciado com ausência de indivíduos na classe de menor diâmetro (< 2,5cm) não apresentou indivíduos jovens, destacando-se ainda pela presença forte de troncos em classes diamétricas acima de 10cm representados em sua maioria pela espécie *R. mangle.* Esse comportamento pode refletir fatos pretéritos, posto que não ocorrem troncos vivos nas menores classes e as classes intermediárias e maiores quase não apresentam indivíduos mortos, como relatado por Soares *et al.* (2003) (Figura 3C).





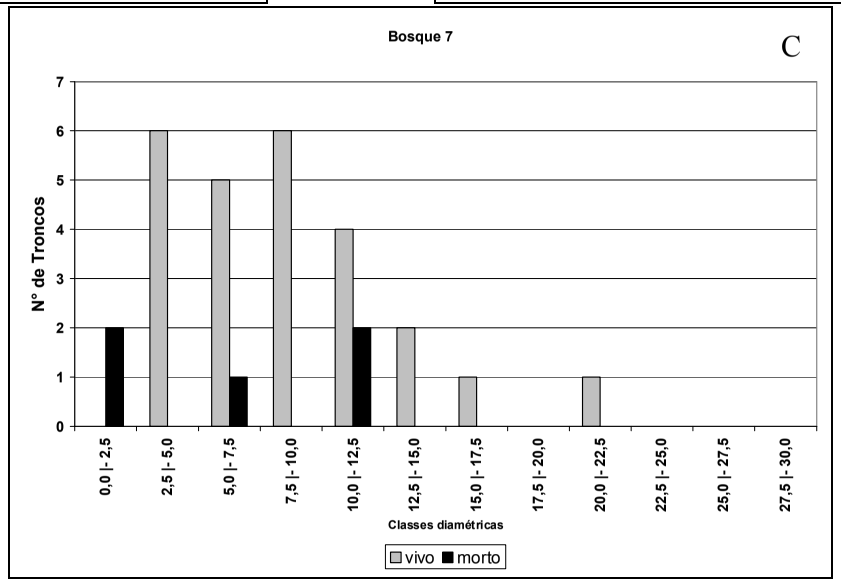


FIGURA 4. Relação do número de troncos por classes diamétricas nos bosques 5 a 7

Na relação entre área basal e as médias de altura, percebe-se que há um comportamento comum entre os bosques, onde se notou que o aumento da área basal acompanhou o aumento da altura, exceto para o Bosque 6 que apresentou valores de altura maiores do que para área basal. Fato que pode ser justificado pela dominância em *Av. germinans:* espécie que não desperta interesse, de utilização, na população local diferente da *L. racemosa,* espécie cobiçada e dominante em outros bosques (Figura 5).

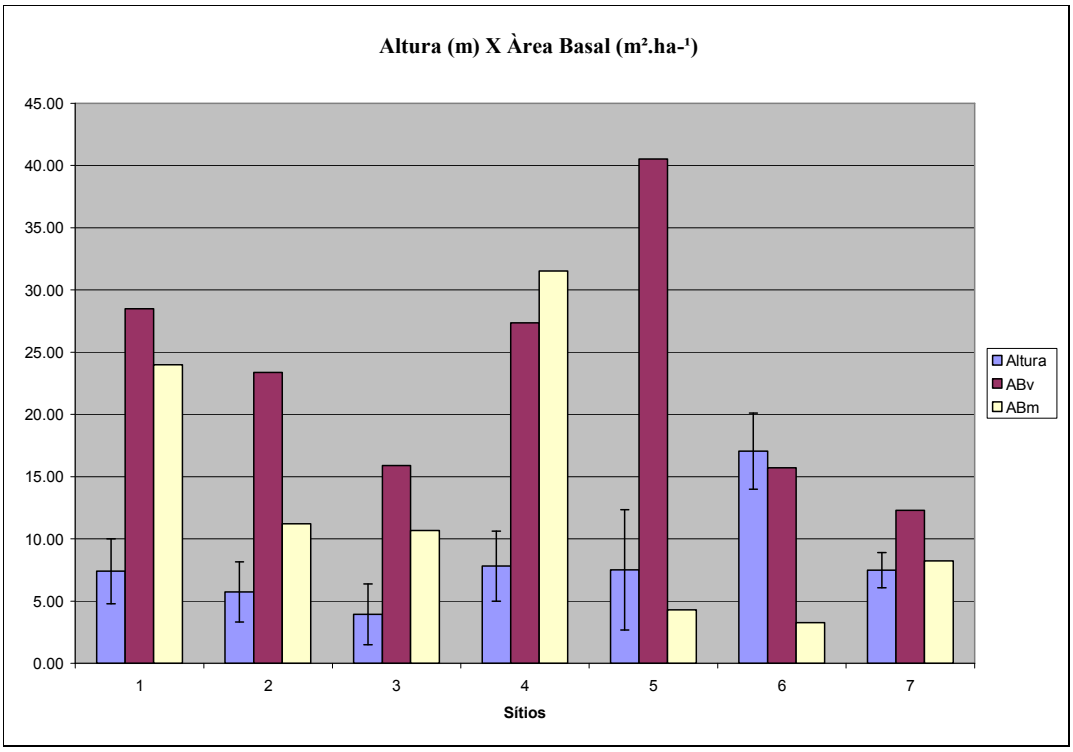


FIGURA 5. Parâmetros estruturais utilizados para comparação dos bosques de mangue: Altura (m), Área basal viva e morta ($m^2.ha^{-1}$).

Destaca-se no Bosque 4, a área basal morta maior que a viva, isso se deve a localização do bosque próximo à comunidade ribeirinha, onde, nas idas a campo foram observadas ações impactantes, como: desmatamento de áreas circunvizinhas, para o cultivo de coqueiro e casas de veraneio e instalação de viveiro para carcinicultura. Tais alterações acarretam a emissão de novos troncos, que, por competição, acabam sendo suprimidos, conforme observado por outros autores: Soares, (1999); Souza e Sampaio (2001); Bernini e Rezende (2004). De modo geral, a mortalidade encontrada nos sítios de estudo possui relação direta com a dominância do bosque, com sua localização e acessibilidade.

4 CONCLUSÕES

A pressão antrópica foi o tensor de maior relevância sobre os bosques de *Laguncularia racemosa,* resultando na alteração estrutural desses bosques ao longo do tempo,

O corte seletivo para a espécie *Laguncularia racemosa* é o fator determinante para alteração da estrutura desses bosques.

Ocorreu um comportamento diferenciado de alteração da estrutura dos bosques determinado pela área, variando de forma decrescente na seguinte ordem de Bosques: B4>B3>B1>B2>B5>B6>B7, onde o B4 está localizado mais próximo dos povoamentos e o B7 o mais distante dos mesmos.

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BENSUSAN, N. 2006. **Conservação da biodiversidade em áreas protegidas**. Rio de Janeiro, FGV, 2006.

BERNINI, E. 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,** 18(3): 491-502. 2004.

BERNINI, E. e REZENDE, C.E.. Variação estrutural em florestas de mangue do estuário do rio Itabapoana, ES-RJ**. Biotemas,** 23 (1): 49-60, março 2010.

BROWN, S. e LUGO, A. E., A comparison of structural and functional characteristics of saltwater and freshwater forested wetlands, pp.109-130. *In*: B. Gopal, R. E. Turner, R. W. Wetzel e D. F. Whingham (eds.) 1982, **Proceedings of the First International Wetlands Conference**, Wetlands: Ecology and Management, New Delhi, India.

CARMO, T. M. S.; BRITO - ABAURRE, M. G.; SENNA - MELO; R. M.; ZANOTTI - XAVIER, S.; Costa, M. B. e Horta, M. M. M.. Os manguezais da Baía Norte de Vitória, Espírito Santo: Um ecossistema ameaçado. **Revista Brasileira de Biologia** 55(4): 801{818. 1995.

CHAVES**,** F. O. **Análise dos padrões de zonação e sucessão de espécies de mangue na região de Guaratiba, Baía de Sepetiba – Rj.** Monografia Universidade do Estado do Rio de janeiro. Rio de janeiro. P.79, 2001

CIENTEC. Software Mata Nativa 2: Sistema para Análise Fitossociológica, Elaboração de Inventários e Planos de Manejo de Florestas Nativas. Viçosa - MG: Cientec, 2006. Disponível em: www.matanativa.com.br. Acesso em: 25 março 2010.

COELHO, A.C.P.; PAIXÃO, V.M.; OLIVEIRA, E.B.; RIBEIRO, N.F. CARVALHO-NETA. **Impactos Causados Por Tensores de Origem Antrópica no Manguezal do Araçagy – Ilha de São Luiz – MA**. In:VII Congresso de Ecologia do Brasil, 23 a 28 de setembro 2007, Caxambu – MG.

FERREIRA, D. F. SISVAR: Versão 4.6. Lavras: DEX/UFLA, 2003. Software.

JIMENEZ, J.A.. **Laguncularia racemosa silvics of forest trees of the American tropics.** SO-ITF-SM-3. New Orleans, LA: Southern Forest Experiment Station, Forest Service, U.S. Department of Agriculture; 4 p, 1985.

LUGO, A. E.; CITRON, G; GOENAGA, C. El ecossistema del manglar bajo tension. **Anales del Seminário Sobre El Estúdio Científico e Impacto Humano em El Ecossistema de Manglares**, Cali. Colômbia, p.261-285, 1980.

LUGO, A. E., BROWN, S. e BRINSON, M. M., Concepts in wetland ecology, pp. 53-85. In: A. E. Lugo, M. Brinson e S. Brown (eds.), **Forested wetlands. Ecosystems of the world**, Elsevier, Amsterdam, 527p, 1990.

MENEZES, L.C.S. de; SANTOS, T.O.; SANTANA, M.B.S.; ANDRADE, K.V.S. de; CASTANEDA, D.A.F.G.; HOLANDA, F.S.R.. **Principais alterações de bosques de mangue com predominância de *Laguncularia racemosa* no estuário rio São Francisco.** In: V Congresso Brasileiro de Sistemas, I Congresso Nordestino de Sistemas, III Simpósio sobre Sustentabilidade em Agroecossistemas: A Aplicação do Pensamento Sistêmico no Ensino, Pesquisa e Extenção. Aracaju. 26, 27 de novembro, 2009.

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, set-dez, 2006.

PENNING de VRIES, F. W. T. **Learning from bright spots to enhance food security and to combat degradation of water and land resources**. In: XXIX Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, Ribeiro Preto-SP, 2003.

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**, 22: 01-08, 2009.

PETRI, D.J.C. **Estrutura da floresta de mangue do estuário do rio Benevente, Anchieta, ES.** Monografia. Universidade Estadual do Norte Fluminense. Rio de Janeiro. 2009

SAIFULLAH, S.M.; SHAUKAT, S.S.; SHAMS, S. Population structure and dispersion pattern in mangroves of Karachi, Pakistan. **Aquatic Botany**, V.47 329-340, 1994.

SANTOS-MENDONÇA, I. V. dos ; MOCHEL, F. R.. **Análise estrutural das folhas de duas espécies arbóreas de um manguezal em resposta a um vazamento de óleo diesel, na ilha de São Luís, MA, Brasil**. In: VI CONGRESSO NACIONAL DE ECOLOGIA, 2003, Fortaleza. Anais de Trabalhos Completos do VI Congresso de Ecologia do Brasil - Simposios Complexo do Pantanal, Ecologia de Paisagem, Educação Ambiental, Ensino de Ecologia, Ecossistemas Aquaticos, Costeiros e Continentais, Florestas com Araucaria e Campos Sulinos. Fortaleza : Editora da Universidade Federal do Ceará. v. 1. p. 314-315, 2003.

SCHAEFFER-NOVELLI, Y. ; SCHAEFFER-NOVELLI, Y. ; CINTRON, G. **Guia Para Estudo de Areas de Manguezal; Estrutura, Função e Flora**.. Sao Paulo: Caribbean Ecological Research., 00150 p, 1986..

SCHAEFFER-NOVELLI, Y.; CINTRÓN-MOLERO, G. ADAIME, R.R. e CAMARGO, T.M.. Variability of mangrove ecosystems along the Brazilian coast**. Estuaries**, 13 (2): 204-219, 1990.

SCHAEFFER-NOVELLI, Y. (ed.). Manguezal: ecossistema entre a terra e o mar.

Caribbean Ecological Research. São Paulo. 64 p, 1995..

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

SEPLAN, Secretaria de Estado do Planejamento, Habitação e do desenvolvimento Urbano. **Sergipe em dados**, 2009. Sergipe, 2010. 109p.

SESSEGOLO, G. C. **Estrutura e produção de serapilheira do manguezal do Rio Baguaçu, Baía de Paranaguá – PR**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Paraná. 110 p. 1997

SOARES, M.LG. **Estudo da biomassa aérea de manguezais do sudeste do Brasil** - análise de modelos. Tese de Doutorado. Instituto Oceanográfico, Universidade de São Paulo. 294 p. 2 vol. 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**, 59 (3): 503-515, 1999.

SOARES, M. L. G.; CHAVES, F.O.; CORRÊA, F. M.; JUNIOR, C ,M. G. S. 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.

SOARES, M.L.G. (coord.); ARAÚJO, D. S. D. de; PORTUGAL, A. M. M.; CHAVES, F. de O.; DIAS, H. M.; OLIVEIRA, V. F. de; BARBOSA, B.; ESTRADA, G. C. D. **Laudo biológico do sistema Caravelas – Nova Viçosa com vistas à criação da reserva extrativista do Cassurubá**. Ministério do Meio Ambiente, 2006

SOARES, M. L. G, ESTRADA, G. C. D, Cavalcanti, V. F.; SILVA Jr, C. M. G.; TOGNELLA-de-ROSA, M. M. P.. **Limite sul de ocorrência de manguezais no atlântico oeste.** III Congresso Brasileiro de Oceanografia – CBO'2008,In: I Congresso Ibero-Americano de Oceanografia – I CIAO Fortaleza (CE), 20 a 24 de maio, 2008.

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** 15 (1): 1-12, 2001.

TEIXEIRA, P.L.S ALMEIDA, R.; MONTEIRO, A. L.O.; Fraga, R. A.; Pereira, V.N. **Avaliação da Estrutura da Vegetação de um Trecho do Manguezal do Rio Reis Magos, Município de Fundão - ES**. In: IX Congresso de Ecologia do Brasil, 13 a 17 de Setembro, 2009, São Lourenço – MG.

TOMLINSON , P. B.,**. The botany of mangroves**:. Cambridge University Press, Cambridge. 1-418p, 1986.