

UFRRJ

INSTITUTO DE FLORESTAS

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS
AMBIENTAIS E FLORESTAIS**

DISSERTAÇÃO

**ASPECTOS FENOLÓGICOS E PRODUÇÃO DE MUDAS DE TRÊS
ESPÉCIES NATIVAS DO ECOSSISTEMA MANGUEZAL**

Guilherme de Assis Rodrigues

2015



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO

INSTITUTO DE FLORESTAS

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS
AMBIENTAIS E FLORESTAIS**

**ASPECTOS FENOLÓGICOS E PRODUÇÃO DE MUDAS DE TRÊS
ESPÉCIES NATIVAS DO ECOSISTEMA MANGUEZAL**

GUILHERME DE ASSIS RODRIGUES

Sob a Orientação do Professor

Dr. Lucas Amaral de Melo

Dissertação submetida como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre** em Ciências, no Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais e Florestais, Área de Silvicultura e Manejo Florestal.

Seropédica, RJ

Fevereiro de 2015

577.698

R696a

Rodrigues, Guilherme de Assis, 1985-

T

Aspectos fenológicos e produção de mudas de três espécies nativas do ecossistema manguezal / Guilherme de Assis Rodrigues – 2015.

46 f.: il.

Orientador: Lucas Amaral de Melo.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Curso de Pós-Graduação em Ciências Ambientais e Florestais.

Bibliografia: f. 32-37.

1. Ecologia dos manguezais – Teses. 2. Plantas do manguezal – Fenologia – Teses. 3. Árvores – Mudas – Fenologia – Teses. 4. Fenologia vegetal – Teses. 5. Estuários – Teses. 6. Viveiros florestais – Teses. I. Melo, Lucas Amaral de, 1983-. II. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Curso de Pós-Graduação em Ciências Ambientais e Florestais. III. Título.

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE FLORESTAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AMBIENTAIS E
FLORESTAIS

GUILHERME DE ASSIS RODRIGUES

Dissertação submetida como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Ciências** no Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais e Florestais, área de Concentração em Silvicultura e Manejo Florestal.

DISSERTAÇÃO APROVADA EM 25/02/2015

Lucas Amaral de Melo. Prof. Dr. UFLA
(Orientador)

Alexander Silva de Resende. Pesq. Dr. EMBRAPA AGROBIOLOGIA
(Titular)

Marco Antônio Monte. Prof. Dr. UFRRJ
(Suplente)

DEDICATÓRIA

Dedico esta monografia a Deus, criador do mundo, e a meus pais, que com muito esforço, fizeram de tudo para a minha formação. Meu reconhecimento e gratidão pela paciência, compreensão e apoio constante nesta jornada da vida. Vocês me ensinaram a falar, a caminhar e a viver. Ungiram-me com amor e me ajudaram a crescer. Sanaram minhas dúvidas e me deram de comer.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente quero agradecer a Jesus Cristo, cuja bondade e amor são infinitos! E o que seria de mim sem minha amada família? Eles são minha base. Tenho muito a agradecer aos meus queridos pais (Luiz e Onélia) por todo apoio e carinho, que foram fundamentais. Também agradeço à Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, em especial, ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais e Florestais, por ter me proporcionado a obtenção dos conhecimentos e a aquisição das competências necessárias no curso que estou concluindo.

Ao meu orientador, Dr. Lucas Amaral de Melo por aceitar o desafio de orientar um trabalho academicamente pouco debatido e me ajudar a expandir o conhecimento científico dos Manguezais. E por falar neste ecossistema, tenho muito a agradecer à ONG Guardiões do Mar, que no ano de 2012 me deu a oportunidade de atuar profissionalmente nos Manguezais, onde parte deste trabalho foi realizado por meio do Projeto Uçá, que conta com o patrocínio da Petrobras por meio do Programa Petrobras Socioambiental.

À minha amada Keila Prates, por ser meu apoio e por acalmar-me nos momentos difíceis. Você fez-se incrivelmente presente todos os dias, além de fazer toda diferença na minha vida. Também sou muito grato por você me ajudar na formatação deste trabalho. Acredite, isso ajuda muito (risos!)

Aos grandes amigos Alexandre (Medeiros) e Daniel Carvalho (Flinch), pelos momentos de muitas risadas e companheirismo na nossa “República dos Dendrólogos”; e às amigas: Kelly (33), Mayara, Ana, Natasha, Íris e Corina, vocês são demais! Também agradeço aos professores e também amigos Marco Monte e Emanuel Araújo pelos “bate-papos” aos finais de semana em Seropédica.

À equipe do Viveiro Florestal do Instituto de Florestas, Tião e Kaká por toda ajuda.

Ao professor Giovani Glaucio, por toda sua paciência e vontade em ensinar-me uma disciplina tão incrível que é a Análise Multivariada e à Professora Marilena Conde, do Dep. de Botânica -UFRRJ, pelas considerações importantes neste trabalho.

Ao Rodrigo Gaião, por acompanhar-me nas coletas de propágulos e se mostrar sempre presente quando necessário; e a Claudio Mendonça, por pilotar o barco, me conduzindo às coletas de campo, além de me ensinar muito acerca dos Manguezais. Agradeço também os estagiários Wendell, Laís e Samira. Obrigado pelo apoio na realização das coletas de propágulos e experimentos.

À equipe do Professor Dr. Alberto de Figueiredo (Universidade Federal Fluminense – UFF), que, por meio do Projeto “Vazão Ecológica”, disponibilizou os dados meteorológicos utilizados neste trabalho.

Ao ICMBio, em especial à equipe da APA de Guapi-Mirim, por permitir o desenvolvimento deste trabalho num dos últimos redutos de Manguezal preservado do estado do Rio de Janeiro.

À banca avaliadora deste trabalho, que sem dúvidas fez vultosas considerações, incrementando o conhecimento científico sobre recuperação de manguezais.

RESUMO

RODRIGUES, Guilherme de Assis. **Aspectos fenológicos e produção de mudas de três espécies nativas do ecossistema manguezal**. 2015. 46p. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais e Florestais). Instituto de Florestas, Departamento de Silvicultura, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2015.

Uma das principais medidas de recuperação ambiental de um ecossistema é o restabelecimento de sua vegetação, que pode ocorrer por meio da produção de mudas de espécies nativas e posterior plantio, embora em se tratando dos Manguezais, o tema é pouco debatido. Dessa forma, há a necessidade de estudos que abordem o tema e discutam as práticas de produção de mudas de espécies do ecossistema Manguezal. Assim, este trabalho teve como objetivos: descrever o padrão fenológico de três espécies típicas do ecossistema Manguezal, no intuito de fornecer informações acerca das épocas de coleta e conhecer o grau de correlação com as variáveis ambientais com os períodos fenológicos; avaliar a influência da adubação salina com NaCl e KCl sobre a produção de mudas de diferentes espécies de mangue. Este estudo comprovou que as variáveis ambientais ligadas à temperatura foram os fatores de maior influência sobre os eventos fenológicos de *Laguncularia racemosa*, enquanto que a flutuação do nível da maré atuou fortemente sobre a fenologia de *Rhizophora mangle*. Para *Avicennia schaueriana* a salinidade foi a de maior correlação com os eventos fenológicos. A análise dos resultados mostrou que para a espécie *L. racemosa* a adubação com NaCl a uma concentração de 2 gramas por litro de água proporcionou maiores incrementos às mudas. Já para *R. mangle* é recomendada a de 16 g de NaCl por litro de água, aplicados 10 ml desta solução semanalmente.

Palavras-chave: Estuários, Viveiros Florestais e Fenologia

ABSTRACT

RODRIGUES, Guilherme de Assis. **Phenological aspects and production of seedlings of three native species of the mangrove ecosystem**. 2015. 46p . Dissertation (Master of Environmental Science and Forestry). Instituto de Florestas, Departamento de Silvicultura, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2015 .

A main sure of environmental restore of an ecosystem is the restoration of its growth vegetation, which may occur through the production of seedlings of native species and subsequent planting, although in the case of mangroves, the subject is low discussed. Thus, there is a lack for studies that discuss the theme about production practices of the mangrove ecosystem species seedlings. This study had the objective of: describe the phenological pattern of three typical species of mangrove ecosystem in order to provide information about the collection times and know the degree of correlation with environmental variables with the phenological periods, assess their influence of saline fertilization with NaCl and KCl on the production of seedlings of different mangrove species. This study showed that the environmental variables related of temperature were the most influential factors on phenology of *Laguncularia racemosa*, while the fluctuation of the water level acted strongly on the phenology of *R. mangle*. For *Avicennia schaueriana* the Salinity was the highest correlation with phenological events. The results showed that for *L. racemosa* species fertilization with NaCl at a concentration of 2 grams per liter of water gave larger increments to the seedlings. For *R. mangle* is recommended that 16 g of NaCl per liter of water, 10 ml of this solution applied weekly.

Key Words: Estuaries, Forest Nurseries and Phenology.

LISTAS DE FIGURAS

Figura 1: Detalhamento, em verde, dos Manguezais no mundo. (Fonte: nationalgeographic.com - Acessado em 25/11/2013).....	2
Figura 2: Detalhamento da extensão dos Manguezais brasileiros (Fonte: pnas.org - Acessado em 20/11/2013).....	3
Figura 3: Baía de Guanabara. Em destaque, a área da APA de Guapi-Mirim, na porção leste. (Fonte:mapas.icmbio.gov.br/i3geo/icmbio/mapa. Acessado em 05/07/2013).....	8
Figura 5: Detalhe da flor de <i>A. scheueriana</i> (Imagem: Guilherme Rodrigues)	9
Figura 6: Detalhe do propágulo de <i>L. racemosa</i> (Imagem: Guilherme Rodrigues).	10
Figura 7: Detalhe das flores de <i>R. mangle</i> (Imagem: Guilherme Rodrigues).	10
Figura 8: Obtenção da salinidade em campo (Imagem: Guilherme Rodrigues).	11
Figura 9: Expedição de reconhecimento das áreas de estudo, no interior da APA de Guapi-Mirim, utilizando embarcação. (Imagem: Guilherme Rodrigues)	12
Figura 10: Aspecto geral da vegetação observada no interior da APA de Guapi-Mirim (Imagem: Guilherme Rodrigues).	13
Figura 11: Detalhe do fungo <i>S. rolfsii</i> nos propágulos de <i>A. schaueriana</i> (Imagem: Guilherme Rodrigues).	14
Figura 12: Isolados de <i>S. rolfsii</i> em placa de petri (Imagem: Guilherme Rodrigues).	14
Figura 13: Substrato utilizado no preenchimento das sacolas plásticas para a produção de mudas de mangue (Imagem: Guilherme Rodrigues).	15
Figura 14: Detalhe das mudas de <i>R. mangle</i> em produção no Viveiro Florestal. (Imagem: Guilherme Rodrigues).	15
Figura 15: Fenofases ao longo de 24 meses para <i>L. racemosa</i>	17
Figura 16: Fenofases ao longo de 24 meses para <i>R. mangle</i>	18
Figura 17: Fenofases ao longo de 24 meses para <i>A. schaueriana</i>	19
Figura 18: Média do diâmetro do coleto em mudas de <i>L. racemosa</i> , aos 180 dias após o plantio em sacos plásticos de 14 x 20 cm, em função das doses de sais utilizadas na adubação de cobertura. Médias seguidas pela mesma letra não apresentam diferenças significativas a 5% de probabilidade pelo teste de Scott-Knott.	26
Figura 23: Média da altura da parte aérea em mudas de <i>R. mangle</i> , aos 210 dias após o plantio em sacos plásticos de 14 x 20 cm, em função das doses de KCl e NaCl utilizadas na adubação de cobertura. Médias seguidas pela mesma letra não apresentam diferenças significativas a 5% de probabilidade pelo teste de Scott-Knott.....	29
Figura 24: Altura da parte aérea de mudas de <i>R.mangle</i> , aos 210 dias após o plantio em sacos plásticos de 14 x 20 cm, em função das doses de sais NaCl e KCl utilizadas na adubação de cobertura.....	30

LISTAS DE TABELAS

Tabela 1: Resumo da análise de variância para o diâmetro do coleto e altura da parte aérea de mudas de <i>Laguncularia racemosa</i> , aos 180 dias após o plantio em sacos plásticos de 14 x 20 cm, em função do tipo e concentração de sal utilizado na adubação de cobertura ao longo do processo de produção.	25
Tabela 2: Resumo da análise de variância para o diâmetro do coleto e altura da parte aérea de mudas de <i>Laguncularia racemosa</i> , aos 180 dias após o plantio em sacos plásticos de 14 x 20 cm, em função do tipo e concentração de sal utilizado na adubação de cobertura ao longo do processo de produção.	28
Tabela 3: Teste de Significância das Funções Canônicas	20
Tabela 4: Valores das Cargas Cruzadas (variáveis dependentes).	21
Tabela 5: Valores das Cargas Cruzadas (variáveis independentes).	21
Tabela 6: Teste de Significância das Funções Canônicas	22
Tabela 7: Valores das Cargas Cruzadas (variáveis dependentes).	22
Tabela 8: Valores das Cargas Cruzadas (variáveis independentes).	23
Tabela 9: Teste de Significância das Funções Canônicas	23
Tabela 10: Valores das Cargas Cruzadas (variáveis dependentes).	24
Tabela 11: Valores das Cargas Cruzadas (variáveis independentes).	24

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	1
2 REVISÃO DE LITERATURA	2
2.1 Manguezais	2
2.2 A Extensão dos Manguezais Brasileiros	2
2.3 Funcionamento e Produtividade do Ecossistema Manguezal	3
2.4 Importância dos Manguezais.....	4
2.5 Degradação dos Manguezais Brasileiros e da Baía de Guanabara.....	4
2.6 Recuperação Ambiental de Manguezais Degradados	5
2.7 Fenologia nos Manguezais	7
3 MATERIAL E MÉTODOS	7
3.1 Local de Estudo e Espécies Florestais.....	7
3.2 Fenologia das Espécies Florestais	9
3.3 Produção de Mudanças	12
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	16
4.1 Fenologia de <i>Laguncularia racemosa</i> , <i>Rhizophora mangle</i> e <i>Avicennia schaueriana</i>	16
4.2 Análise de Correlação Canônica	20
4.2.1 Análise de correlação para <i>Laguncularia racemosa</i>	20
4.2.2 Análise de correlação para <i>Rhizophora mangle</i>	21
4.2.3 Análise de correlação para <i>Avicennia schaueriana</i>	23
4.3 Produção de Mudanças	24
5 CONCLUSÃO	31
6 RECOMENDAÇÕES DE PESQUISA.....	31
7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	32
ANEXOS	38
ANEXO 1.....	38
ANEXO 2.....	41
ANEXO 3.....	44

1 INTRODUÇÃO

O Manguezal é um ecossistema de elevada importância ecológica, social e econômica, e também considerado dominante na fisiografia do litoral do Brasil. Dentre os benefícios atribuídos às florestas dos Manguezais, destacam-se: o controle da erosão das margens dos rios, lagoas e baías; proteção do substrato inconsolidado contra a radiação direta da luz solar; berçário de diversas espécies de aves, peixes, crustáceos e mamíferos, dentre outros.

Apesar de ser um ecossistema de significativa importância, é notória a falta de conhecimentos básicos acerca desse ambiente. Por exemplo, o termo “mangue”, erroneamente utilizado como sinônimo de “Manguezal” designa, na realidade, um grupo florístico específico de árvores e arbustos tropicais que possuem características em comum e compõe a cobertura vegetal do ambiente, enquanto que o termo Manguezal é utilizado para designar a comunidade ecológica ou o ecossistema (SCHAEFFER-NOVELLI *et al.*, 2000).

Entretanto, mesmo possuindo vultosa importância, atualmente esse ecossistema se encontra em elevado estado de degradação, sendo a construção de obras de infraestrutura e empreendimentos, a maior causa de seu desmatamento (VASCONCELOS, 2012). Um dos reflexos da alteração é a retirada da vegetação desse ambiente, o que gera graves consequências, tais como: a exposição do solo, altamente úmido, ao sol, ressecando-o; o enfraquecimento das margens, acelerando a erosão que causa assoreamento dos corpos hídricos, além de alterar significativamente a ecologia aquática e reduzir a diversidade de espécies e prejudicar a navegação. Vale lembrar que, quando determinado ambiente sofre severas mudanças em sua dinâmica, há perda de sua resiliência, ou seja, há insucesso da capacidade de retornar, naturalmente, ao seu estado original (MARTINS, 2007).

Desta forma, a fim de buscar um novo equilíbrio, há necessidade da intervenção humana em projetos de recuperação ambiental, o que tornaria possível o restabelecimento das funções ecológicas do ecossistema.

Uma das principais medidas de recuperação ambiental de um ecossistema é o restabelecimento de sua vegetação, que pode ocorrer por meio da produção de mudas de espécies nativas e posterior plantio. Mas, em se tratando dos Manguezais, a produção comercial de mudas para essa finalidade é quase inexistente no Brasil, sendo frequentemente encontradas pequenas produções amadoras com a finalidade de realizar um reflorestamento. Lopes *et al.* (2012) e Santos *et al.* (2009) recomendam que a realização de pesquisas direcionadas à produção de mudas de espécies arbóreas de Manguezal sejam desenvolvidas, uma vez que a escassez é alta.

Desta maneira, há a necessidade de estudos que abordem o tema e discutam as práticas de produção de mudas de espécies do ecossistema Manguezal, o que tornará as atividades de produção embasadas em práticas científicas.

De acordo com o exposto, este trabalho teve os seguintes objetivos: 1) Descrever o padrão fenológico de três espécies típicas do ecossistema Manguezal, localizado na porção leste da Baía de Guanabara – RJ e conhecer o grau de correlação dos eventos fenológicos com as variáveis ambientais. 2) Avaliar a influência da adubação com diferentes sais sobre a produção de mudas de três espécies de mangue.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Manguezais

Os Manguezais, segundo Schaeffer-Novelli (1990), são ecossistemas costeiros e ocorrem em regiões tropicais e subtropicais do mundo (30°N – 30°S) (Figura 1). Esses ambientes estão associados a ambientes de baixo hidrodinamismo, como baías, enseadas, estuários, desembocadura de rios e lagunas, fazendo a transição entre os ambientes terrestre e marinho (SCHAEFFER-NOVELLI, 1986).

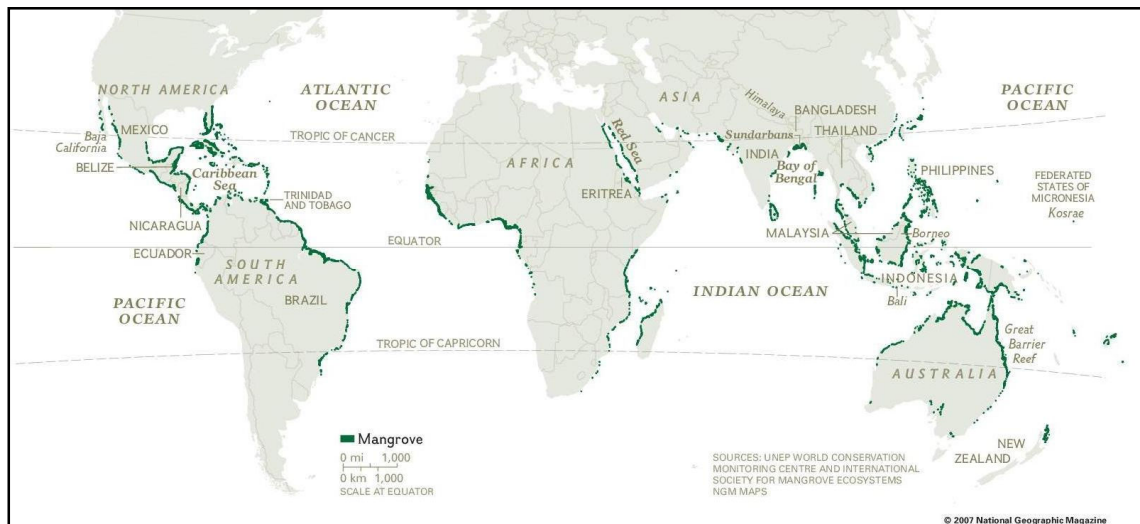


Figura 1: Detalhamento, em verde, dos Manguezais no mundo. (Fonte: nationalgeographic.com - Acessado em 25/11/2013)

Segundo Paraguassu (2007), o sistema ecológico dos Manguezais é dominado por espécies lenhosas típicas, que ocorrem em topografia de baixa declividade, adaptadas ao substrato periodicamente inundado pela ação das marés e com grandes variações de salinidade. Por se encontrarem nesta região, onde o substrato é geralmente não consolidado e bastante fluido, possuindo baixos teores de oxigênio e ainda, estarem sob influência da água salgada, as espécies vegetais de mangue apresentam alto grau de especialização. Todas essas peculiaridades permitem o estabelecimento de um ecossistema rico e dinâmico, sendo considerado um “elo” para o desenvolvimento de espécies da fauna e flora marinha, terrestre e de água doce (SANTOS, 2009).

2.2 A Extensão dos Manguezais Brasileiros

O Brasil é o segundo país com maior área de manguezais, com cerca de 13 000 km², ficando atrás somente da Indonésia, que apresenta 30 000 km² (SPALDIND *et al.*, 2010). Segundo o mapeamento realizado pelo Ministério do Meio Ambiente (MMA) em 2010, os Manguezais brasileiros abrangem 1 225 444 hectares em quase todo o litoral, distribuindo-se ao longo dos 6800 km da linha costeira, sendo o Rio Grande do Sul o único estado que não apresenta este ecossistema (SCHAEFFER- NOVELLI, 2003). Sua extensão vai do Cabo Orange (04°21’N), no Amapá, até a cidade de Laguna (28°30’S), em Santa Catarina (ADAIME, 1987) (Figura 2).

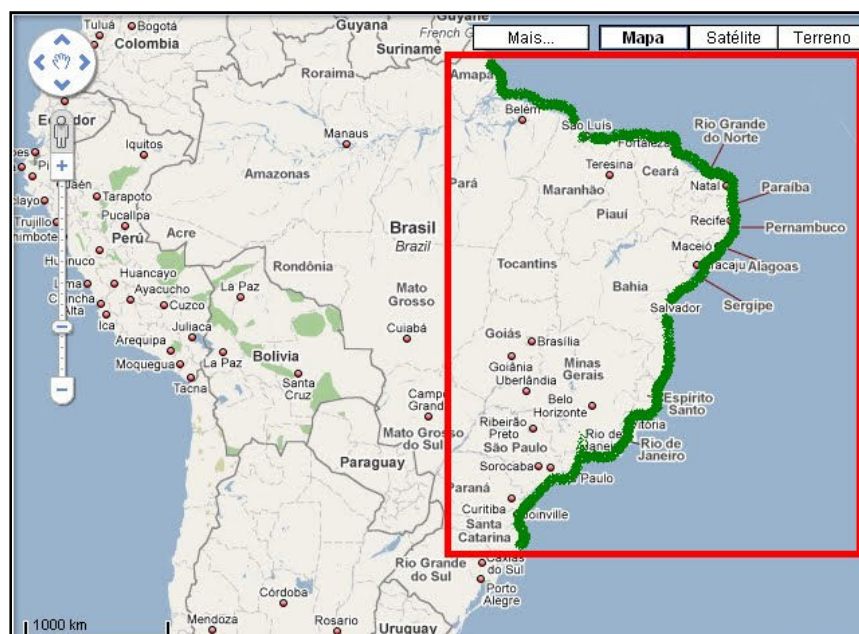


Figura 2: Detalhamento da extensão dos Manguezais brasileiros (Fonte: pnas.org - Acessado em 20/11/2013)

As maiores áreas de Manguezais da costa brasileira ocorrem entre a desembocadura do rio Iapoque, no extremo norte, e o Golfão Maranhense, formando uma barreira entre o mar, os campos alagados e a terra firme. Do sudeste maranhense até o Espírito Santo, os manguezais são reduzidos e estão associados a lagunas, baías e estuários. Na Baía da Guanabara, esse ecossistema apresenta grande extensão novamente, apesar do intenso processo de degradação que sofre (MMA, 2010).

2.3 Funcionamento e Produtividade do Ecossistema Manguezal

Os Manguezais são ecossistemas abertos quando se trata de energia e matéria. O transporte de matéria para dentro desse ecossistema, sua reciclagem e consequentemente exportação do ambiente são controlados por fatores físicos, como marés e escoamentos superficiais das microbacias adjacentes, além dos biológicos, como queda das folhas, decomposição do material orgânico, atividades da fauna etc. (LUGO & SNEDAKER, 1974).

Os nutrientes carregados por rios, marés, chuvas e escoamentos superficiais são distribuídos sobre o solo do Manguezal e daí retirados por processos físicos e biológicos, incorporando-se aos sedimentos e/ou sendo absorvidos por processos fisiológicos vegetais (AMADOR, 1997). Esses nutrientes são ciclados pela queda das folhas e ação herbívora. Em estudos experimentais, Heald & Odum (1971) calcularam para esse ecossistema uma produção de material seco (folhas) de $800 \text{ g.m}^{-2}.\text{ano}^{-1}$, sendo que deste total, menos de 5% foram consumidos diretamente pela herbivoria e menos de 2% armazenados como material vegetal parcialmente decomposto, denominado turfa. Dos mais de 90% restantes, metade foi consumida pelas bactérias, fungos e consumidores de detritos dos Manguezais e outra metade carregada para as águas rasas do litoral.

Segundo Neto & Silva (2011), o solo dos Manguezais são halomórficos, pouco desenvolvidos, com alto teor de material orgânico e sais provenientes do mar. São formados a partir de sedimentos flúvio-marinhos recentes combinados com detritos orgânicos, de natureza e granulometria variada, referidos ao período Holoceno. Tais sedimentos são decorrentes da deposição pelas águas dos rios quando se encontram com as águas do mar, em condição de baixa energia. De uma maneira geral, estes solos não apresentam diferenciação

de horizontes ao longo do perfil, exceto em áreas marginais, onde se verifica o desenvolvimento de um horizonte superficial com textura variável, desde argilosa até arenosa. Os mesmos autores mencionam ainda que esses solos precisam ser mais estudados em nível de Brasil, pois, quase não se tem informações técnicas disponíveis no acervo bibliográfico nacional.

2.4 Importância dos Manguezais

Os Manguezais se constituem como um dos mais produtivos ecossistemas do planeta, sendo responsáveis pela manutenção de uma vasta cadeia biológica, que se inicia na degradação das folhas por microrganismos decompositores, passa por diversos elos até atingir os peixes e mamíferos, como o ser humano (AMADOR, 1997). Este autor também menciona que a influência dos Manguezais, por sua vez, não se limita ao âmbito do seu local de ocorrência, influenciando áreas costeiras ou de mar aberto distante.

Araújo e Maciel (1979) atribuem aos Manguezais importante função básica de produtor e exportador de detritos fundamentais para a produtividade biológica dos ecossistemas locais. Sob o aspecto econômico, esse ecossistema atua como um elemento mantenedor de altas taxas de produtividade das águas estuarinas, visto que a ciclagem de nutrientes é o mecanismo responsável pela importação e compostos inorgânicos da região terrestre, sua transformação e consequentemente exportação de produtos orgânicos para o oceano.

Além das funções já citadas, Soares (1997) destaca diversas outras importâncias atribuídas aos Manguezais. Abaixo, segue a descrição de cada uma:

A) Fonte de detritos (matéria orgânica) para as águas costeiras adjacentes, constituindo a base de cadeias tróficas de espécies de importância econômica e/ou ecológica;

B) Área de abrigo, reprodução, desenvolvimento e alimentação de espécies marinhas, estuarinas, límnicas e terrestres;

C) Pontos de pouso (alimentação e repouso) para diversas espécies de aves migratórias;

D) Manutenção da diversidade biológica da região costeira;

E) Proteção da linha de costa, evitando erosão da mesma e assoreamento dos corpos d'água adjacentes;

F) Controlador de vazão e prevenção de inundações e proteção contra tempestades;

G) Absorção e imobilização de produtos químicos (por exemplo, metais pesados), filtro de poluentes e sedimentos, além de tratamento de esgotos em seus diferentes níveis;

H) Fonte de recreação e lazer, associado a seu alto valor cênico e;

I) Fonte de alimento e produtos diversos, associados à subsistência de comunidades tradicionais que vivem em áreas vizinhas aos Manguezais.

2.5 Degradação dos Manguezais Brasileiros e da Baía de Guanabara

Os Manguezais brasileiros sofrem com a degradação ambiental e o início desse impacto não foi recente. Desde o início da ocupação do Brasil pelos colonizadores, a área

costeira de nosso país sofreu com a falta de planejamento, tendo como consequência a destruição de boa parte dos recursos naturais, dentre eles, os Manguezais (AMADOR, 1992).

Na Baía de Guanabara não foi diferente; segundo Amador (1992), antes do ano de 1500, os Manguezais dessa região ocupavam uma área de aproximadamente 258 km², representando 5,62% da distribuição dos ecossistemas da baía. Esses ambientes se desdobravam desde o bairro carioca de Botafogo, no litoral ocidental, contornavam toda baía e se estendiam até a lagoa de Itaipu, litoral oriental, localizada na cidade de Niterói, sendo interrompidos em trechos de litoral, onde ocorriam costões rochosos e praias arenosas.

No ciclo da cana de açúcar (aproximadamente em 1700), a madeira desse ecossistema era cortada e utilizada como lenha e carvão no processo de produção de açúcar, sendo considerada a “madeira ideal” para a finalidade, uma vez que queimava lentamente e não deixava sedimentos de resina (DEAN, 1996). Já no ano de 1890, a madeira era utilizada como combustível doméstico, suprimindo cerca de 20% do consumo da cidade do Rio de Janeiro. Ainda no referido ano, houve a introdução de tijolos e telhas na construção de casas da cidade, o que aumentou consideravelmente a demanda por lenha dos Manguezais (DEAN, 1996).

Dean (1996) relata que para a construção de uma residência da época, utilizavam-se aproximadamente 30 mil tijolos, o que consumia cerca de 20 toneladas de lenha. À medida que a cidade do Rio de Janeiro foi crescendo, as investidas contra os Manguezais se intensificaram e, ao final do século XIX, aproximadamente metade das florestas de Manguezais da Baía de Guanabara já havia sido eliminada (DEAN, 1996; MILLER, 2003).

Os processos de ocupação dessa região levaram a uma quase extinção desse ecossistema que, muito tardiamente, foi reconhecido como de vital importância para a vida de baías e estuários, restando cerca de 60 km² de cobertura florestal de mangue no local (PIRES, 1992).

Ultimamente, os danos causados aos Manguezais continuam, sendo a expansão imobiliária os elementos que mais contribuem com as alterações desse ecossistema (MMA, 2010). E um dos reflexos da alteração é a retirada da vegetação desse ambiente, o que gera graves consequências. As principais, segundo Vasconcelos (2012), são:

- Enfraquecimento das margens, acelerando o processo de erosão costeira;
- Assoreamento do corpo aquático em função do maior carreamento de partículas das margens;
- Redução da diversidade de espécies;
- Aumento da exposição do solo lamacento ao sol, modificando drasticamente as características físicas e químicas.

2.6 Recuperação Ambiental de Manguezais Degradados

Em vista dos impactos causados, torna-se necessário adotar medidas de recuperação ambiental para os Manguezais e desenvolver tecnologias para o restabelecimento das suas funções ambientais. Mas para isso, a recuperação de uma área deve seguir os mesmos mecanismos da sucessão natural, o que garante seu sucesso em termos de sustentabilidade. É evidente, porém, que não se trata de reproduzir fielmente as etapas sucessionais, o que acarretaria inevitavelmente, um enorme período de tempo. Sendo assim, intervenções para a recuperação de áreas degradadas podem ser feitas com diferentes objetivos, iniciando sempre com uma avaliação das condições da área, para que se possam identificar as dificuldades e traçar estratégias (DUARTE & BUENO, 2006).

Vale lembrar também que as características intrínsecas de cada ambiente devem ser conhecidas a fundo, favorecendo assim, projetos de recuperação. Por exemplo, apesar de haver condições gerais que determinam a ocorrência dos Manguezais ao longo das regiões costeiras, esses ecossistemas podem apresentar dinâmicas ecológicas totalmente diferentes em distintas regiões, assim como distintas funções estruturais e funcionais (SOARES, 2003).

Sendo assim, pode-se descrever um modelo de “assinatura energética” (LUGO & SNEDAKER, 1974), em que um Manguezal possui seus processos e desenvolvimento estrutural, controlados por forças subsidiárias como energia solar, aporte de água doce e de nutrientes e energia das marés. Portanto, apesar de existirem fatores numa escala global, que regem a ocorrência de Manguezais em determinada região, os atributos estruturais e funcionais de cada Manguezal são regidos pela interação de fatores em escala regional (“assinatura energética”) e fatores em escala local (por exemplo, associados à frequência de inundação pelas marés) (SOARES, 2003).

As florestas nativas da maioria dos ecossistemas tropicais apresentam grande heterogeneidade florística, uma vez que ocupam diferentes ambientes. Já para Manguezais, em virtude da sua vegetação apresentar alto grau de especialização, sua diversidade de espécies arbóreas é extremamente baixa, quando comparada a outras florestas tropicais (SILVA, *et al.* 2005; KATHIRESAN & BINGHAM, 2001). Nos Manguezais do Brasil são encontrados indivíduos arbóreos divididos em três famílias botânicas (Rhizophoraceae, Lamiaceae, Combretaceae), quatro gêneros (*Avicennia*, *Conocarpus*, *Laguncularia* e *Rhizophora*) e sete espécies (*A. germinans*, *A. nitida*, *A. schaueriana*, *C. erectus*, *L. racemosa*, *R. mangle* e *R. racemosa*) (SCHAEFFER-NOVELLI *et al.*, 1990). Essas espécies apresentam uma série de adaptações morfológicas, fisiológicas e reprodutivas, que as permitem desenvolverem-se em condições estressantes, possuindo diferentes mecanismos adaptativos, como raízes aéreas e de sustentação, produção de propágulos, glândulas de sal nas folhas e estratégias de exclusão e compartimentalização de sais. (BERNINI, 2008; CUNHA-LIGNON, 2006).

Essa baixa diversidade facilita o processo de produção efetiva de mudas florestais do ecossistema Manguezal, uma vez que o viveiro produtor pode aplicar técnicas de manejo mais padronizadas, além da possibilidade de ser uma referência na disponibilidade de mudas tão exclusivas.

Entretanto, a produção de mudas de Manguezais é uma atividade que esbarra em diversas dificuldades, tais como: pouco conhecimento acerca do crescimento das mudas em viveiros; tecnologia de produção rudimentar e amadora; carência em estudos que abordam a produção de mudas de espécies desse ecossistema; desconhecimento acerca das práticas de beneficiamento dos propágulos. Apesar da carência de literatura científica, o que gera resultados não publicados, a realidade da produção de mudas é empírica, e os que a praticam, usualmente utilizam o próprio substrato do ecossistema, coletado o material em campo, transportado para o viveiro e acondicionados em recipientes de produção, tornando-se assim, uma atividade exaustiva e de pouco vulto.

Vale lembrar que o êxito na recuperação ambiental depende, em grande parte, da qualidade das mudas plantadas, que além de terem que resistir às condições adversas encontradas no campo após o plantio, deverão sobreviver e produzir árvores viáveis (GOMES *et al.*, 1991). É importante mencionar que o processo produtivo de mudas das essências florestais nativas deve ser embasado em parâmetros técnicos consistentes e bem planejados. Segundo Carneiro (1976), as mudas devem possuir excelente qualidade, resultando em produtos valorizados no mercado, sem problemas fitossanitários e que se estabeleçam eficientemente após o plantio. Segundo Silva (2003), a produção de mudas florestais, em qualidade e quantidade, é uma das fases mais importantes para o estabelecimento de bons povoamentos florestais.

Mas para iniciar a produção de mudas de Manguezais deve haver a oferta de propágulos. Por meio deles, pode-se dar início à produção de maneira sistemática e bem planejada, embora seja necessário conhecer a fundo as épocas de frutificação e brotação das espécies para que coletas de material reprodutivo sejam viabilizadas, ou seja, conhecer sua fenologia, que é o estudo de ocorrência de eventos biológicos repetitivos e das relações desses

eventos com os fatores bióticos e abióticos, a fim de descrever tendências fenológicas gerais ou particulares (FERNANDES, 1999).

2.7 Fenologia nos Manguezais

As épocas de ocorrência dos eventos fenológicos (floração, frutificação, brotação e senescência foliar) serão regidos de acordo com a sazonalidade climática a que as florestas estão sujeitas e determina em maior ou menor grau os ritmos fenológicos das plantas (PEÑUELAS & FILELA, 2001). Nas regiões temperadas, as estações do ano são bem definidas e a vegetação apresenta um sincronismo com a sazonalidade, sendo que as baixas temperaturas e a precipitação são os fatores mais importantes para o desenvolvimento das fenofases (MORELLATO *et al.*, 2000).

Em florestas tropicais, onde a sazonalidade não é tão pronunciada, caracterizando-se por altas temperaturas e precipitação durante todo o ano, algumas espécies apresentam sincronismo entre as fenofases, sendo que o fotoperíodo e a intensidade luminosa são as condições ambientais que mais influenciam os padrões fenológicos (VAN SCHAIK *et al.*, 1993).

Já para os Manguezais, por estarem localizados em regiões tropicais e subtropicais, apresentam pouca variação sazonal durante o ano. Os padrões fenológicos em Manguezais, além de sofrerem influência dos fatores climáticos, são também influenciados pela variação da salinidade da água do solo, disponibilidade hídrica e aeração do solo (FERNANDES, 1999; GWADA *et al.*, 2000).

Em Manguezais, as relações dos eventos fenológicos com os fatores abióticos e bióticos ainda são pouco elucidativas, especialmente para os Manguezais do Brasil. Em termos mundiais, destacam-se os estudos de Christensen & Wium-Andersen (1976), Gwada *et al.*, (2000), Wang'ondou *et al.*, (2010) e Upadhyay & Mishra (2010). Tais estudos descrevem a ocorrência das fases fenológicas, relacionando a fenologia com fatores climáticos locais. Para o Brasil, destacam-se os estudos de Fernandes (1999), sobre os Manguezais da região amazônica, Mehlig (2005) sobre a fenologia de *Rhizophora mangle*, no Pará e o trabalho de Lima (2010), que abordou o tema no Paraná.

Os padrões fenológicos das espécies arbóreas de mangue, assim como de outras florestas tropicais, são afetados diretamente pelas condições ambientais locais. Sendo assim, a documentação e o estudo da fenologia são de extrema importância para maior conhecimento, compreensão e detalhamento sobre a dinâmica dessas espécies nos Manguezais brasileiros.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Local de Estudo e Espécies Florestais

O foco deste estudo foi a porção leste da Baía de Guanabara (22° 41.964' S, 42° 58.480' W), local que abriga um dos mais extensos e contínuos redutos de Manguezais do estado do Rio de Janeiro pela presença da Área de Proteção Ambiental de Guapi-Mirim, Unidade de Conservação regida pelo Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio) (Figuras 3 e 4).



Figura 3: Baía de Guanabara. Em destaque, a área da APA de Guapi-Mirim, na porção leste. (Fonte: mapas.icmbio.gov.br/i3geo/icmbio/mapa. Acessado em 05/07/2013)



Figura 4: Destaque para as delimitações da APA de Guapi-Mirim. (Fonte: Google Earth. Acessado em 20/06/2013).

O clima da região da Baía de Guanabara é quente e úmido. A temperatura média anual atinge 24°C, ocorrendo temperaturas máximas que oscilam próximo a 40°C no verão. A precipitação gira em torno de 1 500 mm anuais. No inverno há tendência à ocorrência de uma estação seca, enquanto o verão se caracteriza por chuvas torrenciais (AMADOR, 1997).

Na área da APA de Guapi-Mirim ocorrem três espécies lenhosas típicas do ecossistema Manguezal: *Rhizophora mangle* L. (Rhizophoraceae) popularmente chamada de Mangue-vermelho, *Avicennia schaueriana* Stapf & Leachman (Lamiaceae) conhecida por Mangue-preto e *Laguncularia racemosa* (L.) Gaertn (Combretaceae), Mangue-branco.

3.2 Fenologia das Espécies Florestais

Na área da APA de Guapi-Mirim, 20 indivíduos das espécies *Rhizophora mangle*, *Avicennia schaueriana* e *Laguncularia racemosa* foram marcados com fita colorida, totalizando 60 indivíduos. O monitoramento dos eventos fenológicos nestas árvores foi realizado mensalmente, por volta do dia 25, tendo as atividades inicializadas em janeiro de 2013 e conduzidas até dezembro de 2014, totalizando 24 meses.

Os eventos fenológicos foram avaliados de acordo com o método de observação proposto por Fournier (1974). Quando necessário, com o auxílio de um binóculo, foram registradas as fenofases de floração (flores em botão e/ou antese), frutificação (frutos imaturos e/ou maduros) (Figuras 5, 6 e 7). Os padrões fenológicos de floração e frutificação foram observados buscando-se detectar variações na época de produção de órgãos reprodutivos durante o ano, bem como a intensidade da fenofase. Foi também utilizada a seguinte escala ordinal de observação geral dos padrões, por árvore: 0 = nenhum (flores, frutos etc.); 1 = até 25% da copa da árvore apresentando algum item; 2 = 50% da copa da árvore apresentando alguns dos itens; 3 = 75% de itens e 4 = 100% de itens.



Figura 4: Detalhe da flor de *A. schaueriana* (Imagem: Guilherme Rodrigues)



Figura 5: Detalhe do propágulo de *L. racemosa* (Imagem: Guilherme Rodrigues).



Figura 6: Detalhe das flores de *R. mangle* (Imagem: Guilherme Rodrigues).

Conforme mencionado anteriormente, a influência de fatores ambientais sobre os padrões fenológicos das espécies ainda são pouco elucidados. Dessa forma, dados climáticos foram obtidos mensalmente a partir dos registros de uma estação meteorológica, localizada na APA de Guapi-Mirim, a saber:

- Temperatura média mensal (°C);
- Temperatura máxima mensal (°C);
- Temperatura mínima mensal (°C);
- Umidade relativa média mensal (%);
- Radiação solar diária total (MJ/m²);
- Precipitação total mensal (mm);
- Nível da maré médio mensal(m).

Além dessas características, foram feitas avaliações da salinidade (%) da água, utilizando-se uma sonda modelo YSI Professional Plus (Figura 8).



Figura 7: Obtenção da salinidade em campo (Imagem: Guilherme Rodrigues).

Para correlacionar o efeito das variáveis ambientais às fenofases, foi utilizado um modelo estatístico multivariado (Análise de Correlação Canônica) que facilita o estudo de inter-relações entre um conjunto de múltiplas variáveis dependentes (fenofases) e múltiplas variáveis independentes (variáveis ambientais), uma vez que reduz a dimensionalidade dos dados multivariados, evidenciando as variáveis que mais explicam os padrões fenológicos das três espécies estudadas. O processamento foi realizado no programa SPSS 15.0, seguindo passos de análise de acordo com metodologia proposta por Costa (2014):

- Em um primeiro momento foi realizado o teste de significância da função canônica gerada, em que valores-p menores ou iguais a estes níveis, implicam na rejeição da hipótese nula de que a correlação entre os conjuntos canônicos é zero e implica que a função canônica é significativa;
- Foi calculado o Índice de Redundância – R^2 médio, que fornece uma estimativa do poder de explicação do modelo, ou seja, o quanto a variável estatística independente explica a variável estatística dependente;

- Foram calculados os Pesos Canônicos Brutos, que são os coeficientes das variáveis em cada variável estatística ao qual pertence a função canônica retida e o Peso Canônico Estrutural;
- Calcularam-se as Cargas Canônicas Estruturais, que medem a importância, em percentual de cada variável para o seu composto canônico;
- E por fim, as Cargas Cruzadas, que correlacionam cada variável dependente observada original com a variável canônica independente, e cada variável independente observada original com a variável canônica dependente, o que permitirá conhecer quais as correlações de variáveis são as mais intensas.

As variáveis foram divididas da seguinte maneira:

- Variáveis dependentes (Y) = Flor (Y_1) e Fruto (Y_2);
- Variáveis independentes (X)= São as variáveis ambientais, compostas por: Temperatura média mensal (X_1); Temperatura máxima mensal (X_2); Temperatura mínima mensal (X_3); Umidade relativa média mensal (X_4); Radiação solar diária total (X_5) Precipitação total mensal (X_6), Salinidade mensal (X_7) e Nível médio da maré mensal (X_8).

3.3 Produção de Mudas

Para dar início ao processo de produção de mudas foram coletados propágulos já dispersos das espécies *R. mangle* e *L. racemosa*. Em virtude do local de coleta ser bem preservado, não havendo estradas ou trilhas que conduzem ao interior da floresta, o acesso aos locais de coleta ocorreu via embarcação (Figuras 9 e 10).



Figura 8: Expedição de reconhecimento das áreas de estudo, no interior da APA de Guapi-Mirim, utilizando embarcação. (Imagem: Guilherme Rodrigues)



Figura 9: Aspecto geral da vegetação observada no interior da APA de Guapi-Mirim (Imagem: Guilherme Rodrigues).

Uma observação importante é que não foi possível realizar o experimento com a espécie *A. shaueriana* uma vez que houve a proliferação de fungo da espécie *Sclerotium rolfsii* Sacc em diversas tentativas de produção de mudas, inviabilizando a experimentação (Figuras 11 e 12). O patógeno é causador da “murcha do esclerócio”, doença de difícil controle que predomina em regiões de clima tropical e subtropical e ocasiona tombamento, podridão radicular e murcha em mais de 500 espécies de plantas cultivadas no mundo (AGRIOS, 2005; PUNJA, 1985). É o primeiro relato deste fungo como patógeno em mudas de *A. shaueriana*.



Figura 10: Detalhe do fungo *S. rolfsii* nos propágulos de *A. shaueriana* (Imagem: Guilherme Rodrigues).



Figura 11: Isolados de *S. rolfsii* em placa de petri (Imagem: Guilherme Rodrigues).

Após a coleta, os propágulos de *L. racemosa* e *R. mangle* foram levados para o Viveiro Florestal Luiz Fernando Oliveira Capellão, do Instituto de Florestas da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, onde foram semeados em recipientes do tipo sacolas plásticas (14 x 20 cm), utilizando um substrato típico de viveiros florestais composto pela

fração mineral argila, acrescida de esterco bovino e areia, na proporção volumétrica 4:4:1, respectivamente (Figuras 13 e 14).



Figura 12: Substrato utilizado no preenchimento das sacolas plásticas para a produção de mudas de mangue (Imagem: Guilherme Rodrigues).



Figura 13: Detalhe das mudas de *R. mangle* em produção no Viveiro Florestal. (Imagem: Guilherme Rodrigues).

Foram esquematizados dois experimentos, um para cada espécie, com o intuito de avaliar o potencial de crescimento das mudas frente à adubação com NaCl, sal encontrado em maior proporção em águas marinhas e o KCl, sal comumente utilizado na adubação em viveiros florestais. Ambos experimentos foram montados em delineamento inteiramente ao acaso, num fatorial de 2 x 5, sendo dois sais (cloreto de potássio - KCl e cloreto de sódio - NaCl) e cinco dosagens de sal em solução com água (0, 2, 4, 8 e 16 g de sal por litro de água). Em virtude da massa atômica entre os sais ser diferente (NaCl igual a 58,5g/mol e KCl igual a 74,55g/mol), cada 2 gramas de sal KCl aplicado corresponde a 2,67 g de NaCl. Dessa forma, as concentrações salinas de NaCl correspondem às seguintes aplicações: 0 g; 2,67 g; 5,34 g; 10,68 g e 21,36 g. Aplicou-se 10 ml de solução salina em cada muda com auxílio de uma seringa, semanalmente, a partir do momento em que as mudas tinham pelo menos um par de folhas. Os experimentos foram compostos por quatro repetições e oito plantas por parcela.

As concentrações foram assim chamadas no escopo do texto:

- Solução contendo 0 (zero) gramas de sal – *concentração zero*;
- Solução contendo 2 (dois) gramas de sal – *concentração 2*;
- Solução contendo 4 (quatro) gramas de sal – *concentração 4*;
- Solução contendo 8 (oito) gramas de sal – *concentração 8*;
- Solução contendo 16 (dezesesseis) gramas de sal – *concentração 16*.

O experimento com as mudas de *R.mangle* foi iniciado no mês de maio de 2013 e finalizado em dezembro do mesmo ano, totalizando um período experimental de 210 dias. Já para *L. racemosa* o estudo iniciou-se no mês de maio de 2014, perdurando até novembro do referido ano, totalizando 180 dias de experimentação. Ao final das experimentações foram mensurados os valores de *Diâmetro de Coleto* das mudas, com auxílio de um paquímetro digital e *Altura*, utilizando uma régua.

Os valores dos dados obtidos aos 180 e 210 dias foram submetidos à ANAVA ($p < 0,05$) para comparação do efeito dos sais e suas concentrações sobre o crescimento das mudas. Apesar de detectar se há existência ou não de diferenças entre as médias dos tratamentos, a análise não as identifica quando elas existem. Para isso, foi utilizado o teste complementar de comparação múltipla (Scott-Knott) baseado em análise de agrupamento univariada, que separa as médias dos tratamentos em grupos homogêneos ou verossimilhanes, pela minimização da variação dentro e maximização entre grupos (SCOTT-KNOTT, 1974).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Fenologia de *Laguncularia racemosa*, *Rhizophora mangle* e *Avicennia schaueriana*

Acerca do monitoramento dos eventos fenológicos realizados mensalmente, é possível verificar que a fenofase “flor” de *L. racemosa* (Mangue-branco) ocorreu durante oito meses do ano, com exceção dos meses de junho, julho, agosto e setembro, para os dois anos de monitoramento. O ápice da produção de flores ocorreu entre os meses de fevereiro e março nos dois anos de observação. Acerca da fenofase “fruto” as maiores produções ocorreram no mês de março de cada ano, sendo totalmente ausente de julho a outubro no ano de 2013 e nos meses de agosto e setembro em 2014 (Figura 15).

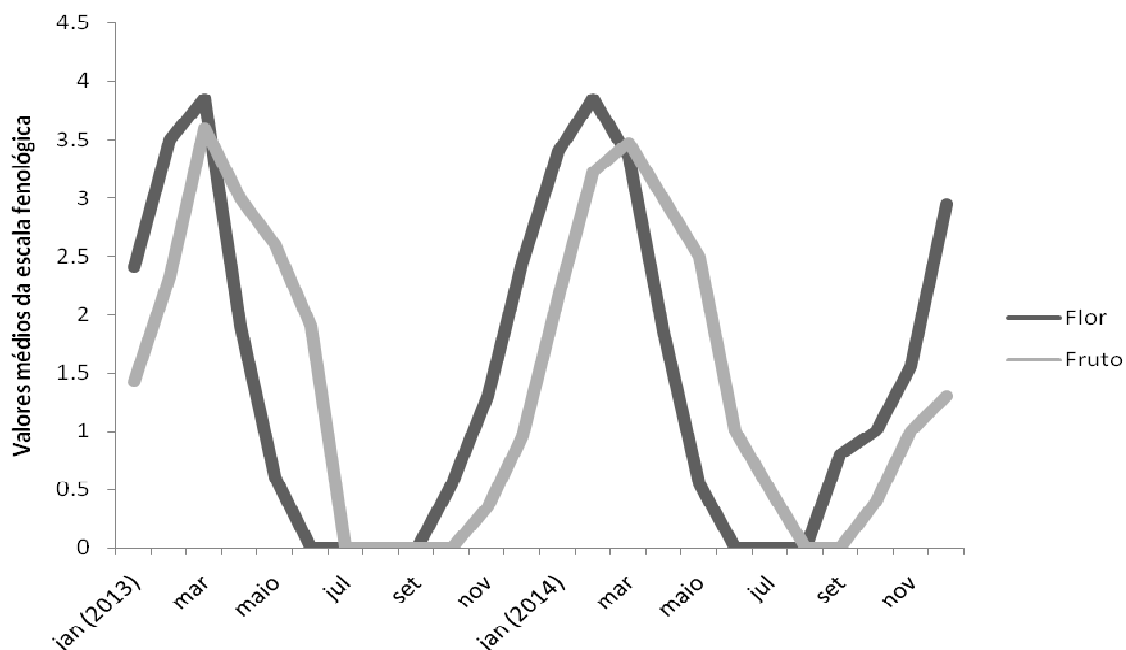


Figura 14: Fenofases ao longo de 24 meses para *L. racemosa*.

Pode-se notar, por meio da Figura 15, dois picos de destaque para as duas fenofases (fevereiro e março). Fernandes *et al.* (1999) registraram a mesma época de alta produção de flores e frutos para *L. racemosa* na região da península bragantina, Pará, embora a ausência de floração tenha ocorrido no mês de abril/1998, e os frutos tenham sido produzidos ininterruptamente, com valores mais baixos de junho a agosto/1998. Já Bastista (2003), em um estudo com produção de serrapilheira em um bosque de Manguezal, também no Pará, não encontrou material reprodutivo de *L. racemosa* nas cestas coletoras de serrapilheira durante quatro meses (de janeiro a abril/2002).

De acordo com este estudo, é possível verificar que a produção anual das fenofases apresentou flutuações, havendo um padrão de repetição: Produção crescente a partir de setembro para floração, atingindo seu ápice em fevereiro e março, declinando até a ausência de elementos no mês de junho. Já para a frutificação, o início da produção ocorre a partir de novembro, com picos em março e diminuição até a ausência, no mês de julho, épocas de menores temperaturas e pluviosidade na região, de acordo com dados da Estação Meteorológica da APA de Guapi-Mirim.

Com relação à espécie *Rhizophora mangle* (Mangue-vermelho), a fenofase “flor” ocorreu no ano de 2013 de maio a novembro, seguida de discontinuidade até maio de 2014. Neste ano o período de floração foi reduzido quando comparado com o ano anterior, perdurando até setembro (Figura 16).

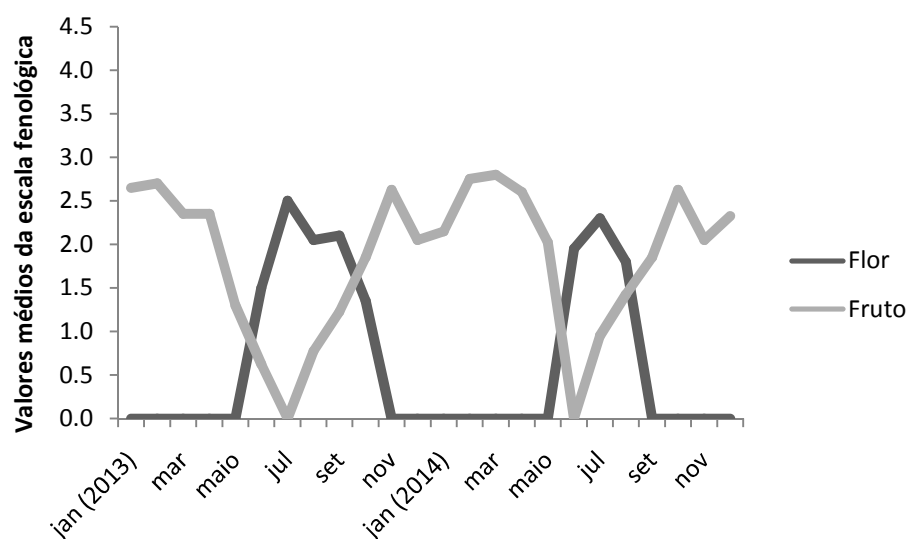


Figura 15: Fenofases ao longo de 24 meses para *R. mangle*.

Fernandes (1999) registrou períodos contínuos de floração para *R. mangle* com ápices nos meses de outubro e novembro no Pará. Da mesma forma, os frutos foram produzidos durante o ano havendo picos de produção de outubro a abril, época da estação chuvosa na região. Já Mehlig (2005), em um estudo com a mesma espécie, também no Pará, correlacionou eventos fenológicos às variáveis ambientais, associando a queda da produção de flores às baixas temperaturas.

Já para a espécie *A. schaueriana* (Mangue-preto) a fenofase “flor” ocorreu durante dez meses durante um ano, sendo que, no ano de 2013 não houve registros nos meses de março a abril, e no ano de 2014, ausência em abril e maio. A floração ocorre de forma crescente a partir de julho (2013), perdurando até maio do ano seguinte, sendo o pico no mês de outubro. Acerca dos frutos, a produção iniciou-se em agosto/2013, havendo um primeiro momento de destaque no mês de novembro e um segundo, menor, no mês de fevereiro, declinando até zero de produção em junho de 2014 (Figura 17).

Fernandes (1999) não observou a produção de flores nos meses de março a abril no Pará para *A. schaueriana*, bem como a de frutos no mês de junho, condição aproximada à deste estudo. Acerca da frutificação, o referido autor registrou a produção de frutos como contínua durante todo ano, sendo o pico de produção entre novembro e março, período similar ao deste estudo.

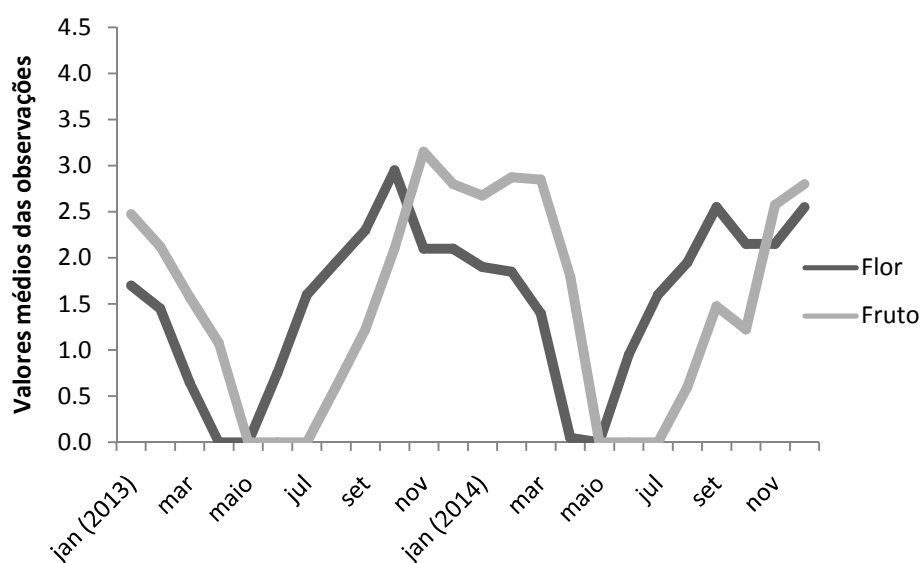


Figura 16: Fenofases ao longo de 24 meses para *A. schaueriana*.

Das três espécies estudadas, a fenofase de frutificação de *R. mangle* foi a de maior duração, perdurando aproximados 11 meses, sendo ausente apenas no mês de junho. O longo período de desenvolvimento e disponibilidade dos propágulos corrobora com os estudos de Duke *et al.* (1984) e Clough *et al.* (2000), que registraram produções contínuas de frutos nos Manguezais da Austrália e Vietnam, respectivamente.

Este estudo foi realizado na porção ainda preservada da Baía de Guanabara, local onde há variações acerca da precipitação ao longo do ano, variações em temperatura e flutuações da maré e salinidade, dentre outras (Figura 20). Desta forma é passível de entendimento que fatores abióticos tenham influência sobre os eventos fenológicos apresentados pelas plantas de mangue, conforme menciona Brooks & Bell (2005). Para as três espécies estudadas houve ao longo de um ano de observação a manifestação das duas fenofases estudadas, havendo flutuações de produção, como total ausência de determinado evento e/ou início de produtividade, atingindo picos, formando ciclos de produção.

Acerca da produção de frutos, o período entre os meses de novembro a maio compreende a época em que as três espécies estudadas produziram simultaneamente, havendo picos interespecíficos para *L. racemosa*, *R. mangle* e *A. schaueriana* no mês de fevereiro.

Em se tratando das épocas de produção de propágulos pelas plantas, o produtor de mudas pode se planejar para realizar a coleta de *L. racemosa* a partir do mês de setembro, embora a época de maiores coletas seja em março. Já para *R. mangle*, o produtor terá maior flexibilidade na época de coleta, uma vez que a produção é praticamente contínua durante o ano, entretanto recomenda-se que seja realizada entre os meses de fevereiro e março, época de maior produção. Finalmente, para *A. schaueriana*, a melhor época de coleta de propágulos é no mês de novembro, havendo também a possibilidade de coletas em grandes quantidades em fevereiro.

Fernandes *et al.* (1999) mencionam que no Pará, observando-se o período de transição entre as épocas secas e úmidas, houve correlação significativa entre o pico de

florescimento de *R. mangle* ocorrer no período de menor precipitação, enquanto que a maior produção de frutos ocorre significativamente na época chuvosa, muito embora não haja períodos se seca prolongada. O mesmo ocorreu no estudo de Mehlig (2005), em que a maior produção de propágulos de *R. mangle* ocorreu no período chuvoso.

Uma vez que os propágulos do mangue são dispersos pela água (maré), Fernandes (1999), menciona que é possível correlacionar que os picos de produção de flores e frutos ocorram nas épocas de maiores precipitações ou de marés mais elevadas. O mesmo autor também cita que os propágulos maduros dispersos na época seca foram predados por caranguejos e roedores, como cotias. Já Wium-Andersen & Christensen (1978) sugeriram que os padrões fenológicos das espécies de mangue são influenciados pelas variações de salinidade dos Manguezais de maneira geral, embora Mehlig (2005) mencione que a salinidade não proporcionou efeitos sobre a fenologia na ilha de Maracá (PA).

Para auxiliar na discussão acerca da relação entre os fatores bióticos sobre as fenofases das três espécies de mangue estudadas, a seguir encontram-se os resultados da correlação canônica entre os eventos fenológicos e as variáveis ambientais abióticas.

4.2 Análise de Correlação Canônica

4.2.1 Análise de correlação para *Laguncularia racemosa*

Das duas funções canônicas geradas, apenas a primeira se apresentou significativa, uma vez que seu valor-p é menor que 0,05 (Tabela 1). É importante mencionar que o valor de λ de Wilk foi baixo para função canônica 1, o que indica que as variações do grupo dependente composto pelas variáveis *flor* e *fruto* são pouco explicadas por fatores aleatórios ou erros de amostragem (COSTA, 2014). Além disso, a função canônica 1 é a que possui maior correlação linear entre as variáveis dependentes com o conjunto de variáveis ambientais abióticas (independentes) de 99,20%.

Tabela 1: Teste de Significância das Funções Canônicas

Funções Canônicas	λ de Wilk	Valor-p
1	0,001	0,001
2	0,104	0,087

O índice de redundância (R^2) médio foi de 0,545, mostrando que 54,5% da variação do grupo dependente pode ser explicado pelas variáveis independentes escolhidas. Como efeito de comparação, para a segunda função canônica o índice de redundância explica 14,5%. Para efeitos de praticidade foram relatadas apenas as Cargas Canônicas Cruzadas (Tabelas 2 e 3). Os Pesos Brutos, os Padronizados e as Cargas Canônicas (cargas estruturais), necessários para o cálculo das Cargas Canônicas encontram-se no Anexo 1. De acordo com os resultados, as variáveis *Temperatura média mensal* (X_1), *Temperatura máxima mensal* (X_2) e *Temperatura mínima mensal* (X_3) proporcionaram as maiores influências. Dessa forma, pode-se dizer que as variáveis ligadas à temperatura, de maneira geral, proporcionam os maiores domínios aos eventos fenológicos de *Laguncularia racemosa*, corroborando com o estudo realizado por

Agraz-Hernandez *et al.* (2011) e Alvarenga (2015), em que os períodos reprodutivos foram correlacionados às influências de temperaturas.

Tabela 2: Valores das Cargas Cruzadas (variáveis dependentes).

Variáveis Originais	Variáveis estatística canônicas independentes
X ₁	-0,947
X ₂	-0,901
X ₃	-0,932
X ₄	0,724
X ₅	-0,852
X ₆	-0,386
X ₇	0,233
X ₈	-0,544

Em que: Temperatura média mensal (X₁); Temperatura máxima mensal (X₂); Temperatura mínima mensal (X₃); Umidade relativa média mensal (X₄); Radiação solar diária total (X₅) Precipitação total mensal (X₆), Salinidade mensal (X₇) e Nível médio da maré mensal (X₈).

Tabela 3: Valores das Cargas Cruzadas (variáveis independentes).

Variáveis Originais	Variáveis estatística canônicas dependentes
Y ₁	-0,940
Y ₂	-0,323

Em que: Flor (Y₁) e Fruto (Y₂).

4.2.2 Análise de correlação para *Rhizophora mangle*

Acerca das funções canônicas geradas para a espécie *Rhizophora mangle*, a primeira se apresentou significativa, uma vez que seu valor-p foi de 0,034, menor que 0,05 (Tabela 4). Além disso, apresentou λ de Wilk baixo e seu poder de explicação de 92%. Já o índice de redundância (R²) médio mostrou que 73% da variação do grupo dependente pode ser explicado pelas variáveis independentes escolhidas.

Tabela 4: Teste de Significância das Funções Canônicas

Funções Canônicas	λ de Wilk	Valor-p
1	0,011	0,034
2	0,176	0,215

Assim como para *L. racemosa*, os valores das Cargas e Pesos estão presentes no Anexo 2. Já as Cargas Cruzadas (Tabelas 5 e 6) mostram que os eventos fenológicos de *Rhizophora mangle* foram mais influenciados pela variável Nível da Maré (X_8), revalidando o trabalho de Fernandes (1999) acerca das influências das marés. Isto pode estar relacionado à espécie *R. mangle* ser considerada como a mais adaptada aos solos encharcados, pouco estruturados e ricos em matéria orgânica (RODRIGUES, 1998)

Tabela 5: Valores das Cargas Cruzadas (variáveis dependentes).

Variáveis Originais	Variáveis estatística canônicas independentes
X_1	-0,341
X_2	-0,297
X_3	-0,392
X_4	-0,127
X_5	-0,151
X_6	-0,059
X_7	-0,119
X_8	-0,409

Em que: Temperatura média mensal (X_1); Temperatura máxima mensal (X_2); Temperatura mínima mensal (X_3); Umidade relativa média mensal (X_4); Radiação solar diária total (X_5) Precipitação total mensal (X_6), Salinidade mensal (X_7) e Nível médio da maré mensal (X_8).

Tabela 6: Valores das Cargas Cruzadas (variáveis independentes).

Variáveis Originais	Variáveis estatística canônicas dependentes
Y_1	0,642
Y_2	-0,266

Em que: Flor (Y_1) e Fruto (Y_2).

4.2.3 Análise de correlação para *Avicennia schaueriana*

Acerca das funções canônicas geradas para a espécie *Avicennia schaueriana*, a primeira se apresentou significativa (valor- $p=0,002$), apresentando também λ de Wilk baixo (Tabela 7). O poder de explicação de 99,40% e o Índice de Redundância (R^2) explicou 68,7% da variação do grupo dependente pelas variáveis independentes.

Tabela 7: Teste de Significância das Funções Canônicas

Funções Canônicas	λ de Wilk	Valor-p
1	0,001	0,002
2	0,168	0,199

Para essa espécie, valores das Cargas e Pesos estão presentes no Anexo 3. Já as Cargas Cruzadas –Tabelas 8 e 9 mostram que os eventos fenológicos de *Avicennia schaueriana* foram mais influenciados pela variável Salinidade (X_7), concordando com os pressupostos de Wium-Andersen & Christensen (1978).

Tabela 8: Valores das Cargas Cruzadas (variáveis dependentes).

Variáveis Originais	Variáveis estatística canônicas independentes
X ₁	0,562
X ₂	0,470
X ₃	0,537
X ₄	-0,686
X ₅	0,429
X ₆	0,457
X ₇	-0,785
X ₈	0,007

Em que: Temperatura média mensal (X₁); Temperatura máxima mensal (X₂); Temperatura mínima mensal (X₃); Umidade relativa média mensal (X₄); Radiação solar diária total (X₅) Precipitação total mensal (X₆), Salinidade mensal (X₇) e Nível médio da maré mensal (X₈).

Tabela 9:Valores das Cargas Cruzadas (variáveis independentes).

Variáveis Originais	Variáveis estatística canônicas dependentes
Y ₁	0,748
Y ₂	0,902

Em que: Flor (Y₁) e Fruto (Y₂).

4.3 Produção de Mudanças

4.3.1 Mudanças de *Laguncularia racemosa*

Com relação ao processo de produção de mudas, a análise da variância dos dados obtidos para a espécie *Laguncularia racemosa* mostra que para ambas variáveis (*diâmetro* e *altura*) não houve interações significativas entre os tipos de sais e suas concentrações. No entanto, tanto o tipo de sal, quanto as concentrações se mostraram significativamente diferentes (Tabela 10).

Tabela 10: Resumo da análise de variância para o diâmetro do coleto e altura da parte aérea de mudas de *Laguncularia racemosa*, aos 180 dias após o plantio em sacos plásticos de 14 x 20 cm, em função do tipo e concentração de sal utilizado na adubação de cobertura ao longo do processo de produção.

Fonte de variação	Graus de Liberdade	Quadrado Médio (Diâmetro)	Quadrado Médio (Altura)
Tipo de sal (S)	1	8,1812*	512,7276*
Concentração (C)	4	1,0683*	149,4755*
S x C	4	0,5554 ^{ns}	15,2350 ^{ns}
Erro	30	0,2991	9,5989
Total	39	-	-
CV (%)	-	10,14	10,54
Média Geral	-	5,39 mm	29,39 cm

* significativo e ^{ns} não significativo, a 5% de probabilidade pelo teste F.

De acordo com os resultados, é possível verificar que o sal influenciou significativamente tanto no diâmetro, quanto na altura das mudas. A utilização de NaCl possibilitou às mudas alcançarem diâmetros de 5,85 mm, em comparação às mudas que foram adubadas com KCl (4,94 mm). Já, com relação à altura, mudas de *Laguncularia racemosa* que receberam adubação com NaCl apresentaram em média, altura de 32,97 cm, em comparação às mudas com 25,81 cm quando estas foram adubadas com KCl. Desta forma, é possível verificar que, de maneira geral, mudas de *Laguncularia racemosa* crescem mais quando se utiliza NaCl como sal nas adubações de cobertura, mostrando que talvez o sódio (Na) possa ser considerado um nutriente para esta espécie, em substituição ao potássio (K). Werner (1999) menciona que o sódio poderia ser considerado um elemento essencial no desenvolvimento das plantas de Manguezal.

Em relação à análise das concentrações dos sais NaCl e KCl sobre o diâmetro e a altura das mudas de *Laguncularia racemosa*, é possível verificar que para o diâmetro do coleto o teste de Scott-Knott revelou a formação do grupo não-significante em incrementos (A), composto unicamente pelo tratamento sem utilização de sal na produção das mudas (0 g de sal nas soluções de adubação), enquanto houve a formação de um segundo grupo (B), formado por todas as demais concentrações, que proporcionaram incrementos em *diâmetro* iguais entre si (Figura 18). Acerca do incremento em diâmetro, que a *concentração 2* foi a responsável por proporcionar as maiores médias no crescimento dessa variável. Mais uma vez, fica claro a importância da aplicação de KCl ou NaCl para o processo de produção de mudas de *Laguncularia racemosa*.

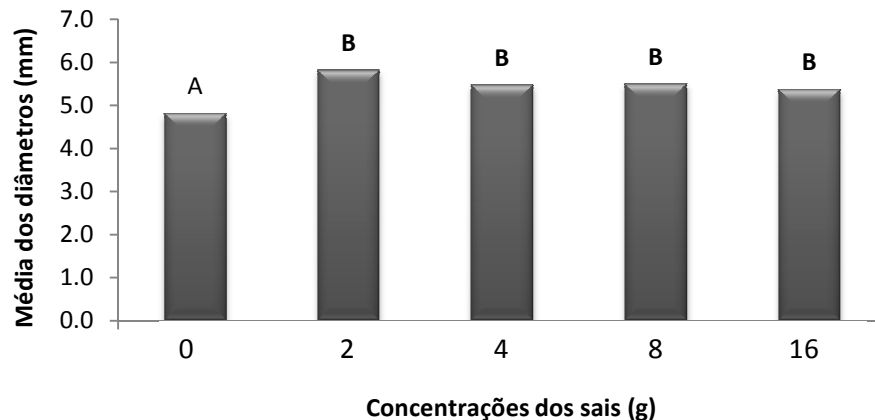


Figura 17: Média do diâmetro do coleto em mudas de *L. racemosa*, aos 180 dias após o plantio em sacos plásticos de 14 x 20 cm, em função das doses de sais utilizadas na adubação de cobertura. Médias seguidas pela mesma letra não apresentam diferenças significativas a 5% de probabilidade pelo teste de Scott-Knott.

Já para a variável *altura*, observa-se que o comportamento foi similar à variável *diâmetro*, em que o grupo não-significante foi representado pelo tratamento sem sal (A), enquanto as demais concentrações proporcionaram incrementos, independente da concentração (B) (Figura 19).

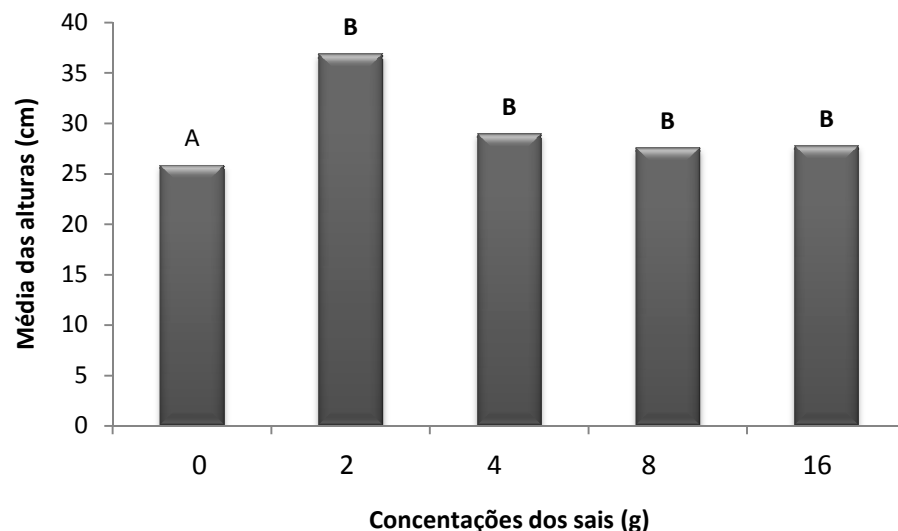


Figura 19: Média da altura em mudas de *L. racemosa*, aos 180 dias após o plantio em sacos plásticos de 14 x 20 cm, em função das doses de sais utilizadas na adubação de cobertura. Médias seguidas pela mesma letra, não apresentam diferenças significativas a 5% de probabilidade pelo teste de Scott-Knott.

A salinidade do ambiente marinho deve-se em maior parte ao cloreto de sódio (NaCl) dissolvido na água, que corresponde a 86% do total e é considerado o principal fator abiótico

ao qual a vegetação de mangue está sujeita (PARIDA, 2010). Esta vegetação é classificada como halófito, pois cresce e se reproduz na presença de sal (PARIDA, 2010), embora haja distintas estratégias fisiológicas adaptativas, que são empregadas pela vegetação adaptada a esse ambiente, tais como: eliminação do sal ou diluição e impedimento de entrada (LARCHER, 2006).

Segundo Tomlinson (1986) para o gênero *Laguncularia*, a excreção de sal ocorre por meio de glândulas, enquanto que para o gênero *Rhizophora* a excreção ocorre por meio de realocação do sal para as folhas mais velhas, que são eliminadas, o que diminui o excesso de sal, além da que ocorre nas membranas das células das raízes (WERNER, 1990; STEINKE, 1999). Outra estratégia é o aumento da suculência foliar, efeito que ocorre no gênero *Bruguiera*, diminuindo assim concentrações demasiadamente elevadas, uma vez que o aumento do volume do vacúolo permite a diluição dos íons solúveis (HAGEMEYER, 1997; PASCOALINI *et al.*, 2014).

Além das estratégias citadas, alguns autores mencionam que a redução no crescimento (diminuição da altura, biomassa e produção de folhas) pode ser um mecanismo de resistência à salinidade (MEDINA, 2010; PASCOALINI *et al.*, 2014;). Este pode ser o caso de *L. racemosa* neste estudo, uma vez que houve maior crescimento sob concentrações de sal mais baixas (concentração 2), mas à medida que a concentração de sais na solução de adubação aumentou, o incremento em altura reduziu (Figura 20).

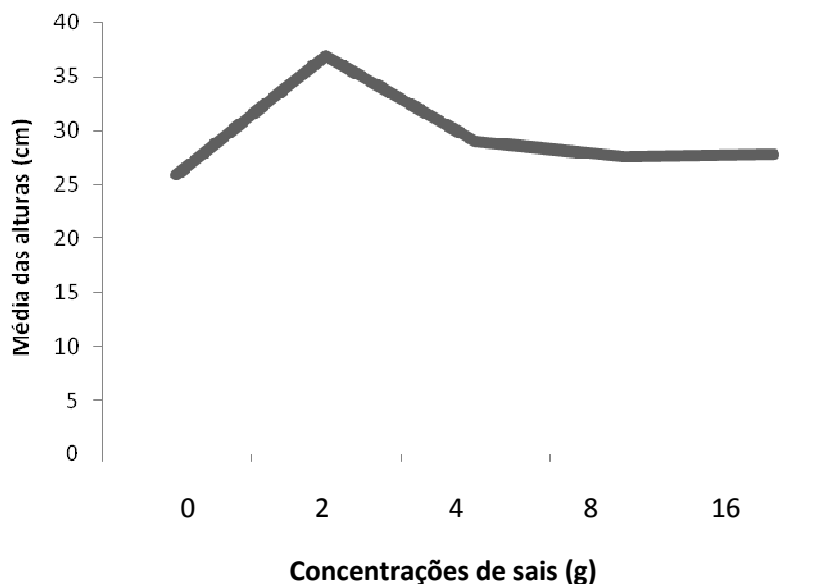


Figura 20: Altura da parte aérea de mudas de *L. racemosa*, aos 180 dias após o plantio em sacos plásticos de 14 x 20 cm, em função das doses de sais utilizadas na adubação de cobertura.

Tomlinson (1986), menciona que os Manguezais diminuem o potencial hídrico de seus tecidos em relação ao sedimento, permitindo a absorção de água. Mesmo crescendo em

ambientes sujeitos à flutuação da maré, a elevada salinidade dificulta a absorção de água pelas plantas; e para manter a absorção há necessidade de restringir a perda de água por meio de adaptações morfológicas (espessamento foliar) e fisiológicas, por exemplo, a eficiência no uso da água (potenciais baixos) (KRAUSS *et al.*, 2008). Esta melhor eficiência do potencial hídrico, atrelada ao gasto energético de excreção/ diluição do sal promove redução nas taxas de assimilação de carbono (BALL, 1988).

Pascoalini *et al.* (2014) relatam que quanto maior o teor de sal em determinado sítio no Manguezal, menor é a produtividade, acarretando alterações em sua estrutura, efeito perceptível na produção de mudas da espécie *L. racemosa* neste trabalho. Em bosques de mangues já estabelecidos em ambientes hipersalinos, Lugo & Snedaker (1974) registraram baixas taxas de assimilação de carbono, gerando bosques descritos como “anões”.

4.3.2 Mudanças de *Rizophora mangle*

Para *Rhizophora mangle*, a análise da variância para a variável *diâmetro* mostrou que não houve diferenciação estatística entre os sais KCl e NaCl, entretanto houve diferenciação significativa para as concentrações (p-valor <0,05) (Tabela 11). Em contrapartida, para a altura da parte aérea, verificou-se que houve interação, assim como o efeito dos fatores isoladamente foram significativos.

Tabela 11: Resumo da análise de variância para o diâmetro do coleto e altura da parte aérea de mudas de *Rhizophora mangle*, aos 210 dias após o plantio em sacos plásticos de 14 x 20 cm, em função do tipo e concentração de sal utilizado na adubação de cobertura ao longo do processo de produção.

Fonte de variação	Graus de Liberdade	Quadrado Médio (Diâmetro)	Quadrado Médio (Altura)
Tipo de sal (S)	1	0,4389 ^{ns}	66,5382*
Concentração (C)	4	2,1774*	77,6383*
S x C	4	0,2054 ^{ns}	14,2186*
Erro	30	0,1221	4,4687
Total	39	-	-
CV (%)	-	3,90	4,61
Média Geral	-	8,96 mm	45,88 cm

* - significativo e ^{ns} - não significativo, a 5% de probabilidade pelo teste F.

Para o diâmetro do coleto de mudas de *Rhizophora mangle* verifica-se que a maior concentração utilizada propiciou mudas mais espessas (grupo B) (Figura 21).

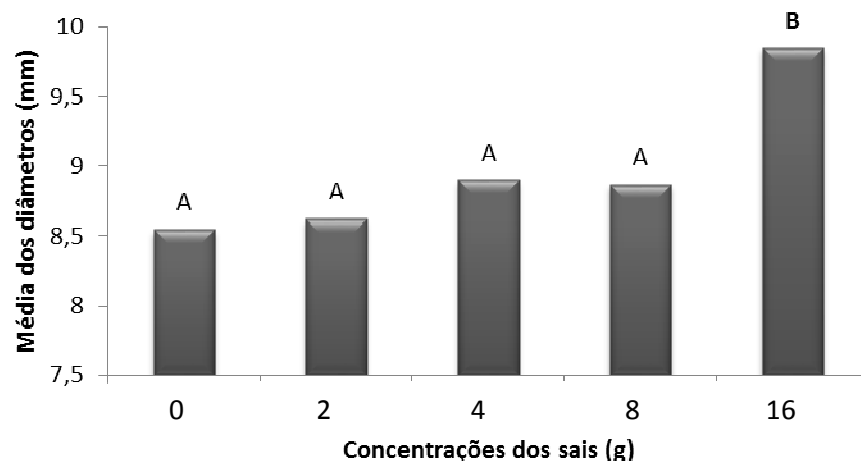


Figura 21: Média do diâmetro do coleto em mudas de *Rhizophora mangle*, aos 210 dias após o plantio em sacos plásticos de 14 x 20 cm, em função das doses de sais utilizadas na adubação de cobertura. Médias seguidas pela mesma letra não apresentam diferenças significativas a 5% de probabilidade pelo teste de Scott-Knott.

Com relação à altura da parte aérea, para o NaCl, as concentrações 4, 8 e 16 apresentam mudas com maior altura em relação às concentrações 0 e 2. Já para as mudas adubadas com KCl, apenas a concentração 16 se destacou das demais (Figura 23). Acerca do potencial de crescimento há uma tendência crescente da altura com o aumento das doses de adubações de cobertura (Figura 24).

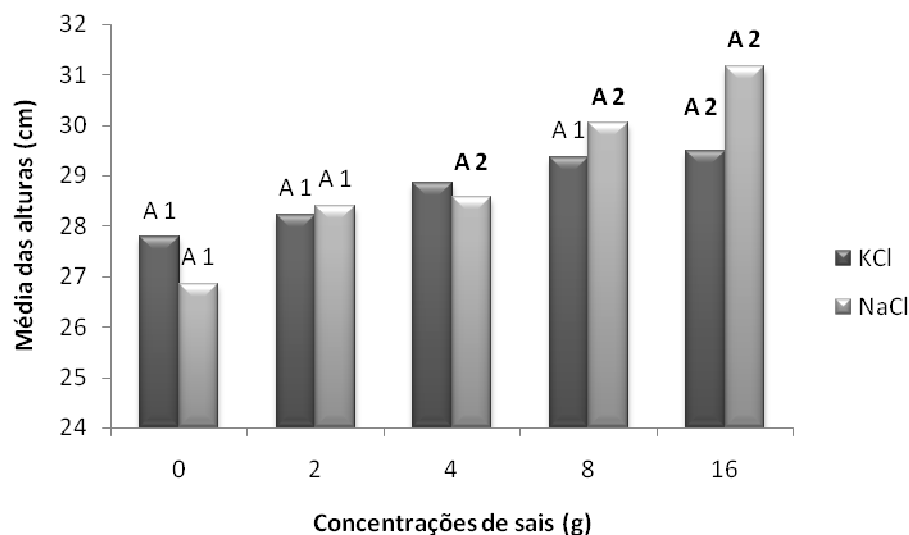


Figura 18: Média da altura da parte aérea em mudas de *R. mangle*, aos 210 dias após o plantio em sacos plásticos de 14 x 20 cm, em função das doses de KCl e NaCl utilizadas na adubação de cobertura. Médias seguidas pela mesma letra não apresentam diferenças significativas a 5% de probabilidade pelo teste de Scott-Knott.

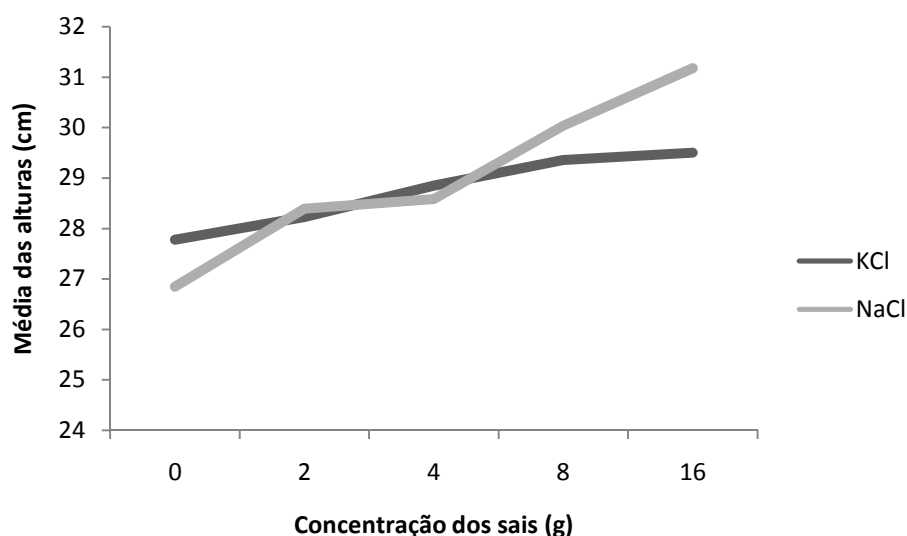


Figura 19: Altura da parte aérea de mudas de *R. mangle*, aos 210 dias após o plantio em sacos plásticos de 14 x 20 cm, em função das doses de sais NaCl e KCl utilizadas na adubação de cobertura.

Se for analisado de forma geral o tipo de sal e as características de crescimento avaliadas, a *concentração 16* de NaCl foi a que proporcionou maiores incrementos para as mudas de *R. mangle*.

De acordo com Jeffrey & Izquierdo (1989), os efeitos imediatos da salinidade sobre as espécies vegetais não adaptadas podem ser resumidos em seca fisiológica, provocada pela redução no potencial osmótico, pelo desbalanço nutricional, considerando a elevada concentração iônica, a inibição, pelo sódio, da absorção de outros cátions e o efeito tóxico de íons sódio e cloro. Entretanto, em virtude dos Manguezais serem ambientes onde geralmente há flutuabilidade de salinidade, algumas espécies toleram salinidades mais elevadas que outras (BALL, 1998).

Em estudos realizados com espécies do gênero *Rhizophora* (*R. mucronata*) verificou-se que as mudas responderam à alta salinidade, aumentando a sua densidade de vasos para facilitar o transporte maior e melhor de água em ambientes hipersalinos (SCHMITZ *et al.*, 2006; AZIZ & KHAN, 2001). Schmitz (2006) mostrou que mudas de *R. mucronata* tiveram ótimo crescimento em solução salina com NaCl a 17 g sal/L, enquanto outra pesquisa realizada por Werner (1990) constatou que as mudas da mesma espécie obtiveram crescimento ótimo à concentração salina com NaCl a 26 g sal/ L. Portanto, o intervalo de tolerância específica do gênero *Rhizophora* à salinidade não foi totalmente compreendido WERNER (1999). Já para *R. apiculata* e *R. stylosa* Ball *et al.* (1997) registraram crescimento ótimo em solução salina (NaCl) a 15 g sal/L. Os autores registraram que concentrações salinas maiores que 15 g sal/ L levaram a uma redução das médias de incremento em altura, biomassa e produção de folhas, podendo esses resultados serem interpretados como investimentos em mecanismos de tolerância à salinidade (NAIDOO, 2011; SUAREZ & MEDINA, 2005). Esse resultado não foi o observado neste estudo, uma vez que o aumento das concentrações fez com que todas as mudas tivessem incrementos crescentes e significativos. Em todo caso, a utilização de sais favoreceu significativamente o crescimento das mudas, uma vez que as

plantas controle obtiveram médias inferiores, quando comparadas com as mudas que receberam alguma concentração de sal, havendo assim, um efeito benéfico.

5 CONCLUSÃO

- Este estudo comprovou que os eventos fenológicos de *Laguncularia racemosa* são fortemente correlacionados às variáveis ligadas a temperatura. Já para *A. schaueriana*, a salinidade proporcionou as maiores influências; e finalmente para *R. mangle*, a flutuação do nível da maré atua correlacionada aos eventos observados.

- Com relação à produção de mudas da espécie *Laguncularia racemosa* (Mangue-branco), o uso de sais, tanto o KCl, quanto NaCl favoreceu o desenvolvimento das mudas produzidas, embora a adubação sódica tenha proporcionado mudas maiores ao fim do processo de produção. De acordo com os resultados apresentados para esta espécie, recomenda-se uma adubação com NaCl a uma concentração de 2 gramas por litro de água, aplicando 10 ml desta solução semanalmente. Já para a produção de *Rhizophora mangle* (Mangue-vermelho) é recomendada a adubação sódica com concentrações de 16 g de NaCl por litro de água, aplicando 10 ml semanalmente.

6 RECOMENDAÇÕES DE PESQUISA

Em consequência da proliferação de fungos nas mudas de *Avicennia schaueriana*, recomenda-se realizar experimentos de controle químico, por meio de fungicidas, objetivando a produção de mudas sadias.

Em virtude da espécie *R. mangle* apresentar uma tendência à continuidade de crescimento com o aumento das concentrações salinas, recomenda-se utilizar concentrações maiores que 16 g/L para que seja conhecido o crescimento potencial dessa espécie, bem como seu grau de tolerância aos sais.

Outra recomendação é ampliar as observações fenológicas e as coletas das variáveis ambientais no local de estudo para além dos 24 meses de observações realizadas neste estudo, o que permitirá ampliar os conhecimentos e contribuir com a comunidade científica acerca dos efeitos ambientais sobre a fenologia das espécies de mangue.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ADAIME, R. R. **Estrutura, produção e transporte em um manguezal**. Academia de Ciências do Estado de São Paulo, Simpósio sobre Ecossistemas da Costa Sul e Sudeste Brasileira, São Paulo, 1(54):80-99, 1987.
- Agraz-Hernández, C. M., C., García-Zaragoza, S., Iriarte-Vivar, F. J., Flores-Verdugo & P. M., Casasola. Forest structure, productivity and species phenology of mangroves in the La Mancha lagoon in the Atlantic coast of Mexico. **Wetlands Ecology and Management** 19: 273–293, 2011.
- AGRIOS, G. N. **Plant Pathology**. 5. ed. San Diego: Elsevier. 922p. 2005
- ALVARENGA, A.M.S.B. Dinâmica de crescimento das espécies arbóreas de um manguezal no sul do Brasil. Curitiba. UFPR. Dissertação, 94 p., 2015.
- AMADOR, E.S. **Baía de Guanabara e Ecossistemas Periféricos: Homem e Natureza**. 539 p. 1997.
- ANDRADE, V. C. & SHULER, C. A. B. **A vegetação do manguezal do Canal de Santa Cruz**. Recife, 2000. (Folheto didático – UFRPE), 2000.
- ARAÚJO, D.S.D. & MACIEL, N.C. **Os Manguezais do recôncavo da Baía de Guanabara**. Cadernos FEEMA, Serie Técnica 10. 113p., 1979.
- AZIZ, I. & KHAN, M.A. **Experimental assessment of salinity tolerance of *Ceriopstagal* seedlings and saplings from the Indus Delta, Pakistan**. *Aquat. Bot.*, 70: 259-268. 2001.
- M, C, BALL, M, J, COCHRANE & H, M, RAWSON **Growth and water use of the mangroves *Rhizophora apiculata* and *R. stylosa* in response to salinity and humidity under ambient and elevated concentrations of atmospheric CO₂**. Plant, Cell and Environment. Vol.20, 1158-1166, 1997.
- BALL, M.C. **Ecophysiology of mangroves**. Trees, New York, Vol. 2. P. 129 – 142. 1988.
- BATISTA, B. S. **Produção de serapilheira de um sob um gradiente de inundação e salinidade na península bragantina**. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Federal do Pará – Campus de Bragança. 36 p., 2003.
- BERNINI, E. **Estruturada cobertura vegetal e produção de serapilheira da floresta de mangue do estuário do rio Paraíba do Sul, estado do Rio de Janeiro, Brasil**. Tese de Doutorado, Universidade Estadual do Norte Fluminense, Campos dos Goytacazes, 2008.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente, Conselho Nacional do Meio Ambiente, CONAMA. **Resolução CONAMA 357**, de 17 de março de 2005. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br>> Acessado em: 20.out.2013
- BROOKS, R.A. & BELL, S.S. **A multivariate study of mangrove morphology (*Rhizophora mangle*) using both above and below-water plant architecture**. Estuarine, Coastal and Shelf Science Vol. 65P. 440- 448, 2005.

CARNEIRO, J.G.A. **Determinação do padrão de qualidade de Pinus taeda para plantio definitivo.** Dissertação de Mestrado. UFPR, 1976.

CHRISTENSEN, B. & WIUM-ANDERSEN, S. **Seasonal growth of mangrove trees in Southern Thailand.I. The phenology of *Rhizophora apiculata*** Bl.Aquatic Botany3:281-286. 1977.

Clough, B.F., 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.**Aquat. Bot. 66 (4), 311–320, 2000.

COSTA,G.G.O. **Análise Multivariada Light.**Editora Ciência Modera, 2014.

CUNHA-LIGNON, M. **Variação espaço-temporal de bosques de mangue.** In: Anaisdo III Simpósio Regional de Geoprocessamento e Sensoriamento Remoto, Aracajú. http://www.cpatc.embrapa.br/labgeo/srgsr3/artigos_pdf/Palestra/002_p.pdf, 2006.

DEAN, W. **A Ferro e Fogo: A história da devastação da Mata Atlântica brasileira.** Companhia das letras. 484p. 1996.

DUARTE, R.M.R & BUENO, M.S.G. **Fundamentos ecológicos aplicados à RAD para matas ciliares do interior paulista.**São Paulo: Instituto de Botânica, 2006.

Duke, N. C., J. S. Bunt & Williams, W. T. **Observations on the floral and vegetative phenologies of North-eastern Australian mangroves.** Aust. J. Bot. 32: 87–99, 1984

FERNANDES, M.E.B. **Phenological patterns of *Rhizophora* L., *Avicennia* L. and *Laguncularia* Gaertn. F.** In :Amazonian mangrove swamps. Boletim do Laboratório de Hidrobiologia 413:53-62,1999.

FONSECA, S. M. & DRUMMOND, J.A.**The reforestation of mangrove swamps and this value in atmospheric carbon sequestration.**Tese.História, Ciências, Saúde – Manguinhos, Rio de Janeiro. Vol. 10 (3) 1071-1081. 2003.

FOURNIER, L.A. **Un método cuantitativo para lamedición de características fenológicas enárboles.**Turrialba24:422-423. 1974

GOMES, J. M. *et al.* **Parâmetros morfológicos na avaliação da qualidade de mudas De *Eucalyptus grandis*.** Revista Árvore, v. 26, n. 6, p. 655-664, 2002.

GWADA, P.; MAKOTO, T. & UEZU, Y. **Leaf phonological traits in the mangrove *Kandelia candel* (L.)Druce.**AquaticBotany68:1-14. 2000.

HAGEMEYER, J. Salt In: PRASAD,M.N.V. (ed.) **Plant ecophysiology.** New York: Wiley, p. 173-206,1997.

HEALD, E.J. & ODUM, W.E. **Contribution of mangrove swamps to Florida fisheries.** Gulf Caribbean.Vol. 22.87-93., 1971.

JEFFREY, W. D.; IZQUIERDO, J. **Fisiología del potencial Del rendimiento y La tolerância al estrés**. Santiago: FAO, 1989. 91 p.

KATHIRESAN, K. & BINGHAM, B.L. 2001.**Biology of mangroves and mangrove ecosystems**.Advances in Marine Biology40:81-251.

KRAUSS, K.W; LOVELOCK, C.E.; MCKEE, K.L.; LÓPEZ-HOFFMAN, L; EWE, S.M.L.; SOUZA, W.P. **Environmental drivers in mangrove establishment and early development: A review**.Aquaticbotany. Amsterdam.Vol. 89, p. 105 – 127, 2008.

LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. São Carlos. 531 p. Rima, 2006

LIMA,C.S.**Morfologia foliar e fenologia do componente arbóreo de Manguezais das baías de guaratuba e antonina, Paraná, Brasil**. Dissertação. UFPR, 2010.

LOPES, E.C; ARAÚJO, E.C; COSTA, R.S; DAHER, R.F.; FERNANDES, M.E.B.**Crescimento de mudas de mangue sob diferentes níveis de sombreamento na península de Ajuruteua, Bragança, Pará**.ActaAmazônica. VOL. 43(3) 2013: 291 – 296, 2012.

LUGO, A.E & SNEDAKER, S.C. **The ecology of mangroves**. 1974.

MARTINS, S.V. **Recuperação de Matas Ciliares**.Viçosa, MG. 255p. 2007.

MEDINA, E; CUEVAS, E; LUGO, A. **Nutrient relations of dwaft *Rhizophora mangle* L. on peat in eastern Puerto Rico**.PlantEcology. New York. Vol 207, p 13-24, 2010.

MMA – Ministério do Meio Ambiente. Gerência de Biodiversidade Aquática e Recursos Pesqueiros.**Panorama da conservação dos Ecossistemas Costeiros e Marinhos no Brasil**. Brasília. 148p. 2010.

MEHLIG, U. **Phenology of the red mangrove, *Rhizophora mangle* L., in the Caeté Estuary, Pará, equatorial Brazil**.AquaticBotany84:158-164., 2005.

MENEZES, G.V. **Recuperação de Manguezais: Um estudo de caso da Baixada Santista, Estado de São Paulo, Brasil**. Tese de doutorado.USP, 1999.

MILLER, S.W. **Stilt-root subsistence.Colonial mangroves and Brazil's landless poor**.Hispanic American HistoricalReview83:223-253, 2003.

NAIDOO, G; HIRALAL,O; NAILDO, Y. **Hypersalinity effects on leaf ultrastructure and physiology in the mangrove *Avicennia marina***.Flora. Philadelphia. Vol 206, p.814-820, 2011.

NETO,M.B.O& SILVA, M.S.L. **Solos Indiscriminados de Manguezais**. AGEITEC – Agência EMBRAPA de Informação Tecnológica. EMBRAPA, 2011.

MORELLATO, L.P.C.; ROMERA, E.C.; TALORA, D.C.; TAKAHASHI, A.; BENCKE, C.C. & ZIPPARRO, V.B. **Phenology of Atlantic Rain Forest trees: a comparative study**.Biotropica32:811-823. 2000.

PALLUDO, D & KLONOWSKI, V.S. Barra de Mamanguape – PB. **Um estudo do uso da madeira de manguezal pela população extrativista e da possibilidade de reflorestamento e manejo dos recursos madeireiros.** Conselho nacional da Biosfera da Mata Atlântica. MMA. Caderno nº 16- Série Recuperação. 1999.

PARAGUASSU, L.A.A. & SILVA, M.N. **Caracterização fitossociológica do manguezal do Porto de Sauípe, Entre Rios, Bahia.** Diálogos e Ciência. Ano V, vol. 12. 2007.

PARIDA, A.K., JHA, B. **Salt tolerance mechanisms in mangroves: A review.** Trees. New York V.24 p 1999- 277, 2010.

PASCOALINI, S.S.; LOPES, D.M.S.; FALQUETO, A.R.; TOGNELLA, M.M.P. **Abordagem ecofisiológica dos manguezais.** Uma Revisão Biotemas. Vol 27 (3), 2014.

PEÑUELAS, J. & FILELLA, I. **Perspectives: Phenology, Responses to a warming world.** Science 294:793-795. 2001.

PIRES, I.O. **Monitoramento de manguezais da APA de Guapi-Mirim, RJ, através de correlação de dados da fitomassa e de radiância do TM/ LANDSAT.** Tese de Doutorado Universidade de São Paulo. São Paulo, 149 p., 1992.

PUNJA, Z. K. The biology, ecology, and control of *Sclerotium rolfsii*. **Annual Review of Phytopathology**, v.23, p.97-127, 1985

RODRIGUES M.G.. **Análise do status de conservação das unidades de paisagens no complexo estuarino-lagunar de Iguape-Cananéia- Garaqueçaba.** USP. 1998.

SANTOS, A.V.L.; VILAÇA, J.V.; MONTEIRO, B.H. **Produção de mudas de Mangue-vermelho (*Rizophora mangle*) e Mangue-branco (*Laguncularia racemosa*) na tentativa de conservação dos Manguezais em comunidades carentes do litoral norte do estado de Pernambuco.** Cartilha Ambiental (UFRPE). 2009.

SCHAEFFER- NOVELLI, Y. **O papel ecológico e socioeconômico dos Manguezais.** In: A zona costeira do Ceará. Diagnósticos para a gestão integrada. Fortaleza: AQUASSIS, p 46-47, 2003.

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

SCHAEFFER-NOVELLI, Y.; CINTRÓN, G. & ADAIME, R.R **Variability of mangrove ecosystems along the Brazilian coast.** Estuaries 13:204-218. 1990.

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

SCHMITZ, N; VERHEYDEN, A; BEECKMAN, H; KAIRO, J. G.; KOEDAM, N. **Influence of salinity gradient on vessel characters of the mangrove species *Rhizophora mucronata*.** Annals of Botany, Oxford, Vol. 98 p. 1321-1330, 2006.

- SCOTT, A.; KNOTT, M. **Cluster-analysis method for grouping means in analysis of variance**. Biometrics, Washington D.C., v.30, n.3, p.507-512, 1974.
- SILVA, M.A.B.; BERNINI, E. & CARMO, T.M.C. **Características estruturais de bosques de mangue do estuário do rio São Mateus, ES, Brasil**. Acta Botânica Brasílica 19: 465-471, 2005
- SILVA, M. R. **Efeitos do manejo hídrico e da aplicação de potássio na qualidade de mudas de *Eucalyptus grandis* W. (Hill ex. Maiden)**. 100 p. Tese (Doutorado em Agronomia - Irrigação e Drenagem) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2003.
- SOARES, M.L.G. **Estudo da biomassa aérea de Manguezais do sudeste do Brasil - Análise de modelos**. Tese de Doutorado. Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo. 1997.
- SOARES, M.L.G., CHAVES, F.O., CORRÊA, F.M. & SILVA-JUNIOR, C.M.G. **Diversidade estrutural dos 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. Vol. 26, 2003.
- SPALDING, M.; KAINUMA, M.; COLLINS, L. **World atlas of mangroves**. UNEP-WCMC, Cambridge, 336 pp., 2010
- STEINKE, T. **Mangroves in South America estuaries**. In: ALLASON, B.R.; BAIRD, D (ed.) Estuaries of South America. Cambridge University Press. P 119-140. 1999.
- SUAREZ, N. & MEDINA, E.. **Salinity effect on plant growth and leaf demography of the mangrove, *Avicennia germinans* L. Trees Structure Function**, 19: 722-728, 2005.
- SUGIYAMA, M. **A flora do manguezal**. In: SCHAEFFER- NOVELLI, Y (ed.). Manguezal: Ecossistema entre a Terra e o Mar. Caribbean Ecological Research, São Paulo, p 17-21, 1995.
- TOMLINSON, P.B. **The botany of mangroves**. Cambridge University Press, 419 p. 1986
- UPADHYAY, V.P. & MISHRA, P.K. **Phenology of mangroves tree species on Orissa coast, India**. Tropical ecology 51:289-295., 2010.
- VASCONCELOS, F.R.T. **Recuperação de Manguezais**. Rio de Janeiro. Ed. Interciência. 92p. 2012.
- VAN SCHAIK, C.P.; TERBORGH, J.W. & WRIGTH, S.J. **The phenology of tropical forests: adaptive significance and consequences for primary consumers**. Annual Review of Ecology and Systematics 24:353-377. 1993.
- WANG'ONDU, V.W.; KAIRO, J.G.; KINYAMARIO, J.I.; MWAURA, F.B.; BOSIRE, J.O.; DAHDOUN-GUEBAS, F. & KOEDAM, N. **Phenology of *Avicennia marina* (Forsk.) Vierh. In a Disjunctly-zoned Mangrove Stand in Kenya**. Western Indian Ocean Journal of Marine Science 9:135-144., 2010.

WERNER, A.& STELZER. R; **Physiological responses of the mangrove *Rhizophora mangle* grown in the absence and presence of NaCl.** Plant, Cell and Environment. Vol 13, p 243-255, 1990.

WIUM-ANDERSEN, S. **Growth of mangrove trees in southern Thailand.** III: Seasonal Phenology of *Rhizophora apiculata* Lamk. And *Scyphiphorahy drophyllacea* Gaertn. Aquat. Bot. 10, 371–376, 1981.

ANEXOS

ANEXO 1

Valores para função canônica de *Laguncularia racemosa*

- **Pesos Brutos da Função Canônica Retida**

Variáveis Originais	Função Canônica 1
Y_1	-0,565
Y_2	0,220
X_1	2,515
X_2	-1,077
X_3	-1,458
X_4	0,529
X_5	0,215
X_6	-0,003
X_7	-0,011
X_8	-4,773

Em que: Flor (Y_1); Fruto (Y_2); Temperatura média mensal (X_1); Temperatura máxima mensal (X_2); Temperatura mínima mensal (X_3); Umidade relativa média mensal (X_4); Radiação solar diária total (X_5); Precipitação total mensal (X_6), Salinidade mensal (X_7) e Nível médio da maré mensal (X_8).

- **Pesos Padronizados da Função Canônica Retida**

Variáveis Originais	Função Canônica 1
Y_1	-1,206
Y_2	0,424
X_1	7,294
X_2	-3,554
X_3	-4,085
X_4	1,841
X_5	1,074
X_6	-0,170
X_7	-,0005
X_8	0,755

Em que: Flor (Y_1); Fruto (Y_2); Temperatura média mensal (X_1); Temperatura máxima mensal (X_2); Temperatura mínima mensal (X_3); Umidade relativa média mensal (X_4); Radiação solar diária total (X_5) Precipitação total mensal (X_6), Salinidade mensal (X_7) e Nível médio da maré mensal (X_8).

- **Cargas Estruturais**

Variáveis Originais	Função Canônica 1
Y_1	-0,943
Y_2	-0,324
X_1	-0,950
X_2	-0,904
X_3	-0,936
X_4	0,726
X_5	-0,855
X_6	-0,388
X_7	0,234
X_8	-0,526

Em que: Flor (Y_1); Fruto (Y_2); Temperatura média mensal (X_1); Temperatura máxima mensal (X_2); Temperatura mínima mensal (X_3); Umidade relativa média mensal (X_4); Radiação solar diária total (X_5) Precipitação total mensal (X_6), Salinidade mensal (X_7) e Nível médio da maré mensal (X_8).

ANEXO 2

Valores para função canônica de *Rhizophora mangle*

- Pesos Brutos da Função Canônica Retida

Variáveis Originais	Função Canônica 1
Y_1	2,448
Y_2	2,084
X_1	-1,277
X_2	-11,474
X_3	5,434
X_4	-1,511
X_5	-,535
X_6	-0,013
X_7	-0,804
X_8	11,723

Em que: Flor (Y_1); Fruto (Y_2); Temperatura média mensal (X_1); Temperatura máxima mensal (X_2); Temperatura mínima mensal (X_3); Umidade relativa média mensal (X_4); Radiação solar diária total (X_5) Precipitação total mensal (X_6), Salinidade mensal (X_7) e Nível médio da maré mensal (X_8).

- **Pesos Padronizados da Função Canônica Retida**

Variáveis Originais	Função Canônica 1
Y_1	2,209
Y_2	1,713
X_1	-33,284
X_2	15,867
X_3	15,237
X_4	-5,260
X_5	-2,766
X_6	0,730
X_7	-0,404
X_8	1,805

Em que: Flor (Y_1); Fruto (Y_2); Temperatura média mensal (X_1); Temperatura máxima mensal (X_2); Temperatura mínima mensal (X_3); Umidade relativa média mensal (X_4); Radiação solar diária total (X_5) Precipitação total mensal (X_6), Salinidade mensal (X_7) e Nível médio da maré mensal (X_8).

- **Cargas Estruturais**

Variáveis Originais	Função Canônica 1
Y_1	0,667
Y_2	-0,276
X_1	-0,354
X_2	-0,309
X_3	-0,408
X_4	-0,132
X_5	-0,157
X_6	-0,061
X_7	-0,124
X_8	-0,445

Em que: Flor (Y_1); Fruto (Y_2); Temperatura média mensal (X_1); Temperatura máxima mensal (X_2); Temperatura mínima mensal (X_3); Umidade relativa média mensal (X_4); Radiação solar diária total (X_5) Precipitação total mensal (X_6), Salinidade mensal (X_7) e Nível médio da maré mensal (X_8).

ANEXO 3

Valores para função canônica de *Avicennia schaueriana*

- Pesos Brutos da Função Canônica Retida

Variáveis Originais	Função Canônica 1
Y_1	-0,448
Y_2	-0,416
X_1	-1,779
X_2	1,081
X_3	0,736
X_4	-0,008
X_5	-0,003
X_6	0,764
X_7	0,203
X_8	-2,361

Em que: Flor (Y_1); Fruto (Y_2); Temperatura média mensal (X_1); Temperatura máxima mensal (X_2); Temperatura mínima mensal (X_3); Umidade relativa média mensal (X_4); Radiação solar diária total (X_5) Precipitação total mensal (X_6), Salinidade mensal (X_7) e Nível médio da maré mensal (X_8).

- **Pesos Padronizados da Função Canônica Retida**

Variáveis Originais	Função Canônica 1
Y_1	-0,448
Y_2	-0,392
X_1	-5,160
X_2	3,567
X_3	2,062
X_4	-0,150
X_5	-0,384
X_6	0,707
X_7	-0,189
X_8	-0,416

Em que: Flor (Y_1); Fruto (Y_2); Temperatura média mensal (X_1); Temperatura máxima mensal (X_2); Temperatura mínima mensal (X_3); Umidade relativa média mensal (X_4); Radiação solar diária total (X_5) Precipitação total mensal (X_6), Salinidade mensal (X_7) e Nível médio da maré mensal (X_8).

- **Cargas Estruturais**

Variáveis Originais	Função Canônica 1
Y_1	-0,914
Y_2	-0,797
X_1	-0,584
X_2	-0,492
X_3	-0,559
X_4	-0,456
X_5	-0,437
X_6	-0,781
X_7	-0,712
X_8	-0,014

Em que: Flor (Y_1); Fruto (Y_2); Temperatura média mensal (X_1); Temperatura máxima mensal (X_2); Temperatura mínima mensal (X_3); Umidade relativa média mensal (X_4); Radiação solar diária total (X_5) Precipitação total mensal (X_6), Salinidade mensal (X_7) e Nível médio da maré mensal (X_8).