

Replanteio de mudas de espécies arbóreas de mangue em florestas desmatadas na península de Ajuruteua, Bragança-Pará

O objetivo da presente pesquisa foi associar a sobrevivência e o crescimento de mudas de espécies arbóreas *Avicennia germinans* (L.) Stearn, *Rhizophora mangle* L. e *Laguncularia racemosa* (L.) Gaertn. F. com as características químicas e físicas do solo, em áreas desflorestadas de manguezal. O experimento foi instalado na comunidade de Tamatateua, município de Bragança-Pará. As mudas utilizadas na área experimental foram retiradas de um viveiro localizado em área adjacente ao experimento. O delineamento adotado foi o de blocos casualizados com 3 tratamentos (3 espécies) e 6 repetições. Cada parcela experimental foi constituída de 20 mudas, espaçadas de 1,0 m entre plantas e 1,0 m entre linhas. Totalizando 360 mudas, sendo 120 por bloco. Os dados foram analisados pelo programa PRIMER v6. Nas variáveis abióticas foram aplicados à Análise dos Componentes Principais (PCA) e a relação entre os dados bióticos e abióticos foi estabelecida utilizando o procedimento BIOENV que calculou o coeficiente de correlação de Spearman. Os resultados demonstraram que em função da localização dos blocos, as condições físico-químicas do solo contribuíram positivamente para o crescimento das mudas das espécies *R. mangle*, *A. germinans*, *L. racemosa*, mas na presente pesquisa ficou evidente que a ação conjunta dos parâmetros físicos e químicos do ambiente é complexa para uma conclusão mais precisa à cerca da sobrevivência e desenvolvimento das mudas de dessas espécies, pois um fator pode agir sinérgica ou antagonicamente com outros fatores.

Palavras-chave: Mudas; Solo; Nutrientes; Manguezal.

Replenishment of mangrove seedlings on deforested forests in the peninsula of Ajuruteua, Bragança-Pará

The objective of the present research was to associate the survival and growth of tree seedlings *Rhizophora mangle* L., *Avicennia germinans* (L.) Stearn and *Laguncularia racemosa* (L.) Gaertn. F. with the chemical and physical characteristics of the soil, in deforested areas of mangrove. The experiment was installed in the community of Tamatateua, in the municipality of Bragança-Pará. The seedlings used in the experimental area were taken from a nursery located in an area adjacent to the experiment. The design was randomized blocks with 3 treatments (3 species) and 6 replicates. Each experimental plot consisted of 20 seedlings, spaced 1.0 m between plants and 1.0 m between rows. Totalizing 360 seedlings, being 120 per block. The data were analyzed by the program PRIMER v6. The abiotic variables were applied to Principal Component Analysis (PCA) and the relationship between biotic and abiotic data was established using the BIOENV procedure that calculated the Spearman correlation coefficient. The results showed that, due to the location of the blocks, soil physicochemical conditions contributed positively to the growth of *R. mangle*, *A. germinans*, *L. racemosa*, but in the present research it was evident that the joint action of the physical and chemical parameters of the environment is complex to a more precise conclusion about the survival and development of the seedlings of these species, since one factor can act synergistically or antagonistically with other factors.

Keywords: Seedlings; Soil; Nutrients; Mangrove.

Topic: **Agroecologia**

Reviewed anonymously in the process of blind peer.

Received: **05/10/2016**

Approved: **10/01/2017**

Lidiane Ferreira Gomes

Universidade Federal do Pará, Brasil.

<http://lattes.cnpq.br/4200842409480801>

lidianeloyola@hotmail.com

Erneida Coelho de Araujo

Universidade Federal do Pará, Brasil.

<http://lattes.cnpq.br/6971929506671334>

erneida@ufpa.br

João Emilio Alves da Costa

Universidade Federal do Pará, Brasil.

<http://lattes.cnpq.br/8429229662749608>

joao.costa@braganca.ufpa.br

Cesar França Braga

Universidade Federal Rural da Amazônia, Brasil.

<http://lattes.cnpq.br/9737925434032833>

c_fbraga@yahoo.com.br

Marcus Emanuel Barroncas Fernandes

Universidade Federal do Pará, Brasil.

<http://lattes.cnpq.br/8943067124521530>

mefb@ufpa.br



DOI: 10.6008/SPC2179-6858.2017.002.0001

Referencing this:

GOMES, L. F.; ARAUJO, E. C.; COSTA, J. E. A.; BRAGA, C. F.; FERNANDES, M. E. B.. Replanteio de mudas de espécies arbóreas de mangue em florestas desmatadas na península de Ajuruteua, Bragança-Pará. *Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais*, v.8, n.2, p.6-19, 2017. DOI: <http://doi.org/10.6008/SPC2179-6858.2017.002.0001>

INTRODUÇÃO

O manguezal é um ecossistema costeiro de transição entre os ambientes terrestres e marinho, característicos de regiões tropicais e subtropicais e sujeito ao regime das marés. Ocorre em regiões costeiras abrigadas como estuários, baías e lagunas; e apresenta condições propícias para alimentação, proteção e reprodução de muitas espécies animais; é considerado um importante transformador de nutrientes em matéria orgânica e gerador de bens e serviços (SCHAEFFER-NOVELLI, 1995). Apresenta seu máximo desenvolvimento estrutural em regiões tropicais e subtropicais onde a temperatura média mensal é superior a 20° C, a amplitude térmica anual é inferior a 5° C, com alta amplitude de maré e precipitação pluvial anual acima de 1.500 mm. ano⁻¹. Esses fatores abióticos estão diretamente relacionados à biodiversidade desse ecossistema (TOMLINSON, 1986).

O Brasil apresenta a segunda maior área de manguezais do mundo com 13.400 Km², atrás apenas da Indonésia (42.550 Km²) (SPALDING et al.,1997). No litoral Brasileiro, a área de manguezal ocupa uma linha de costa de aproximadamente 6.800 km, constituindo-se na maior área de manguezal contínuo do mundo, ocupa uma extensão que vai desde o rio Oiapoque na divisa do Amapá, com a Guina Francesa (04°30'N), até à praia do sonho, em Santa Catarina (28°53'S) (SCHEFFER-NOVELLI,1989).

No Pará, os manguezais formam uma faixa quase contínua de 300 km de extensão, com uma área total de 2.176,78 km² sendo que o nordeste do Pará abriga uma das maiores áreas de manguezais do mundo (SOUZA-FILHO, 2005). O município de Bragança-PA compreende uma área de manguezal de, aproximadamente, 120 km², porém os desmatamentos dessas áreas vêm aumentando consideravelmente, facilitado pela PA-458 que liga o centro urbano de Bragança à praia de Ajuruteua e que atravessa os manguezais (FERNANDES et al., 2007).

As florestas de mangue crescem sobre solos caracterizados por grande variabilidade na sua composição granulométrica despertando interesse de pesquisadores sobre a relação dessa vegetação com as propriedades físico-químicas do solo onde está estabelecida (UKPONG, 1994).

Esse ecossistema apresenta grande variabilidade quanto ao seu estágio de desenvolvimento estrutural, que parece ser controlado por concentração de nutrientes, amplitude e frequência das inundações de marés, índices pluviométricos e intensidade de evaporação (CINTRÓN & SCHAEFFER-NOVELLI, 1983). Lança nutrientes no estuário, de solo lamoso e pobre em oxigênio que sofre variações de salinidade, sendo o principal agente natural fixador de gás carbônico atmosférico, contribuindo para a redução do efeito estufa, podendo ser também um importante indicador biológico da elevação do nível do mar (SCHAEFFER-NOVELLI, 1989). Além disso, possui importância socioeconômica por beneficiar direta e indiretamente a produtividade pesqueira a partir da obtenção de peixes, camarões, caranguejos e ostras pelas populações que dele dependem e pela função de retenção de sedimentos trazidos pelas águas das chuvas e rios, minimizando o assoreamento dos canais de navegações (VANNUCCI, 2002).

Alguns trabalhos foram realizados no manguezal da península de Ajuruteua como Abreu (2007), Lopes (2013), Tsuji (2010), mas com a associação entre vegetação-solo são poucos estudos, destaca-se, por exemplo, uma pesquisa realizada nos bosques de mangue do furo Grande, Bragança-PA por Silva (2004).

Acrescenta-se ainda que sejam poucos os trabalhos com replanteio de mudas de espécies arbóreas de mangue disponíveis na literatura. Assim diante da importância do ecossistema manguezal, o objetivo do referido estudo foi avaliar e associar a sobrevivência e o crescimento de mudas de espécies arbóreas *Avicennia germinans* (L.) Stearn, *Rhizophora mangle* L. e *Laguncularia racemosa* (L.) Gaertn. F. nas áreas impactadas de manguezal com as características químicas e físicas do solo.

REVISÃO TEÓRICA

Composições florística

As florestas de mangue apresentam baixa diversidade florística se comparadas às florestas tropicais terrestres, isto porque o ambiente onde ocorrem oferece condições peculiares, como alta salinidade da água intersticial, baixa concentração de oxigênio do substrato lamoso e regime de inundações diárias, que permite apenas o desenvolvimento de espécies com adaptações específicas ao meio (TOMLINSON, 1986; SALES et al., 2009).

No Brasil, a literatura indica a ocorrência de seis espécies típicas e muitas outras espécies associadas ao manguezal. Segundo Tomlinson (1986) as seis espécies típicas são: *A. germinans*, *A. schaueriana* - nome vulgar: mangue preto, siriúba ou siribeira; *R. mangle*, *R. racemosa* e *R. harrisonii* - nome vulgar: mangue vermelho ou mangueiro e *L. racemosa* - nome vulgar: mangue branco ou tinteiro. Algumas espécies associadas podem ser citadas, como *C. erectus*, *A. aureum*, *Sesuvium portulacastrum* L., dentre outras.

Na península de Ajuruteua, a dominância é também representada por essas espécies e a ocorrência das mesmas está relacionada com a topografia que por sua vez determina a salinidade (LARA & COHEN, 2003). Todas as espécies arbóreas dos manguezais possuem dispersão pela água e apresenta uma característica distinta da maioria das espécies, elas produzem uma estrutura de propagação alongada conhecida como propágulo (HOGARTH, 1999).

Degradações dos Manguezais

Os manguezais são ambientes de imenso valor ecológico e ambiental, a legislação brasileira os considera como áreas de preservação permanente conforme delibera o Código Florestal, segundo a Lei Federal nº 4.771/65, e Reserva Ecológica desde a Resolução CONAMA nº 004/85 (CONAMA, 1985). 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.

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 (FERNANDES, 2010). No passado, a extensão dos manguezais era muito mais ampla; atualmente diminuiu sensivelmente, graças à ocupação antrópica com construções de portos, moradias, balneários e rodovias costeiras, que avançou sobre áreas de manguezal através da instalação de aterros e outras obras de terraplenagem (HYPOLITO et al., 2004).

Os efeitos sobre o ambiente costeiros se dão através de erosão e sedimentação, eutrofização e mudanças nas cadeias alimentares e na estrutura de comunidades (LACERDA, 2002).

Ao longo da península de Ajuruteua, existem manguezais que têm sido utilizados tradicionalmente pelos moradores locais para produção de lenha, construção civil, medicamento, sendo que a maior parte da degradação tem sido causada pelo comércio ilegal de madeira para olarias (GLASER, 2003).

Ressalta-se que a mais acentuada degradação do manguezal da península de Ajuruteua foi à construção da Rodovia Estadual PA-458 que liga a cidade de Bragança à vila de Ajuruteua, no ano de 1974, que degradou, aproximadamente, uma área de 240 km² às margens da estrada. Nessa área degradada houve o desaparecimento de várias espécies animais como caranguejo Uçá (*Ucides cordatus* L.) e vegetais, sendo considerada a maior degradação sobre florestas de mangue ao longo da costa Amazônica brasileira (FERNANDES et al., 2007). Portanto, apesar da ampla discussão sobre gerenciamento, conservação e uso sustentado de regiões costeiras no Brasil, pouco tem sido feito para recuperar áreas degradadas através do reflorestamento.

Restaurações de manguezal no mundo e no Brasil

Em diferentes países do mundo, iniciaram-se testes para verificar a viabilidade da recuperação do manguezal, como: EUA, Índia, Filipinas, Malásia e Porto Rico, entre outros que buscaram identificar o potencial do emprego de determinadas espécies e avaliar diferentes técnicas de produção de mudas e propágulos, épocas e formas de plantio e práticas culturais (EYSINK, 2000). O autor descreve ainda, o sucesso da recuperação de áreas de manguezal em muitos países, por exemplo, na Austrália, foram plantadas 48.000 mudas de *Avicennia marina* e de *Aegiceras corniculatum* para estabilizar e recuperar o Manguezal da baía de Brisbane, após 4 anos, 80% das plantas floresceram e frutificaram.

Os primeiros trabalhos sobre recuperação de manguezais no Brasil começaram no início dos anos 90, nos estados da Bahia, Rio de Janeiro e São Paulo com pesquisas ligadas à educação ambiental e conservação de manguezais com participação da comunidade (MENEZES et al., 2005). A Universidade Federal do Pará (UFPA) e a Agência de Cooperação internacional do Japão (JICA) programaram um projeto de cooperação técnica na região da RESEX Mar Caeté - Taperaçu de 2005 a 2008, intitulado "Restauração dos Manguezais Degradados em Bragança- REDEMA" (TSUJI, 2010). Este projeto realizou atividades socioambientais com a participação das comunidades ribeirinhas da península de Ajuruteua e desenvolveu técnicas de replantios, replantando mais de 60.000 sementes e mudas de espécies de manguezal (FERNANDES et al., 2008).

O desenvolvimento de técnicas para recomposição de ecossistemas degradados de manguezais, como as tecnologias de produção de mudas nativas, envolve a identificação botânica das espécies, métodos de colheita, beneficiamento e armazenamento e germinação de sementes, embalagens, substrato e manejo das mudas. Essas técnicas são utilizadas apesar da pouca informação científica existente sobre o assunto (ZAMITH et al., 2004).

Tsuji (2010) ressalta que as técnicas de replantio devem ser desenvolvidas em conjunto com outras atividades, como: recrutamento e crescimento de plântulas os quais têm sido importantes para o melhor entendimento da dinâmica de regeneração das florestas de mangue.

METODOLOGIA

Caracterizações da área de implantação do experimento

O experimento de replantio das mudas das espécies arbóreas foi conduzido de fevereiro de 2011 a fevereiro de 2012, na comunidade de Tamatateua ($0^{\circ} 57'12,5''S$ e $46^{\circ} 47'02,4''W$), na península de Ajuruteua, a 15 km do município de Bragança, Estado do Pará.

A área escolhida para pesquisa possui uma parte de manguezal desprovida de cobertura vegetal, em decorrência de invasões pela urbanização e agricultura; efluentes domésticos; desmatamento e modificações dos cursos originais dos rios, entre outros fatores que reduzem as funções deste ecossistema.

Clima da região e regime de maré

Na península bragantina o período chuvoso corresponde aos meses de dezembro a junho e o período seco inicia se em julho e termina em dezembro. Durante o período de estudo fevereiro de 2011 a fevereiro de 2012 (Fig. 1), a região apresentou uma taxa média anual de 2.819 mm, os valores mensais de precipitação (mm) utilizados neste estudo foram fornecidos pela estação Meteorológica de Tracuateua, Pará (Inmet, 2012)

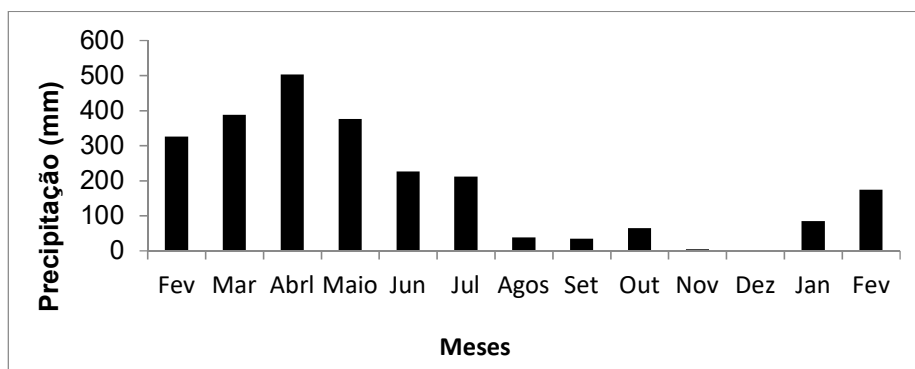


Figura 01 - Valores mensais de precipitação pluviométrica de fevereiro de 2011 a fevereiro de 2012, registradas durante a condução do experimento.

O regime das marés é caracterizado na região como semi-diurna, com enchente e vazante ocorrendo duas vezes ao dia durante um período de aproximadamente 6,2 h, apresentando também um sistema de macromarés (4-5m de altura máxima) com ciclo total de 24,5 h (Schweudenmann, 1998).

Destaca-se que a floresta de mangue é inundada inteiramente apenas nas marés de sizígia, enquanto os canais e furos dos manguezais são alagados diariamente. A energia das marés altas e fortes correntes, durante as marés de sizígia, transporta grande quantidade de sedimentos, principalmente para as partes externas dos estuários (WOLFF et al., 2000).

Espécies utilizadas e manutenção do plantio

As mudas utilizadas foram das espécies *R. mangle*, *A. germinans* e *L. racemosa*, todas nativas do manguezal da região, as quais foram produzidas no ano de 2010, em um viveiro adjacente à área impactada. A permanência das mudas em viveiros foi de nove meses, tempo suficiente para que elas atingissem tamanho e condições adequadas para o transplante no campo.

O delineamento adotado foi o de blocos casualizados com 3 tratamentos (3 espécies) e 6 repetições. Cada parcela experimental foi constituída de 20 mudas, espaçadas de 1,0 m entre plantas e 1,0 m entre linhas. Totalizando 360 mudas, sendo 120 por bloco. Na área experimental os blocos foram selecionados aleatoriamente, sendo que os blocos I e II foram instalados no interior da floresta impactada e o bloco III foi estabelecido na borda da floresta.

Sobrevivência e crescimento

Foram avaliados bimestralmente a evolução da taxa de sobrevivência, o crescimento em altura e o diâmetro do coleto ao nível do solo das espécies arbóreas de mangue, assim como as características químicas do solo, em dois períodos distintos (chuvoso e seco).

Para medição da altura foi utilizada uma trena métrica e para o diâmetro, um paquímetro. Além dessas observações cada indivíduo foi etiquetado com uma numeração, possibilitando o monitoramento pelo período de dez meses desses parâmetros para os mesmos indivíduos.

Análises físico-químicas do solo

A coleta das amostras de solo na área experimental foi realizada a 20 cm de profundidade, com o uso do trado, totalizando três amostras mensais em cada bloco, durante os meses da condução da pesquisa. Foram em seguida enviadas ao laboratório de solos da Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA) para que fossem realizadas as análises físico-químicas das amostras de solo. Em cada amostra de solo foram analisados os seguintes parâmetros: granulometria (percentagem de areia, silte e argila), pH, Corg, M.O, macronutrientes (P, Na, K, Ca, MG), e micronutrientes (Cu, Fe, Mn, Zn).

Análises de Dados

Os dados foram analisados pelo pacote estatístico Primer[®] 6 (Plymouth Routines In Multivariate Ecological Research), para avaliar se houve diferenças significativas entre os blocos e os períodos estudados (chuvoso e seco). Utilizou-se a análise multivariada não paramétrica de similaridade (ANOSIM) com a matriz de similaridade calculada pelo índice de similaridade de *Bray-Curtis*. Nos dados abióticos foram aplicados à Análise dos Componentes Principais (PCA). A relação entre os dados bióticos e abióticos, por local de coleta, foi estabelecida utilizando o procedimento BIOENV que calcula o coeficiente de correlação de spearman.

RESULTADOS

Análises físico-químicas o solo

Os resultados da análise físico-química do solo realizada na área experimental são apresentados na tabela a seguir.

Tabela 01: Análise física química do solo realizada pelo laboratório da Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA).

| MÊS/ANO | BLOCO | Ph | c org | M.O | p | Na | K | Ca | Mg | Cu | Fe | Mn | Zn | Areia | Silte | Argila |
|---------|-----------|------|-------------------|-------------------|-------|------------------------|------|---------------------|-------|------|--------|--------|------|-------|-------|--------|
| | | H2O | gkg ⁻¹ | Mgdm ³ | | Cmolc dm ⁻³ | | Mg dm ⁻³ | | | | | | | | |
| ABR/11 | | 5.86 | 33.28 | 57.38 | 24.39 | 1.66 | 2.83 | 12 | 0.14 | 1.2 | 1469.8 | 33.5 | 4.8 | 67 | 13 | 20 |
| JUN/11 | | 6.22 | 9.4 | 16.2 | 14.02 | 0.58 | 2.83 | 10.34 | 0.09 | 1 | 1273.4 | 21.5 | 6.8 | 67 | 13 | 20 |
| AGO/11 | Bloco I | 6.29 | 9.4 | 16.2 | 11.63 | 1.28 | 2.44 | 9.95 | 0.09 | 1.4 | 1879 | 57.1 | 6.7 | 69 | 14 | 17 |
| OUT/11 | | 6.07 | 28.19 | 48.6 | 29.57 | 1.97 | 4 | 15.32 | 0.09 | 1.3 | 2191.3 | 56.7 | 5.4 | 58 | 15 | 27 |
| DEZ/11 | | 5.57 | 9.79 | 16.88 | 20.94 | 1.36 | 4.59 | 9.56 | 0.05 | 4.6 | 1198.9 | 29.8 | 10 | 77 | 11 | 12 |
| FEV/12 | | 5.22 | 12.53 | 21.6 | 26.73 | 2.43 | 3.9 | 13.17 | 0.09 | 2.4 | 1566.4 | 34.8 | 10.8 | | | |
| ABR/11 | | | 6.43 | 10.77 | 18.56 | 37.45 | 1.85 | 4.29 | 16.19 | 0.09 | 1.3 | 1956.9 | 105 | 7.5 | 36 | 27 |
| JUN/11 | | 6.09 | 13.7 | 23.63 | 36.75 | 2.06 | 4.39 | 15.12 | 0.09 | 1.3 | 2243.5 | 79.2 | 9.3 | 29 | 29 | 42 |
| AGO/11 | Bloco II | 6.18 | 28.98 | 49.95 | 29.07 | 2.09 | 4.98 | 16 | 0.09 | 1.6 | 2596.3 | 115.2 | 7.8 | 44 | 22 | 34 |
| OUT/11 | | 5.5 | 17.23 | 29.7 | 33.43 | 3.05 | 5.85 | 17.85 | 0.09 | 1.7 | 1972.1 | 81.6 | 6.4 | 36 | 25 | 39 |
| DEZ/11 | | 4.98 | 13.31 | 22.95 | 28.63 | 3.29 | 5.07 | 20.29 | 0.19 | 1.2 | 2001.3 | 63.6 | 5.8 | 29 | 26 | 45 |
| FEV/12 | | 5.58 | 19.97 | 34.43 | 46.25 | 3.33 | 5.85 | 23.41 | 0.19 | 1.6 | 1948.8 | 93.2 | 7.3 | 40 | 26 | 34 |
| ABR/11 | | | 4.72 | 8.81 | 15.19 | 5.34 | 1.45 | 2.93 | 16.39 | 0.14 | 0.3 | 299.7 | 22 | 2.8 | 17 | 30 |
| JUN/11 | | 4.73 | 12.73 | 21.94 | 10.23 | 1.49 | 2.93 | 19.51 | 0.14 | 0.4 | 366.4 | 17.9 | 4.5 | 23 | 22 | 55 |
| AGO/11 | Bloco III | 5.38 | 7.44 | 12.83 | 5.25 | 1.81 | 5.46 | 14.54 | 0.09 | 0.6 | 601.4 | 24.9 | 2.8 | 20 | 25 | 55 |
| OUT/11 | | 6.48 | 11.36 | 19.58 | 7.95 | 2.65 | 4.88 | 17.07 | 0.05 | 0.8 | 1467.5 | 75.1 | 4 | 32 | 26 | 42 |
| DEZ/11 | | 5.79 | 9.4 | 16.2 | 15.24 | 2.2 | 6.24 | 19.51 | 0.09 | 0.6 | 865 | 54.4 | 2.2 | 32 | 26 | 42 |
| FEV/12 | | 5.65 | 9.4 | 16.2 | 12.65 | 2.98 | 7.32 | 24.39 | 0.09 | 1 | 1348.1 | 68.3 | 6.5 | 20 | 32 | 48 |

Sobrevivência

Os resultados obtidos na análise de similaridade (ANOSIM) em relação aos três blocos mostraram que não houve diferença significativa (ANOSIM R= - 0,046; p= 0,68) entre os mesmos ao se avaliar a sobrevivência. Para o fator estação houve variação significativa entre os períodos chuvosos e secos (R= 0,253; p= 0,01).

Crescimento em altura

Ao se avaliar o crescimento, a análise de similaridade demonstrou que houve diferença significativa entre os blocos (ANOSIM R= 0,234; p=0,01), observou-se a formação diferenciada dos grupos em função dos blocos. Ao se comparar as estações não houve diferenças significativas em relação períodos chuvosos e seco (ANOSIM R= -0 026; p= 0,54).

Diâmetro

Ocorreram diferenças significativas (ANOSIM R= 0,606; p=0,001) ao se considerar a variável diâmetro entre blocos. Ao se comparar as estações não houve diferenças significativas em relação aos períodos chuvoso e seco (ANOSIM R= -0,026; p= 0,54).

Análises de Componentes principais

O primeiro e o segundo eixos da PCA foram responsáveis por 54% da variância dos dados abióticos. As contribuições das variáveis aos eixos desta análise mostram que o primeiro eixo foi influenciado positivamente pelos elementos Fe, P e Mn no bloco II, e negativamente pelas variáveis silte e argila no bloco III. O segundo eixo, responsável por 24,4% da distribuição, teve maior contribuição positiva da variável areia, Cu e ph no bloco I (Tabela 02). Deve-se destacar o teor de matéria orgânica (M.O), pois os solos de mangue possuem altos teores de M.O, são altamente eutrofizados, e contribuem para a maior disponibilidade de macronutrientes.

Tabela 02: Contribuição das variáveis aos dois primeiros componentes do PCA para solo de mangue em Tamatateu-Pa. Variáveis que mais influenciaram (positivamente ou negativamente) estão em negrito. Corg=carbono orgânico, M.O=matéria orgânica, P=fósforo, Na=sódio, K=potássio, Ca=cálcio, Mg=magnésio, Cu=cobre, Fe=ferro, Mn=manganês, Zn=zinco.

| Variáveis | PC1 | PC2 |
|-----------------------------|---------------|--------------|
| Ph | 0,193 | 0,236 |
| Corg | 0,280 | 0,063 |
| M.O | 0,280 | 0,063 |
| P | 0,402 | -0,056 |
| Na | 0,242 | -0,402 |
| K | 0,155 | -0,337 |
| Ca | 0,073 | -0,492 |
| Mg | 0,029 | -0,275 |
| Cu | 0,217 | 0,257 |
| Fe | 0,416 | 0,061 |
| Mn | 0,344 | -0,151 |
| Zn | 0,305 | 0,198 |
| Areia | 0,001 | 0,437 |
| Silte | -0,209 | -0,054 |
| Argila | -0,282 | -0,121 |
| Autovalor | 4,5 | 3,65 |
| %Explicação | 29,7 | 24,3 |
| Explicação acumulada | 29,7 | 54 |

Análises de correlação entre os fatores abióticos e bióticos

Ao analisar a correlação entre as variáveis abióticas e sobrevivência, crescimento em altura e diâmetro (bióticas) através da estatística BIOENV (correlação de Spearman), observou-se que para a sobrevivência os nutrientes que mais influenciaram foram C org, Na e K. Para o variável crescimento em altura os elementos que mais contribuíram foram K, Ca, areia e silte, e os elementos que tiveram valores elevados foram K, Ca, Zn e areia, quando se considerou o diâmetro (Tabela 03).

Tabela 03: Resumo da análise estatística de BIOENV: correlação de Spearman.

| Sobrevivência | | | Crescimento | | | Diâmetro | | |
|---------------|-------|---------|-------------|-------|-----------|----------|-------|-----------|
| N° Vars. | Corr. | Comb. | N° Vars. | Corr. | Comb. | N° Vars. | Corr. | Comb. |
| 3 | 0,422 | 2;5;6 | 4 | 0,419 | 6;7;13;14 | 4 | 0,612 | 6;7;12;14 |
| 3 | 0,422 | 3;5;6 | 3 | 0,412 | 6;7;13 | 4 | 0,617 | 6;7;12;15 |
| 4 | 0,411 | 1;2;5;6 | 4 | 0,412 | 6;7;12;14 | 3 | 0,616 | 6;7;15 |
| 4 | 0,411 | 1;3;5;6 | 5 | 0,408 | 6;7;12;14 | 4 | 0,614 | 4;6;7;15 |

| | | | | | | | | |
|---|-------|------------|---|-------|--------------|---|-------|-------------|
| 5 | 0,408 | 1;2;5;6;14 | 5 | 0,407 | 6;7;10;13;14 | 5 | 0,614 | 6;7;12-14 |
| 5 | 0,408 | 1;3;5;6;14 | 4 | 0,407 | 6;7;10;14 | 5 | 0,614 | 2;6;7;12;14 |
| 4 | 0,400 | 2;5;6;11 | 3 | 0,403 | 6;7;14 | 5 | 0,614 | 3;6;7;12;14 |
| 4 | 0,400 | 3;5;6;11 | 4 | 0,402 | 4;6;7;13 | 5 | 0,613 | 4;6;7;14;15 |
| 4 | 0,392 | 3;5;6;14 | 5 | 0,401 | 4;6;7;13;14 | 5 | 0,612 | 4;6;7;13;15 |
| 4 | 0,392 | 2;5;6;14 | 4 | 0,401 | 6;7;12;13 | 3 | 0,612 | 6;7;14 |

Variáveis:1.ph,2.Corg,3.M.O.,4.P,5.Na,6.K,7.Ca,8.Mg,9.Cu,10.Fe,11.Mn,12.Zn,13.areia,14.silte,15. argila.

DISCUSSÃO

Análises físico-químicas

Nas concentrações dos nutrientes analisados houve uma variação em relação aos blocos, onde no bloco I e bloco II Fe, M.O, Mn, P obtiveram maiores teores e no bloco III Fe, Mn e M.O foram mais representativos, assim como a granulometria, compostos principalmente por argila e silte (Tabela 01). Gomes (2004) afirma que os macronutrientes e os micronutrientes são essenciais e influenciam nos parâmetros de avaliação do crescimento de mudas e no seu padrão de qualidade, e que todos os nutrientes são essenciais por que atuam no crescimento da parte aérea, na formação do sistema radicular, formação de sementes, amadurecimento das folhas, no metabolismo e na resistência das plantas.

Segundo estudos de Sherman et al., (1998) existe uma correlação entre o crescimento das plantas de mangue e as propriedades do solo, eles enfatizam que o zoneamento entre as espécies está relacionado com as características físico-químicas do solo. Gomes e Silva (2004) ressaltam que para obter mudas de espécies florestais de qualidade é indispensável que se tenha um bom substrato, a qualidade pode ser indicada principalmente por suas características físico-químicas. No solo esses nutrientes podem atuar em diferentes funções, como por exemplo, o ferro (Fe) que faz parte de algumas matérias como os silicatos primários, as argilas, os óxidos e hidróxidos de ferro e os sais fosfatos, sendo nessas formas insolúveis e em quantidades ínfimas. O fósforo (P) é absorvido pelas plantas sob a forma de ânions $H_2PO_4^-$ e HPO_4^{2-} em solos ácidos, é um nutriente altamente dependente de acidez e umidade do solo. O manganês (Mn) é um dos mais abundantes micronutrientes existentes em alguns solos, ocorrendo na forma de óxidos e de hidróxidos de solubilidades variáveis. A matéria orgânica (M.O) possui a capacidade de reter a umidade e nutrientes no substrato e melhorar o desenvolvimento radicular, influência na maior absorção de água pelas raízes (GOMES, 2004).

Nesse ecossistema os teores de nutrientes no solo frequentemente variam espacial e temporalmente ao longo da zona intertidal e as diferenças nas propriedades físico-químicas do solo podem estar relacionadas às variações de subidas e descidas das marés. No manguezal as principais vias de entrada de nutrientes são as marés, os rios, as redes de drenagem, o lençol freático e as chuvas (BERNINI et al., 2010).

O estudo realizado na Nigéria mostrou que a salinidade explicava a variação das espécies nos bosques e as concentrações de macronutrientes como cálcio e magnésio que eram encontrados em quantidade muito pequena no solo (UKPONG, 1994). Em outro estudo, Ukpung (1997) em Calabar, também na Nigéria ressaltou que a salinidade e alguns nutrientes do solo foram considerados como principais fatores da distribuição espacial da vegetação do mangue.

Sobrevivência

De acordo com Field (1999), as taxas de sobrevivência, das espécies utilizadas são, provavelmente, a consideração mais importante a ser feita na avaliação de atividades de restauração em manguezais degradados, pois a escolha da espécie, adequada à área a ser restaurada é de fundamental importância no sucesso desta atividade.

Os dados confirmaram que a maior precipitação provavelmente contribuiu positivamente para a sobrevivência da vegetação da área experimental. O maior índice de sobrevivência das mudas parece estar relacionado ao período chuvoso, pois o clima de Bragança é caracterizado pelo período de chuva (janeiro a junho), e período de estiagem ou baixo índice pluviométrico (julho a dezembro). Na pesquisa Bohorquez e Prada (1986), realizaram o transplante de 130 plântulas de *R. mangle* com altura média de 24 cm, em diferentes ilhas do litoral caribenho da Colômbia, e concluíram que a maior taxa de sobrevivência das mudas encontrada foi de 34,8% e que o período de maior crescimento e produção de folhas foi quando as chuvas começaram. Tsuji e Fernandes (2008) observaram durante experimento desenvolvido no Furo grande, em Bragança-Pa, que as condições climáticas locais foram importantes para o sucesso do replantio.

No estudo os blocos do replantio das mudas encontravam - se em diferentes disposições em relação das marés, ou seja, do grau de inundação, o bloco I e bloco II localizou-se mais próximos da margem da maré e bloco III mais distante. Embora não tenha sido avaliada no presente estudo, é importante ressaltar também que a frequência e o período de inundação são fatores determinantes para ausência ou presença de manguezais. As diferentes espécies arbóreas de mangue têm preferências em função do período de inundação, no experimento as mudas replantadas nos bloco I e bloco II obtiveram maior índice de sobrevivência.

A sobrevivência de plântulas de manguezal é altamente influenciada por fatores ambientais tais como a taxa de sedimento, fluxo de água doce, oscilação de marés e mudanças no nível do mar que influenciam no crescimento e a sobrevivência desse ambiente (CALEGARIO, 2012). A presença de uma espécie ou de outra, e sua expansão em um determinado local, é definido por alguns centímetros de diferença topográfica.

Reyes & Tovilla (2002) relataram uma mortalidade de 61,2% de plantio direto de propágulos de mangue vermelho e a atribuíram a baixa frequência de inundação da área por um longo tempo, em uma determinada época do ano. Para Siddiqi & Khan (1997) o sucesso das plantações de mangues depende, em especial, da escolha dos melhores locais, ou seja, das terras inundadas durante as marés altas, mais expostas durante as marés baixas. A pesquisa realizada por Louzada et al. (2003) na Ilha do Fundão, RJ utilizando *Avicennia schauerana*, *Laguncularia racemosa* e *Rhizophora mangle* com um total de 15.000 mudas obtiveram uma variação de 25 a 80% nas taxas de sobrevivência, dependendo do local, a qual foram plantadas.

Na península de Ajuruteua, Tsuji (2010), a partir de semeadura direta durante ciclo anual em uma área de clareira em uma floresta de mangue degradada, obteve taxas de sobrevivência maiores para as espécies *Avicennia germinans* e *Rhizophora mangle*, enquanto a *Laguncularia racemosa* mostrou menores valores.

No experimento realizado em Tamatateu-Pa as mudas transplantadas obtiveram altas taxas de sobrevivência semelhante à pesquisa realizada em Ajuruteua.

Crescimento e diâmetro

As variações e a frequência de inundação das marés entre os blocos podem ter interferido no aumento do crescimento e diâmetro das plântulas, pois as espécies replantadas nos blocos I e II tiveram o seu desenvolvimento beneficiado em função da localização dos blocos na área experimental. Ressalta-se ainda que as variáveis ambientais que melhor explicaram o crescimento em altura das mudas foram K, Ca, areia e silte e para diâmetro foram K, Ca, Zn e areia de acordo com análise realizada pelo BIOENV (CLARKE & GORLEY, 2006). Na pesquisa essas variáveis estiveram relacionadas com o grau de inundação entre os blocos, pois a inundação determina lavagem do sedimento levando embora partículas finas e nutrientes nas regiões mais baixas, a deposição de finos e outros nutrientes nas regiões mais altas e a variação de salinidade (deve ser maior nas partes mais altas).

Segundo Fernandes et al. (2007) o desenvolvimento dos bosques de mangue é influenciado principalmente pelo tempo de inundação da maré e pela salinidade, sendo consideradas como as mais importantes variáveis abióticas.

Huber (2004) avaliou o replanteio de 137 mudas das três espécies, sendo 108 *Laguncularia*, 14 *Avicennia* e 15 *Rhizophora*. As médias da altura e do diâmetro da base foram de 1,00 m e 2,23 cm, sucessivamente. Na primeira medição, 14 meses após o transplante.

Costa (2010) em seu estudo avaliou o crescimento das três espécies em estudo, e concluiu que as mudas *Rhizophora mangle* e *A. germinans* apresentaram crescimento superior em todos os substratos (solo de mangue, latossolo e areia) testados.

Tsuji (2010) em pesquisa na península de Ajuruteua, através de métodos de semeadura direta, mostrou que os resultados para taxas de crescimentos foram maiores para as mudas da espécie *R. mangle*.

Locais sujeitos às variações da maré possuem solos anaeróbicos e redutores combinados com elevados teores de M.O, e segundo Tomlinson (1986) a espécie *R. mangle* parece ser mais adaptada à parte inferior do estuário, caracterizada por solos encharcados e anaeróbicos.

Componentes principais

Os sedimentos encontrados no estudo apresentaram diferenças entre os blocos, onde no bloco I foi encontrada concentração elevada de areia e no bloco III encontrou-se silte. No bloco III localizado na borda do manguezal, onde as forças das marés são menores, há maior deposição de sedimento fino (silte).

Observou-se o maior percentual de sedimentos finos (silte e argila) no bloco III, na parte mais distante do canal e, portanto, sob menor influência hidrodinâmica. Teixeira (2008) enfatiza que durante o processo de regeneração natural a maré transporta os nutrientes para a parte interna do manguezal com a entrada da água marinha misturada à água doce que sofre variações na concentração total de sais que influenciará a zonação.

As diferenças entre os blocos podem estar relacionadas à sua localização em relação à maré, o que determina diferenças na hidrodinâmica e grau de inundação. Os blocos I e II, mais próximos do canal, sofreram maior influência das marés, e o bloco II foi caracterizado pela maior concentração dos nutrientes Fe, P e Mn. Alguns autores (LARA & DITTAMAR, 1999; LARA & COHEN, 2006) têm discutido que os movimentos das marés são um provável veículo de transporte de nutrientes nas florestas de mangue.

Além disso, altos valores de Ph registrados no bloco I, variações temporais da maré e a frequência das inundações podem ter interferido nos resultados apresentados no estudo e de M.O no bloco II que possuiu maior lavagem pelas marés e conseqüentemente maior acúmulo de material vegetal no sedimento (BERNINI & REZENDE, 2004) que tendem a reter material orgânico, sendo que nos manguezais esses compostos têm sido apontados como possíveis contribuintes da zonação.

Segundo Cardona & Botero (1998) os grandes conteúdos de matéria orgânica, encontrados em determinadas regiões de manguezais podem ser responsáveis por variações em outros fatores ambientais como: ph, concentração de nutrientes e conteúdo de água entre as partículas do solo.

Ukpong (1997) em seu estudo na Nigéria, encontrou valores de ph de 6,05 a 4,8 para as espécies estudadas, indicando condições ácidas do solo. Os valores encontrados no presente estudo também apresentaram condições de acidez do solo, foi Ph= 4,72 a 6,48 (Tabela 01). O PCA mostrou que o segundo componente correspondente ao bloco I (Figura 08) obteve maior influência do ph (Tabela 02).

Os autores Dittmar & Lara (2000) ressaltam que amplitude das marés e frequência de inundações determinam a direção e quantidade de troca de nutrientes e de matéria orgânica entre mangue e oceano.

Mascarenhas & Gama (1999) afirmam que sob a vegetação de mangue no nordeste do litoral paraense, foram encontrados, de um modo geral, solos com alto teor de saturação com sódio (Na), caracterizados por uma influência marcante de sais solúveis.

Análises de correlação entre os fatores bióticos e abióticos

Embora tenha havido maior influência dos elementos citados acima sobre as variáveis bióticas, vale mencionar a importância da matéria orgânica (M.O), nitrogênio (N), fósforo (P), magnésio (Mg), cobre (Cu), ferro (Fe) e argila na composição química do solo, pois também garantem o estabelecimento e o desenvolvimento das espécies, já que os nutrientes minerais (macro e micronutrientes) tem funções específicas e essenciais no metabolismo da planta.

Twilley et al. (1995) sugerem que *L. racemosa* e *R. mangle* são dotadas de mecanismos de absorção radicular controladores da concentração interna dos micronutrientes e, por isso, encontram-se mais adaptadas a ambientes ricos nessa classe de elementos químicos.

É importante ressaltar que a instalação dos blocos talvez seja um fator a ser considerado, já que um deles foi instalado na borda da floresta de mangue, e o que reforça a influência direta dos fatores edáficos no desenvolvimento das espécies. Por outro lado, diferentes parâmetros abióticos que não foram incluídos no presente estudo poderiam refinar os resultados e ampliar a correlação entre esses fatores (abióticos) e o desenvolvimento das mudas dessas espécies.

CONCLUSÃO

Considerando a localização dos blocos, as condições físico-químicas do solo contribuíram positivamente para o crescimento das mudas das espécies *R. mangle*, *A. germinans* e *L. racemosa*, mas na presente pesquisa ficou evidente que a ação conjunta dos parâmetros físicos e químicos do ambiente é complexa para uma conclusão mais precisa acerca da sobrevivência e desenvolvimento das mudas de dessas espécies, pois um fator pode agir sinérgica ou antagonicamente com outros fatores (ODUM, 1988).

REFERÊNCIAS

- ABREU, M.M.O. **Os manguezais da costa amazônica brasileira: uma análise da composição florística, distribuição de espécies arbóreas e estrutura de bosque.** Dissertação de Mestrado apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Biologia Ambiental, Universidade Federal do Pará, Bragança, 2007.
- BERNINI, E.; DA SILVA, M.A.B.; DO CARMO, T.M.S.; CUZZUOL, G.R.F. Spatial and temporal variation of the nutrients in the sediment and leaves of two Brazilian mangrove species and their role in the retention of environmental heavy metals. Brazilian. *Journal of Plant Physiology Londrina*, v. 22, n. 3, p. 177-187, 2010.
- BOHÓRQUEZ-RUEDA, C. A. Y M.; PRADA-T. **Siembra y transplante de *Rhizophora mangle* L. y tipología del manglar del Parque Nacional Natural Corales del Rosario.** Tese de Biología Marinha, Universidade Jorge Tadeo Lozano, Bogotá, 1986.
- CALEGARIO, G. **Aspectos estruturais da vegetação do manguezal do estuário do Rio São João, RJ.** Dissertação do curso de Ecologia e Recursos Naturais da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes – RJ, 2012.
- CARDONA, P.; BOTERO, L. Soils Characteristics and Vegetation Structure in a Heavily Deteriorated Mangrove Forest in Caribbean Coast of Colombia. *Biotropica*, v.30, n. 1, p. 24-34 1998.
- CLARKE, K.; GORLEY, R. PRIMER v6. **User manual/tutorial. Plymouth routine in multivariate ecological research.** Plymouth Marine Laboratory, 2006.
- CINTRÓN, G.; SCHEFFER-NOVELLI, Y. **Introducción a la ecología del manglar.** Montevideo, UNESCO-ROSLAC, 109p. 1983.
- CONAMA. **Resolução CONAMA nº 004/85**, 1985.
- EYSINK, G.G.J. Recuperação de áreas degradadas de manguezal. **Anais: Workshop sobre recuperação de áreas degradadas da Serra do Mar e formações florestais litorâneas.** Secretaria do meio Ambiente de São Paulo. pp.106-118. 2000.
- FERNANDES, M. E. B ; OLIVEIRA, F. P. O impacto na zona costeira. **Amazônia em Cadernos**, v. 2, p. 321-324, 2010.
- FERNANDES, M.E.B.; FERNANDES, J.S.; MURIEL-CUNHA, J.; SEDOVIM, W.R.; GOMES, I.A.; SANTANA, D.S.; SAMPAIO, D.S.; ANDRADE, F.A.G.; OLIVEIRA, F.P., BRABO, L.B.; SILVA-JUNIOR, M.G.; ELIAS, M.P. Efeito da construção da rodovia PA-458 sobre as florestas de mangue da Península bragantina, Braganca, Pará, Brasil. *Uakari*, v. 3, n. 1, p. 55-63, 2007.
- FERNANDES, Marcus Emanuel B ; OLIVEIRA, F. P. ; SILVA, L. L. ; TSUJI, T. **A recuperação de áreas degradadas de manguezal no contexto sócio-ambiental.** In: SIMÕES, M.S.. (Org.). Ensino, Pesquisa e Extensão: reflexões e práticas científico-acadêmicas. 1ª ed. Belém: Gráfica da UFPA, v. 1, p. 39-52, 2008.
- FIELD,C.D. Rehabilitation of mangrove ecosystems: An overview. *Marine Pollution Bulletin*, v.37, p., n. 8/12, p. 383-392, 1999.
- GOMES, J. M.; SILVA, A. R. **Os substratos e sua influência na qualidade de mudas.** In: BARBOSA, J. G. (Ed.) Nutrição e adubação de plantas cultivadas em substrato. Viçosa: UFV, p. 190-225, 2004.
- GLASER, M. Interrelations between mangroves ecosystem, local economy and social sustainability in caeté estuary. *Wetland Ecology and Management*, v.11,n. 4, p.265-272, 2003.
- HYPOLITO, R.; FERRER, L. M.; NASCIMENTO, S. C.. Comportamento de espécies de mercúrio no sistema sedimento-água do mangue no município de Cubatão, São Paulo. *Revista Águas Subterrâneas*, v.19, n.1, p.15-24. 2005.
- HUBER, M. V. **Estudo comparativo de três projetos de restauração de áreas degradadas de manguezais da grande Florianópolis, SC** - Tese de Doutorado Florianópolis, Santa Catarina 2004.
- HOGARTH, P.J. **The biology of mangroves.** Oxford Press, Oxford. 1999.
- INMET. **Rede de Estações Climatológicas.** Instituto Nacional de Meteorologia. 2012.
- LACERDA, L. D. **Mangrove Ecosystems: Function and Management** Springer Verlag, Berlin,2002. p. 332Berlin, 2002. p. 332.
- LARA, R.; COHEN, M. **Sensoriamento remoto.** In: FERNANDES, Marcus Emanuel Barroncas. Os manguezais da

- costa norte brasileira. Maranhão: Fundação Rio Bacanga. 165p. São Luis, 2003.
- LARA, R. J.; M. C. L. COHEN. Sediment porewater salinity, inundation frequency and mangrove vegetation height in Bragança, North Brazil: an ecohydrology-based empirical model. **Wetlands Ecology and Management**, v. 14, n. 4, p. 349-358. 2006.
- LARA, R.J.; DITTAMAR, T. Nutrient dynamics in a mangrove creek (North Brazil) during the dry season. **Mangroves and Salt Marshes**, v. 3, n. 3: 185-195. 1999.
- LOPES, E. C.; ARAUJO, 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. **Acta amazônica**, v. 43, n. 3, p. 291 – 296. 2013.
- MASCARENHAS, R. E. B.; GAMA, J. R. N. F. **Extensão e característica das áreas de mangue do litoral paraense**. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, N°2. 20p. 1999.
- ODUM, E.P. **Ecologia**. Guanabara Koogan, Rio de Janeiro. 1988.
- REYES, M. A.C.; TOVILLA, C. H. Restauración de áreas alteradas de manglar con *Rhizophora mangle* en la Costa de Chiapas. **Madera y Florestas**, v. 8, n. 1, p.103-114. 2002.
- SIDDIQI, N.A.; KHAN, M.A.S. **Técnicas de plantación para manglares sobre nuevas acreciones en las áreas costeras de Bangladesh**. In: FIELD, Colin. La Restauracion de Ecosistemas de Manglar. Tradução de David B. Traumann. Sociedad Internacinal para Ecosistemas de Manglar - ISME. p. 157-175. Nicaragua: Arte, 1997.
- 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. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Ciências naturais**, Belém, v.4, n. 1, p. 27-35, 2009.
- SAINTILAN, N. Relationships between height and girth of mangroves and soil-water conditions in the Mary and Hawkesbury River estuaries, eastern Australia. **Australian J. Ecology**, v.23, n. 4, p.322-328, 1998.
- SHERMAN, R.; TIMOTHY, F.; HOWARTH, R. Soil-plant interactions in a Neotropical forest: iron, phosphorus and sulfur dynamics. **Oecologia**, v.115, n. 4, p.553-563, 1998.
- SCHAEFFER-NOVELLI, Y. **Manguezal: ecossistema entre a terra e o mar**. São Paulo. Caribbean Ecological Research, 1995.
- SCHAEFFER-NOVELLI, Y. Perfil dos ecossistemas litorâneos brasileiros, com especial ênfase sobre o ecossistema manguezal. **Publicação Especial do Instituto Oceanográfico**, n.7, p. 1-16, 1989.
- SILVA, E.S. **Relação entre solo e vegetação nos bosques de mangue do furo grande, Bragança-Pa**. Dissertação de mestrado apresentado ao curso de Pós-Graduação em Biologia Ambiental da Universidade Federal do Pará, Bragança, 2004.
- SPALDING, M.; BLASCO, F., AND FIELD, C. **The International Society for Mangrove Ecosystems**. World Mangrove Atlas, Okinawa, Japan. 178pp. 1997.
- SOARES, M.L.G. Estrutura vegetal e grau de perturbação dos manguezais da Lagoa da Tijuca, Rio de Janeiro, RJ, Brasil. **Revista Brasileira de Biologia**, v. 59, n. 3, p. 503-515. 1999.
- SOUZA-FILHO, P. W. Costa de manguezais de macromaré da Amazônia: cenários morfológicos, mapeamento e quantificação de áreas usando dados de sensores remotos. **Revista Brasileira de Geofísica**, v. 23, n. 4, p. 427-435. 2005.
- TEIXEIRA, K. C. dos S. **Propagação de plantas de mangue visando a recuperação de áreas degradadas**. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) – Núcleo de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente, Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, 2008.
- TSUJI, T. **Sobrevivência e crescimento de plântulas das espécies arbóreas de mangue semeadas em áreas degradadas na Península de Ajuruteua, Bragança – Pará**. Dissertação de mestrado, Universidade Federal do Pará, Bragança, 2010.
- TOMLINSON, P.B. **The Botany of Mangroves**. Cambridge, Cambridge University Press. 1986.
- TWILLEY, R.R., SNEDAKER, S.C., YÁÑEZ-ARANCIBIA, A. ; MEDINA, E. Mangrove systems. In Global biodiversity assesment. Biodiversity and ecosystem function: ecosystem analyses (V.H. Heywood, ed.). Cambridge University Press, Cambridge, p.387-393. 1995.
- WOLFF, M.; KOCH, V.; ISAAC, V. A trophic flow model of the Caeté Mangrove Estuary (North Brazil) with considerations for the sustainable use of its resources. **Estuarine Coastal Shelf Science**, v. 50, n.6, p. 789-803. 2000.
- UKPONG, I.E. Soil – vegetation interrelationships of mangrove swamps as revealed by multivariate analyses. **Geoderma**, v. 64, n. ½, p. 167-181.1994.
- UKPONG, I.E. Vegetation and relation to soil nutrient and salinity in the calabar mangrove swamp, Nigeria. **Mangrove and salt Marshes**, v.1, n. 4, p. 211-218.1997.
- ZAMITH, L. R.; SCARANO, F. R. Produção de mudas de espécies das Restingas do município do Rio de Janeiro, RJ, Brasil. **Acta Botanica Brasílica**, v. 18, n. 1, p. 161-176. 2004.