

## FITOSSOCIOLOGIA DE UMA FLORESTA DE MANGUE ADJACENTE A UMA PLANÍCIE HIPERSALINA NO ESTUÁRIO DO RIO MIRIRI, PARAÍBA, BRASIL

**Suênia França Lemos da Silva**

suenia.9@hotmail.com

**Maristela Azevedo dos Santos**

maristela\_oliveira2@hotmail.com

**Frederico Lage-Pinto**

fredlage1@gmail.com

**Elaine Bernini**

elainebernini@hotmail.com

Departamento de Engenharia e Meio Ambiente, Centro de Ciências Aplicadas e Educação, Universidade Federal da Paraíba, Campus IV, Rio Tinto, Paraíba

### RESUMO

**Fitossociologia de uma floresta de mangue adjacente a uma planície hipersalina no estuário do Rio Miriri, Paraíba, Brasil.** Este estudo fitossociológico de uma floresta de mangue adjacente a uma planície hipersalina foi realizado com o propósito de comparar os parâmetros estruturais ao longo de um gradiente ambiental no estuário do Rio Miriri, Rio Tinto, estado da Paraíba. Quatro zonas foram delimitadas e em cada uma delas foram demarcadas 3 parcelas de 10 x 10 m, nas quais foram amostradas todas as árvores acima de 1 m de altura. A altura média das árvores variou de 2,3 a 4,4 m, o diâmetro médio de 2,3 a 5,0 cm, a área basal de 1,48 a 9,21 m<sup>2</sup>/ha e a densidade de 5.267 a 6.867 indivíduos/ha. As espécies registradas foram *Avicennia schaueriana* Stapf e Leechm. ex Moldenke, *Laguncularia racemosa* (L.) C. F. Gaertn. e *Rhizophora mangle* L. A contribuição em área basal foi maior na classe diamétrica  $\geq 2,5$  e  $< 10,0$  cm, indicando baixo desenvolvimento estrutural do manguezal analisado. Os parâmetros estruturais e a distribuição das espécies variaram entre as zonas analisadas, ocorrendo maior desenvolvimento estrutural nas zonas mais distantes da planície hipersalina. Houve maior densidade de *R. mangle* na área próxima ao canal de maré, enquanto *L. racemosa* e *A. schaueriana* exibiram maior densidade na área mais próxima à planície hipersalina.

**Palavras chave:** Manguezal; Estrutura da vegetação; Planície hipersalina; Zonação; Rio Miriri.

### ABSTRACT

**Phytosociology of a mangrove forest adjacent to a salt flat of the estuary of the Miriri River, Paraíba, Brazil.** The Phytosociology of a mangrove forest adjacent to a salt flat was analyzed with the purpose of comparing the structural parameters along the environmental gradient in the estuary of the River Miriri, Rio Tinto, Paraíba State. Four zones were delimited and in each zone were marked 3 plots of 10 x 10 m. Considering only the trees > 1 m tall, the average height of the trees ranged from 2.3 to 4.4 m, the average DBH (diameter at breast height) from 2.3 to 5.0 cm, the basal area from 1.48 to 9.21 m<sup>2</sup>/ha and the density

ranged from 5,267 to 6,867 individuals/ha. The registered species were *Avicennia schaueriana* Stapf and Leechm. ex Moldenke, *Laguncularia racemosa* (L.) CF Gaertn.f. and *Rhizophora mangle* L. The contribution of the basal area was greater in the diameter class  $\geq 2.5$  and  $<10.0$  cm, indicating low structural development of the mangrove studied. The structural parameters and the distribution of species varied between the analyzed zones, occurring best structural development in the most remote areas of the salt flat. There was a higher density of *R. mangle* in the area near the tidal channel, while *L. racemosa* and *A. schaueriana* exhibited higher density in the area closest to the salt flat.

**Key words:** Mangrove; Vegetation structure; Salt flat; Zonation; Miriri river.

## INTRODUÇÃO

O manguezal é um ecossistema costeiro que desempenha papel vital por prover diversos serviços ambientais, tais como manutenção da biodiversidade marinha, proteção da linha de costa e habitat para reprodução e alimentação de espécies de importância ecológica e econômica (BARBIER, 2006; ADAME *et al.*, 2010; DONATO *et al.*, 2011).

A distribuição e o desenvolvimento estrutural das florestas de mangue são influenciados por fatores que operam em escalas global (radiação solar e temperatura do ar), regional (regime de marés, correntes e balanço hídrico) e local (frequência de inundação), atuando com distintas intensidades (JIMENEZ e SAUTER, 1991; TWILLEY, 1995; SCHAEFFER-NOVELLI *et al.*, 2000).

A tolerância à inundação varia entre as espécies vegetais do manguezal, podendo se refletir em padrões de distribuição distintos ao longo do gradiente de inundação (MCKEE, 1993). O aumento da salinidade intersticial ocasionado pela menor frequência de inundação resulta em redução no desenvolvimento estrutural das florestas de mangue (JIMENEZ e SAUTER, 1991; PELLEGRINI *et al.*, 2000).

Em alguns manguezais podem ocorrer condições de hipersalinidade no sedimento em determinadas áreas, dependendo da frequência de inundação das marés e do índice pluviométrico. Tais áreas são denominadas planícies hipersalinas (ou apicuns) e ocorrem na porção mais interna do manguezal, sendo seu limite estabelecido pelo nível médio das preamares de sizígia e o nível das preamares equinociais (LUGO e SNEDAKER, 1974; DUKE *et al.*, 1998). As planícies hipersalinas fazem parte do manguezal e funcionam como uma zona tampão para a floresta de mangue contra mudanças geomorfológicas e hidrológicas. Assim, sua conservação é de fundamental importância, visto que os manguezais estão entre os principais ecossistemas que serão afetados pela prevista elevação do nível do mar em resposta ao aquecimento global (IPCC, 2007).

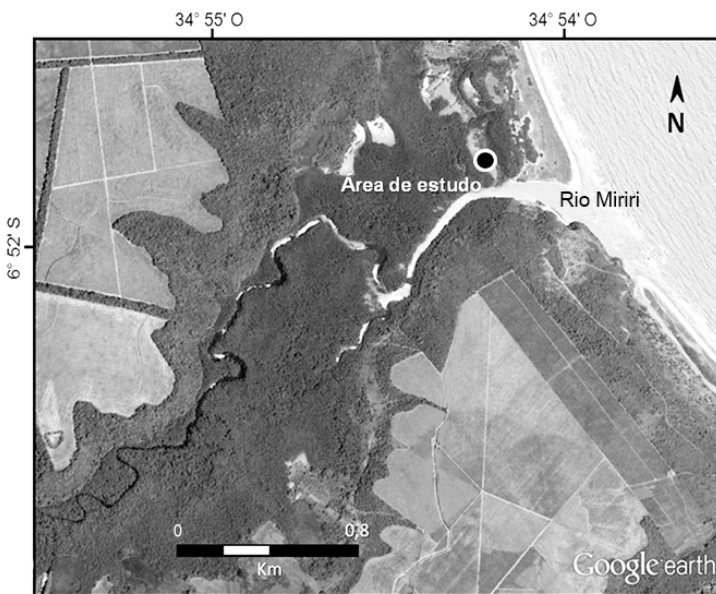
No estado da Paraíba, o manguezal se desenvolve desde o Rio Camaratuba até a foz do Rio Abiaí, com área aproximada de 96,31 km<sup>2</sup> (MAIA *et al.*, 2006). Nesse estado há poucos estudos sobre a estrutura das florestas de mangue, destacando-se os trabalhos de COUTINHO (1999), ARAUJO (2002), ALVES e SASSI (2003), ALVES *et al.* (2013) e NASCIMENTO-COSTA (2015) que não apresentam dados de florestas adjacentes às planícies hipersalinas. Contudo, em alguns manguezais

paraibanos observa-se a ocorrência de planícies hipersalinas, como nos estuários dos rios Mamanguape, Gramame, Abiaí e Miriri. O manguezal do estuário do Rio Miriri está localizado na Área de Proteção Ambiental (APA) da Barra do Rio Mamanguape e, nesse ainda não foram realizadas pesquisas fitossociológicas.

Dentro deste contexto, o objetivo do presente estudo é caracterizar a estrutura de uma floresta de mangue adjacente a uma planície hipersalina no estuário do Rio Miriri, comparando os parâmetros estruturais ao longo do gradiente ambiental. Considerando que a inundação na planície hipersalina é menos frequente que na floresta de mangue, espera-se encontrar diferenças na estrutura e composição de espécies em virtude da variação das condições ambientais.

### ÁREA DE ESTUDO

O estudo foi realizado no estuário do Rio Miriri (Fig. 1), localizado na Área de Proteção Ambiental da Barra do Rio Mamanguape, Litoral Norte do Estado da Paraíba (06°51'51" S; 34°54'17" O). Essa Unidade de Conservação Federal foi criada através do Decreto nº 924 de 10 de setembro de 1993 e possui área aproximada de 16.400 ha (MOURÃO e NORDI, 2002; OLIVEIRA, 2003). O manguezal que se desenvolve no estuário do Rio Miriri cobre área aproximada de 1,30 km<sup>2</sup> (MAIA *et al.*, 2006).



**Figura 1.** Localização da área de estudo no manguezal do estuário do Rio Miriri, Paraíba.

O clima da região é tropical e chuvoso (Am, na classificação de Köeppen) e a temperatura média anual varia entre 24° e 27°C (GOVERNO DO ESTADO DA PARAÍBA, 1985). A pluviosidade média do litoral norte da Paraíba está em torno de 1.500 mm anuais e as chuvas concentram-se no trimestre abril-junho (NIMER, 1989).

## MÉTODOS

O estudo foi conduzido em 2012. A caracterização da estrutura da vegetação foi realizada de acordo com a metodologia descrita em SCHAEFFER-NOVELLI e CINTRÓN (1986). Para a amostragem da vegetação, foram traçadas 4 faixas paralelas a um canal de maré distanciadas em 5 m entre si e denominadas zonas, Z1, Z2, Z3 e Z4. A zona mais próxima do canal foi a Z1 e a zona mais afastada do canal, já na planície hipersalina foi a Z4. Cada zona foi dividida em 3 parcelas de 10 x 10 m afastadas por 60 m uma da outra. Assim cada zona esteve composta por 3 parcelas. Em cada parcela os indivíduos arbóreos vivos  $\geq 1$  m de altura foram identificados, tiveram sua altura medida com auxílio de vara graduada e sua circunferência à altura do peito (CAP), a 1,3 m do substrato tomada com fita métrica. Árvores menores que 1,3 m tiveram a circunferência medida abaixo da primeira ramificação (SOARES, 1999). Os dados de circunferência foram transformados para diâmetro à altura do peito ( $DAP = CAP/\pi$ ). Os parâmetros estruturais calculados foram a altura média, o DAP médio, a área basal viva, a densidade absoluta, a dominância e a densidade relativa (SCHAEFFER-NOVELLI E CINTRÓN, 1986). A distribuição de troncos por classes de diâmetro de 3 cm em 3 cm foi feita por espécie e zona de estudo.

Em cada parcela foram coletadas aleatoriamente três amostras de água intersticial a aproximadamente 30 cm de profundidade para determinação da salinidade com o auxílio de um refratômetro.

## RESULTADOS

A altura média das árvores variou de 2,3 a 4,4 m, o DAP médio de 2,3 a 5,0 cm, a área basal de 1,48 a 9,21 m<sup>2</sup>/ha e a densidade de 5.267 a 6.867 indivíduos/ha. A densidade de indivíduos foi o parâmetro estrutural que apresentou a maior variabilidade entre as parcelas em cada zona, como pode ser verificado ao se comparar os valores médios e medianos (Tab. 1). A altura, o DAP médio e a área basal foram maiores nas zonas Z1 e Z2 em comparação com as zonas Z3 e Z4. A densidade de indivíduos exibiu menores valores na zona Z4, onde não se registraram árvores. A salinidade intersticial apresentou maior valor na zona Z4 (Tab. 1).

Houve maior contribuição em área basal na classe diamétrica intermediária ( $\geq 2,5$  e  $< 10,0$  cm), seguida pela classe superior ( $\geq 10,0$  cm) e inferior ( $< 2,5$  cm). Área basal  $\geq 10,0$  cm foi registrada apenas nas zonas Z1 e Z2 (Tab. 2).

As espécies registradas foram *Avicennia schaueriana* Stapf e Leechm. ex Moldenke, *Laguncularia racemosa* (L.) C. F. Gaertn.f. e *Rhizophora mangle* L. *Rhizophora mangle* exibiu maior dominância e densidade relativa em relação à L.

*racemosa* e *A. schaueriana*. Comparando-se as zonas, *R. mangle* apresentou maior dominância e densidade relativa na zona mais próxima ao canal de maré (Z1), com tendência de redução em direção à planície hipersalina. *Laguncularia racemosa* exibiu resultado oposto ao de *R. mangle*. *Avicennia schaueriana* exibiu menor dominância e densidade relativa na zona Z1 em relação às zonas Z2 e Z3 (Tab. 3).

A distribuição de troncos por classes de diâmetro mostrou que as espécies exibiram maior contribuição nas duas primeiras classes de diâmetro (Tab. 4). Apenas *R. mangle* apresentou troncos maiores que 9,0 cm de diâmetro nas zonas Z1 e Z2.

**TABELA 1** - Parâmetros estruturais e salinidade intersticial registrados no manguezal do estuário do Rio Miriri, PB. Média  $\pm$  desvio padrão e (mediana).

Zona	Altura (m)	DAP médio (cm)	Área basal viva (m <sup>2</sup> /ha)	Densidade (indivíduos/ha)	Salinidade intersticial
Z1	4,3 $\pm$ 1,5 (3,9)	5,0 $\pm$ 1,9 (1,5)	8,11 $\pm$ 2,38 (9,68)	5.267 $\pm$ 2.603 (4.700)	33,3 $\pm$ 1,2 (34,0)
Z2	4,4 $\pm$ 1,7 (3,6)	4,3 $\pm$ 2,1 (3,8)	9,21 $\pm$ 5,15 (9,68)	6.867 $\pm$ 2.117 (8.000)	34,7 $\pm$ 2,5 (35,0)
Z3	2,3 $\pm$ 0,3 (2,2)	2,3 $\pm$ 1,2 (1,5)	1,48 $\pm$ 0,04 (1,46)	5.700 $\pm$ 3.182 (7.900)	32,3 $\pm$ 0,6 (32,0)
Z4	-	-	-	-	48,7 $\pm$ 15,2 (46,0)

**TABELA 2** - Área basal (m<sup>2</sup>/ha) por classe de diâmetro nas zonas estudadas do manguezal do estuário do Rio Miriri, PB.

Classes de diâmetro	Zona 1	Zona 2	Zona 3
< 2,5	0,44	6,07	1,60
2,5 a 10,0	0,73	6,74	1,75
>10,0	0,71	0,76	0

**TABELA 3** - Dominância e densidade relativa em % das espécies de mangue nas zonas estudadas do manguezal do Estuário do Rio Miriri, PB.

Espécies	Zona 1	Zona 2	Zona 3
<b>Dominância</b>			
<i>Avicennia schaueriana</i>	5,4	30,1	24,3
<i>Laguncularia racemosa</i>	0,6	13,4	26,0
<i>Rhizophora mangle</i>	94,0	56,5	49,7
<b>Densidade relativa</b>			
<i>Avicennia schaueriana</i>	0,5	30,0	11,1
<i>Laguncularia racemosa</i>	1,2	6,9	29,9
<i>Rhizophora mangle</i>	98,2	63,1	59,0

**TABELA 4** - Distribuição de troncos por classes de diâmetro (cm) das espécies *Avicennia schaueriana* (As) *Laguncularia racemosa* (Lr) e *Rhizophora mangle* (Rm) em cada zona do manguezal do Estuário do Rio Miriri.

Classes de diâmetro	Zona 1			Zona 2			Zona3		
	As	Lr	Rm	As	Lr	Rm	As	Lr	Rm
0,1 – 3,0	1	2	99	61	6	71,0	13	64	104
3,1 - 6,0	1	4	12	7	14	28,0	4	0	8
6,1 – 9,0	1	3	9	2	3	14,0	1	0	0
9,1 – 12,0	0	0	12	0	0	9,0	0	0	0
12,1 – 15,0	0	0	1	0	0	1,0	0	0	0

## DISCUSSÃO

A floresta de mangue analisada apresentou tendência de redução em seu desenvolvimento estrutural em direção à planície hipersalina, onde a salinidade intersticial foi mais elevada. Resultados similares foram reportados para uma floresta de mangue em Guaratiba, Estado do Rio de Janeiro (PELLEGRINI *et al.*, 2000). Em manguezais com baixa variabilidade de salinidade intersticial os parâmetros estruturais podem apresentar valores similares ao longo do gradiente de inundação (BERNINI e REZENDE, 2004, 2011; CALEGARIO *et al.*, 2015).

Os valores de altura, diâmetro e área basal foram inferiores aos observados em outros manguezais do estado da Paraíba (Tab. 5), refletindo a maior salinidade intersticial no manguezal do estuário do Rio Miriri. Altura, diâmetro e área basal, decrescem com o incremento da salinidade (SOTO e JIMENEZ, 1982; JIMENEZ e SAUTER, 1991), pois a exclusão de sal pelas raízes tem alto custo de energia, influenciando a absorção de nutrientes e o balanço hídrico da planta (LUGO e MEDINA, 2014).

A floresta de mangue exibiu maior contribuição em área basal na classe diamétrica entre 2,5 e 10,0 cm. Florestas de mangue submetidas a diferentes tensores antrópicos (SOARES, 1999; BERNINI *et al.*, 2014) ou a fatores abióticos com valores estressantes, como elevada salinidade intersticial ou baixas temperaturas (SOUZA *et al.*, 1993; SOARES *et al.*, 2012), tendem a exibir maior contribuição nesta classe de diâmetro. Manguezais que apresentam elevado desenvolvimento estrutural exibem maior contribuição em área basal na classe de diâmetro  $\geq 10,0$  cm (BERNINI e REZENDE, 2011, 2014; PETRI *et al.*, 2011).

A riqueza de espécies observada foi maior em comparação com a registrada por COUTINHO (1999) e por NASCIMENTO-COSTA (2015) mas similar a do estudo de ARAÚJO (2002) (Tab. 5). Essa diferença pode estar relacionada às variações das condições ambientais nos locais de amostragem em cada estudo (BUNT, 1996; SILVA *et al.*, 2005; PETRI *et al.*, 2011), e/ou ao corte seletivo de madeira (PINZÓN *et al.*, 2003).

**TABELA 5** - Estrutura da vegetação em manguezais do estado da Paraíba. \*troncos/ha. Fontes: <sup>1</sup>COUTINHO (1999); <sup>2</sup>ARAÚJO (2002); <sup>3</sup>NASCIMENTO-COSTA (2015).

Local	Altura (m)	DAP médio (cm)	Área basal (m <sup>2</sup> /ha)	Densidade (indivíduos/ha)	Espécies registradas
Lagoa Camurupim <sup>1</sup>	3,4-9,3	5,5 - 10,4	16,23-38,81	2.969-5.132	Laguncularia racemosa Rhizophora mangle
Estuário do Rio Mamanguape <sup>2</sup>	3,0-6,8	3,1 - 9,1	11,67-12,26	1.422-8.060*	Avicennia schaueriana Laguncularia racemosa Rhizophora mangle
Estuário do Rio Mamanguape <sup>3</sup>	0-11,1	0 - 21,6	0-16,22	0-1.215	Avicennia germinans Laguncularia racemosa
Presente estudo	0-4,4	0 - 5,0	0-9,21	0-6.867	Avicennia schaueriana Laguncularia racemosa Rhizophora mangle

As espécies registradas exibiram zonação ao longo das zonas analisadas. Os valores de área basal e densidade de *Rhizophora mangle* mostraram tendência de redução em direção à planície hipersalina, enquanto que, para *L. racemosa* e *A. schaueriana* houve tendência de aumento na mesma direção. Esse padrão também foi observado por LAMBERTI (1969), PELLEGRINI *et al.* (2000) e SANTOS *et al.* (2012). *Rhizophora mangle* exibe maior tolerância às condições de inundação (McKEE, 1993), características das áreas mais próximas do canal de maré, enquanto a *A. schaueriana* é mais tolerante à salinidade (CINTRÓN *et al.*, 1978; TOMLINSON, 1986), o que explicaria a distribuição diferenciada dessas espécies.

Em alguns manguezais não se observa padrão de zonação das espécies ao longo do gradiente de inundação (COUTO, 1996, BERNINI e REZENDE, 2014; CALEGARIO *et al.*, 2015). Em florestas de mangue onde o substrato recebe maior aporte de água doce e/ou elevada frequência de inundação, a distribuição das espécies pode ser influenciada por fatores bióticos, como predação de diásporos e competição interespecífica, podendo resultar em florestas sem zonação das espécies (TOMLINSON, 1986, SMITH, 1992).

Em geral, as espécies apresentaram distribuição diamétrica do tipo jota invertido, como observado em outros estudos (SOARES *et al.*, 2003; PETRI *et al.*, 2011). Este tipo de distribuição é indicativo de floresta saudável, com capacidade de se auto-sustentar (SOARES *et al.*, 2003).

## AGRADECIMENTOS

Ao CNPq (PIBIC/UFPB). pelas bolsas de Iniciação Científica concedidas às duas primeiras autoras; Aos motoristas do Campus IV da UFPB, pelo apoio nos trabalhos de campo; Aos revisores pelas valiosas sugestões.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ADAME, M. F.; VIRIDS, D. e LOVELOCK, C. E. 2010 - Effect of geomorphological setting and rainfall on nutrient exchange in mangroves during tidal inundation. *Marine and Freshwater Research*, 61(10): 1197–1206.
- ALVES, R. R. N. e SASSI, R. 2003 - Phytosociological characteristics and anthropogenic impacts on the mangrove of Intermares Coastal Lagoon, Northeastern Brazil. *Tropical Oceanography*, 31(2): 135-147.
- ALVES, R. R. N.; SASSI, R e SANTANA, G. G. 2013 - The mangrove forest at the Bucatu Lagoon, Northeastern Brazil: structural characterization and anthropic impacts. *Tropical Conservation Science*, 6 (2): 254-267.
- ARAÚJO, D. C. B. 2002 - **O Processo de herbivoria e os organismos causadores de danos foliares, em plantas de mangue na Área de Proteção Ambiental da Barra do Rio Mamanguape, Estado da Paraíba, Brasil.** Dissertação de Mestrado. Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 138 p.
- BARBIER, E. B. 2006 - Natural barriers to natural disasters: Replanting mangroves after the tsunami. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 4(2): 124–131.
- BERNINI, E. e REZENDE, C. E. 2004 - Estrutura da vegetação em florestas de mangue do estuário do Rio Paraíba do Sul, Estado do Rio de Janeiro, Brasil. *Acta Botanica Brasílica*, 18(3): 491-502.
- BERNINI, E.; CHAGAS, T.; LAGE-PINTO, F.; CALEGARIO, G.; e REZENDE, C. E. 2014 - Phytosociology and litterfall in the mangrove estuary of the Itabapoana river, Southeast Brazil. *Pan-American Journal of Aquatic Sciences*, 9: 88-102.
- BERNINI, E. e REZENDE, C. E. 2011 - Vegetation structure in a mangrove forest in Southeastern Brazil. *Pan-American Journal of Aquatic Sciences*, 6: 193-209.
- BUNT, J. S. 1996 - Mangrove zonation: an examination of data from seventeen riverine estuaries in tropical Australia. *Annals of Botany*, 78:333-341.
- CALEGARIO, G.; SALOMÃO, M. S. M. B.; REZENDE, C. E. e BERNINI, E. 2015 Mangrove forest structure in the São João river estuary, Rio de Janeiro, Brazil. *Journal of Coastal Research*, 31(3): 653-660.
- CINTRÓN, G.; LUGO, A. E.; POOL, D. J. e MORRIS, G. 1978 - Mangrove of arid environments in Puerto Rico and adjacent islands. *Biotropica*, 10(2):110-121.
- COUTINHO, S. M. V. 1999 - **Impactos antrópicos nas microbacias do Litoral Sul do Estado da Paraíba: ênfase nos aspectos sócio-ambientais e características estruturais do mangue na Laguna de Camurupim.** Dissertação de Mestrado. Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 139 p
- COUTO, E. C. G. 1996 - Caracterização estrutural do manguezal da foz da Gamboa do Maciel (Paranaguá-PR). *Arquivos de Biologia e Tecnologia*, 39(3): 497-507.
- DONATO, D. C.; KAUFFMAN, J. B.; MURDIYARSO, D.; KURNIANTO, S.; STIDHAM, M. e KANNINEN, M. 2011 - Mangroves among the most carbon-rich forests in the tropics. *Nature Geoscience*, 4(5): 293-297.
- DUKE, N. C.; BALL, M. C. e ELLISON, J.C. 1998 - Factors influencing biodiversity and distributional gradients in mangroves. *Global Ecology and Biogeography Letters*, 7: 27-47.



- GOVERNO DO ESTADO DA PARAÍBA 1985 - **Atlas geográfico do estado da Paraíba**. Grafset, João Pessoa. 100 p.
- IPCC 2007 - **Climate change 2007: the physical science basis. Summary for policymakers**. IPCC Secretariat, Geneva. 18 p.
- JIMÉNEZ, J. A. e SAUTER, K. 1991 - Structure and dynamics of mangrove forests along a flooding gradient. *Estuaries*, 14(1):49-56.
- LAMBERTI, A. 1969 - Contribuição ao conhecimento da ecologia das plantas do manguezal de Itanhaém. *Boletim da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras, Universidade de São Paulo* 23: 1-217.
- LUGO, A. E. e MEDINA, E. 2014 - Mangrove Forests; pp 343-352. In: Wang, Y. (Ed.), **Encyclopedia of Natural Resources: Land**. Taylor and Francis, New York.
- LUGO, A. E.; e SNEDAKER, S. C. 1974 - The ecology of mangroves. *Annual Review of Ecology and Systematic*, 5: 39-64.
- MAIA, L. P.; LACERDA, L. D.; MONTEIRO, L. H. U. e SOUZA, G. M. E. 2006 - **Atlas dos Manguezais do Nordeste: Avaliação das Áreas de Manguezal dos Estados do Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba e Pernambuco**. Fortaleza: Superintendência Estadual do Meio Ambiente. v. 1. 125 p.
- MCKEE, K. L. 1993 - Soil physicochemical patterns and mangrove species distribution - reciprocal effects? *Journal of Ecology*, 81:477-487.
- MOURÃO, J. S. e NORDI, N. 2002 - Principais critérios utilizados por pescadores artesanais na taxonomia *folk* dos peixes do estuário do Rio Mamanguape, Paraíba-Brasil. *Interiência*, 27(11): 1-7.
- NASCIMENTO-COSTA, E. C. 2015 - Aspectos estruturais de uma floresta de mangue submetida à corte seletivo na Área de Proteção Ambiental da Barra do Rio Mamanguape, estado da Paraíba. Monografia de Graduação. Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa. 41 p.
- NIMER, E. 1989 - **Climatologia do Brasil**. 2ed. IBGE, Rio de Janeiro. 422 p.
- OLIVEIRA, J. C. C. 2003 - **Zoneamento ambiental da APA da Barra do Rio Mamanguape e de seu entorno, Estado da Paraíba, Brasil**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa. 119 p
- PELLEGRINI, J. A. C.; SOARES, M. L. G.; CORRÊA, F. M. e SCHAEFFER-NOVELLI, Y. 2000 - Caracterização da planície hipersalina (apicum) associada a um bosque de mangue em Guaratiba, Baía de Sepetiba, RJ; pp 262-269. In: Anais do V Simpósio de Ecossistemas Brasileiro, ACIESP. V. 2. São Paulo.
- PETRI, D. J. C.; BERNINI, E.; SOUZA, L. M. e REZENDE, C. E. 2011- Distribuição das espécies e estrutura do manguezal do Rio Benevente, Anchieta, ES. *Biota Neotropica*, 11: 107-116.
- PINZÓN, Z. S., EWEL, K. C. & PUTZ, F. E. 2003 - Gap formation and forest regeneration in a Micronesian mangrove forest. *Journal of Tropical Ecology*, 19: 143–153.
- SANTOS, T. O.; ANDRADE, K. V. S.; SANTOS, H. V. S.; CASTANEDA, D. A. F. G.; SANTANA, M. B. S.; HOLANDA, F. S. R. e SANTOS, M. J. C. 2012 - Caracterização estrutural de bosques de mangue: Estuário do São Francisco. *Scientia Plena*, 8(4):1-7.

- SCHAEFFER-NOVELLI, Y.; CINTRÓN-MOLERO, G.; SOARES, M. L. G. e DE-ROSA, T. 2000 - Brazilian mangroves. *Aquatic Ecosystem Health and Management*, 3: 561-570.
- SCHAEFFER-NOVELLI, Y. e CINTRÓN, G. 1986 - **Guia para estudo de áreas de manguezal: estrutura, função e flora**. Caribbean Ecological Research, São Paulo. 150 p.
- SILVA, M. A. B., BERNINI, E. e CARMO, T. M. S. 2005. Características estruturais de bosques de mangue do estuário do Rio São Mateus, ES, Brasil. *Acta Botanica Brasilica*, 19(3):465-471.
- SMITH, T. J. 1992 - Forest structure; pp. 101-136. In: ROBERTSON, A. I. e ALONGI, D. M. (Eds.), **Tropical mangrove ecosystems**. American Geophysical Union, Washington.
- SOARES, M. L. G. 1999 - Estrutura vegetal e grau de perturbação dos manguezais da Lagoa da Tijuca, Rio de Janeiro, RJ, Brasil. *Revista Brasileira de Biologia*, 59(3):503-515.
- SOARES, M. L. G.; ESTRADA, G. C. D.; FERNANDEZ, V. e TOGNELLA, M. M. P. 2012 - Southern limit of the Western South Atlantic mangroves: Assessment of the potential effects of global warming from a biogeographical perspective. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 101: 44-53.
- SOARES, M. L. G.; CHAVES, F. O.; CORRÊA, F. M. e SILVA JR., C. M. G. 2003 - Diversidade estrutural de bosques de mangue e sua relação com distúrbios de origem antrópica: o caso da Baía de Guanabara (Rio de Janeiro). *Anuário do Instituto de Geociências*, 26:101-116.
- SOTO, R. e JIMÉNEZ, J. A. 1982 - Análisis fisonómico estructural del manglar de Puerto Soley, La Cruz, Guanacaste, Costa Rica. *Revista de Biología Tropical*, 30(2):161-168.
- TOMLINSON, P. B. 1986 - **The Botany of Mangroves**. Cambridge University Press, Cambridge. 413 p.
- TWILLEY, R. R. 1995 - Properties of mangrove ecosystems related to the energy signature of coastal environments; pp 43-62. In: HALL, C. (Ed.), **Maximum Power: The Ideas and Application of H.T. Odum**. University of Colorado Press, Boulder.