

ANÁLISE FITOECOLÓGICA E ZONAÇÃO DE MANGUEZAL EM ESTUÁRIO HIPERSALINO

Phytoecological analysis and zonation of mangrove of the hypersaline estuary

Diógenes Félix da Silva Costa *

Renato de Medeiros Rocha **

Luiz Antonio Cestaro ***

Resumo

O manguezal é um ecossistema costeiro de grande importância ecológica, apresentando elevada fragilidade frente aos processos naturais e às intervenções humanas na zona costeira. A pesquisa em questão tem por objetivo analisar a relação entre a distribuição das espécies de mangue e os parâmetros geoquímicos da água e do solo no estuário do rio Apodi-Mossoró, localizado no litoral setentrional do Rio Grande do Norte, que é um estuário hipersalino. Para a caracterização da vegetação foram utilizados dados florísticos e estruturais amostrados ao longo do estuário, os quais foram relacionados com dados de salinidade da água e do solo. Os resultados indicam que a salinidade atua como fator limitante na distribuição das espécies de mangue ao longo do estuário, devendo esse parâmetro ser levado em consideração quando da elaboração de planos de gerenciamento e recuperação ambiental no estuário em análise.

Palavras-chave: Manguezal; Estuário; Hipersalinidade; Fitogeografia.

Abstract

Mangrove is a coastal ecosystem of great ecological importance, exhibiting a high fragility to natural processes and human interventions in the coastal zone. This research aimed to examine the relationship between the distribution of mangrove species and geochemical parameters of soil and water in the estuary of the Apodi-Mossoró River, a hypersaline estuary on the northern coast of Rio Grande do Norte State. In order to characterize the vegetation it was used floristic and structural data sampled along the estuary, which were related to salinity in water and soil. The results indicate that salinity acts as a limiting factor in the distribution of mangrove species along the estuary, and this parameter should be taken into consideration when designing management plans and environmental restoration for the estuary in question.

Key words: Mangrove; Estuaries; Hypersaline; Phytogeography.

Resumen

El manglar es un ecosistema costero de gran importancia ecológica, presentando una elevada fragilidad frente a procesos naturales y a la intervención humana en la zona costera. El estudio en cuestión tiene por objetivo analizar la relación entre la distribución de las especies de mangle y los parámetros geoquímicos del agua y del suelo, en el estuario del río Apodi-Mossoró, localizado en el litoral septentrional de Río Grande do Norte, que es un estuario hipersalino. Para la caracterización de la vegetación fueron utilizados datos florísticos y estructurales de muestras tomadas a lo largo del estuario, los que fueron relacionados con datos de salinidad de agua y de suelo. Los resultados indican que la salinidad actúa como factor limitante en la distribución de las especies de mangue a lo largo del estuario, este parámetro debe ser tenido en consideración al elaborar los planes de manejo y restauración ambiental en el estuario en análisis.

Palabras clave: Manglares; Estuario; Hipersalinidad; Fitogeografía.

(*) Prof. Dr. do Departamento de Geografia da Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Campus de Caicó - Rua Joaquim Gregório, s/n. Penedo - CEP: 59300-000. Caicó (RN), Brasil. Tel: (+55 84) xxxx xxxx - diogenesgeo@yahoo.com.br

(**) Prof. Dr. do Departamento de Geografia da Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Campus de Caicó - Rua Joaquim Gregório, s/n. Penedo - CEP: 59300-000. Caicó (RN), Brasil. Tel: (+55 84) xxxx xxxx - renatocaico@yahoo.com.br

(**) Prof. Dr. Da Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal do Rio Grande do Norte - Av. Sen. Salgado Filho, s/n. Lagoa Nova - CEP: 59072-970. Natal (RN), Brasil. Tel: (+55 84) xxxx xxxx - cestaro@cchla.ufn.br

INTRODUÇÃO

Os manguezais são ecossistemas costeiros restritos às regiões tropicais e subtropicais, ocorrem em estuários, lagunas e planícies de maré, na transição entre os ambientes terrestres e marinhos, e estão sujeitos ao regime diário das marés. Tais ecossistemas fornecem uma ampla variedade de benefícios e serviços ambientais, incluindo a proteção das margens do estuário, as interações ecológicas com os ecossistemas marinho e fluvial, o fornecimento de recursos vegetais e animais para populações humanas, retenção de sedimentos, substâncias químicas e matéria orgânica (EWEL et al., 1998).

No Brasil, os manguezais cobrem uma área aproximada de 13.763 km² e se estendem desde o extremo norte, no Oiapoque, Amapá (latitude 4° 30' N), até seu limite sul em Laguna, Santa Catarina (latitude 28° 30' S), onde as baixas temperaturas tornam-se barreira importante ao seu desenvolvimento (SCHAEFFER-NOVELLI et al., 1990; KJERFVE; LACERDA, 1993). No Rio Grande do Norte, os manguezais sofreram intenso desmatamento e ocupam atualmente uma superfície de 129,71 km², distribuindo-se ao longo da sua linha de costa e ocorrendo principalmente em estuários e lagunas (MAIA et al., 2006).

O litoral setentrional do Rio Grande do Norte encontra-se sob a influência do clima semiárido quente, com 7 a 8 meses secos por ano (IBGE, 2010). Os rios que desembocam nesse litoral são naturalmente intermitentes, abastecendo os estuários com maior quantidade de água doce entre fevereiro e junho (MEDEIROS et al., 2010). De julho a janeiro o fluxo de água doce é bastante reduzido, elevando o tempo de permanência e a área de inundação da água salgada no estuário. Sob tais condições se estabelecem os estuários hipersalinos. Segundo Largier (2010), um estuário hipersalino é aquele no qual a salinidade da água é superior à salinidade das águas oceânicas adjacentes. A causa principal da maior concentração de sais nesses estuários está relacionada com a elevada evaporação, a qual excede a precipitação e o escoamento superficial, conforme os modelos descritos por Savenije e Pagès (1992). Esses mesmos autores indicam que é nesses estuários que se estabelece a produção comercial de sal marinho.

O estuário do rio Apodi-Mossoró, localizado no litoral setentrional do Rio Grande do Norte, é considerado um estuário hipersalino (MEDEIROS et al., 2010; SERPE et al., 2010). Nele, os manguezais se estendem por 240 ha, enquanto as salinas ocupam 14.468 ha (AMARO et al., 2004).

A variabilidade do meio físico no interior do estuário vai determinar o desenvolvimento das florestas de mangue e a distribuição de suas espécies (DUKE et al., 1998), sendo que a salinidade é um dos principais fatores a influenciar tanto na estrutura vertical quanto na estrutura horizontal dos manguezais (BUNT, 1996, 1999; DUKE et al., 1998; MATTHIJS et al., 1999; JOSHI; GHOSE, 2003). Em termos de desenvolvimento, os manguezais atingem o seu maior porte onde os subsídios de pluviosidade e as amplitudes de maré são superiores a 2.000 mm anuais e a 2 m, respectivamente (SCHAEFFER-NOVELLI; CINTRÓN, 1986; KJERFVE; LACERDA, 1993), havendo assim um maior aporte de água doce. Segundo Tomlinson (1986), em estuários sob condições ambientais mais rigorosas as florestas de mangue podem apresentar estrutura mais simplificada e porte menor, embora possam ser encontradas as mesmas espécies de ambientes menos estressantes, formando bosques monoespecíficos ou mistos. Essas características, portanto, são esperadas se observar na vegetação de mangue existente no estuário hipersalino do rio Apodi-Mossoró. Assim, o objetivo deste trabalho é descrever a vegetação de manguezal do referido estuário e verificar a existência de possível zonação da vegetação associada com a variação da salinidade.

MATERIAL E MÉTODOS

O levantamento de dados sobre a vegetação foi realizado em parcelas posicionadas nas margens do rio e das gamboas, desde a foz em direção a montante, a cada 1,5 km aproximadamente. Cada parcela tinha o formato alongado e tamanho aproximado de 10 m x 100 m, posicionadas com seu



lado maior paralelo ao canal do rio ou gamboa (canal de maré), desde a sua margem em direção a terra firme. A amostra foi composta por 35 parcelas inventariadas entre junho de 2008 e junho de 2009 e georreferenciadas com o auxílio de um aparelho receptor de sinais GPS (Global Positioning System) em código CA, modelo GARMIM ETREX LEGEND (“GPS de navegação”).

Em cada parcela foram identificadas as espécies vegetais presentes para os indivíduos lenhosos de mangue com altura superior a um metro, avaliadas a estratificação vertical da comunidade e estimadas a altura de cada estrato e a abundância de cada espécie em cada estrato segundo a escala: muito frequente, comum e pouco frequente.

A identificação das espécies foi realizada diretamente a partir das observações em campo e por morfologia comparada, onde o enquadramento sistemático/taxonômico das famílias de angiospermas foi realizado de acordo com o proposto por APG II (APG, 2003; SOUZA; LORENZI, 2005). Os dados de salinidade foram obtidos no trabalho de Medeiros et al. (2010), no qual foram analisados diversos parâmetros físicos e químicos da água do estuário ao longo de nove pontos amostrais.

Os dados da comunidade e de salinidade foram armazenados e manipulados em planilhas eletrônicas do software Microsoft Excel®, o que permitiu um maior controle e domínio do conjunto de dados. Assim, foi possível agrupar as parcelas com maior semelhança estrutural e florística. A semelhança entre parcelas foi avaliada em termos de porte da vegetação e espécie(s) dominante(s).

Ao longo do canal principal do estuário foram estabelecidos setores de acordo com a semelhança entre as parcelas, os quais foram relacionados com a salinidade. Para cada setor foi realizada sua descrição florística e estrutural levando em consideração largura da franja, altura do dossel e a distribuição das espécies de mangue. Também para cada setor foi elaborado um perfil de vegetação, conforme utilizado por Schaeffer-Novelli et al. (1990).

RESULTADOS

No estuário do rio Apodi-Mossoró foi observada a presença de quatro espécies de mangue: *Avicennia germinans* (L.) L., *Avicennia schaueriana* Stapf & Leechm. ex Moldenke (família *Verbenaceae*), *Laguncularia racemosa* (L.) C.F.Gaertn. (família *Combretaceae*) e *Rhizophora mangle* L. (família *Rhizophoraceae*). Até cerca de 12 km à montante desde a foz, foi observada a presença das quatro espécies. À medida que se adentra mais para o interior do estuário, *Rhizophora mangle* deixa de aparecer. *Laguncularia racemosa* se distribui desde a foz até 24 km estuário adentro. *Avicennia schaueriana* ocorre desde a foz, mas avança até 28 km, enquanto *A. germinans* é a espécie com maior amplitude de distribuição, ocorrendo desde a foz até cerca de 34 km à montante, a partir de onde não se observou mais a ocorrência de espécies de mangue (Figura 1).

A vegetação de mangue está localizada apenas junto às margens do estuário, em uma formação de franja. De acordo com as características da vegetação, foram identificados três setores de ocorrência do manguezal no estuário (Setor A – foz, Setor B - intermediário e Setor C – montante do estuário), os quais apresentaram relação estreita com a salinidade. O Setor A se estende da foz até 10 km para o interior do estuário e apresenta salinidade média de 35 partes por mil. O Setor B vai de 10 km a 30 km estuário adentro, onde a salinidade média é 50 partes por mil. E, por fim, o Setor C, com 10 km de extensão e salinidade variando entre 70 e 90 partes por mil (Figuras 1 e 2).

Em termos de largura da faixa de manguezal, o Setor A apresenta as maiores e mais extensas áreas, variando desde espaços reduzidos com apenas 10 m, até faixas com 100 m de largura. Já o Setor B, com largura da faixa de vegetação entre 05 e 20 m, é caracterizado por uma redução drástica da área ocupada por essa vegetação. Por fim, o Setor C apresenta apenas estreitas e interrompidas faixas de 01 a 05 m de largura.





Figura 1 –Distribuição das espécies de mangue em três setores ao longo do estuário Apodi-Mossoró (RN).

Com relação à distribuição das espécies de mangue identificadas, no Setor A são encontradas as quatro espécies, com predominância decrescente respectivamente de *Avicennia schaueriana*, *Laguncularia racemosa*, *Rhizophora mangle* e *Avicennia germinans* (Figura 2). Também nesse setor são observadas as maiores alturas para cada espécie, com dossel chegando a 15 m de altura, assim como é nesse setor que estão localizadas as maiores áreas de manguezal do estuário.

Já no Setor B também são encontradas as quatro espécies, com uma alteração na predominância das espécies, onde *A. germinans* passa a ser mais abundante que *R. mangle*, apresentando esta última apenas alguns indivíduos ocasionalmente. Assim, tem-se a seguinte sequência de dominância neste setor em ordem decrescente: *A. schaueriana*, *L. racemosa*, *A. germinans* e *R. mangle*. Desde o Setor A, em direção ao interior do estuário, a altura dos indivíduos vai se reduzindo gradativamente na medida em que a salinidade da água aumenta. No Setor B a altura da vegetação chega no máximo aos 6 m, ocupando uma estreita faixa marginal do canal principal (de 05 a 20 m de largura). Por fim, o Setor C apresenta uma redução na diversidade de espécies e na altura da vegetação, onde apenas espécimes de *A. germinans* estão presentes, com uma estrutura nanica (< 3 m de altura), e em uma estreita faixa de 2 a 5 m ao longo das margens (Figura 2).

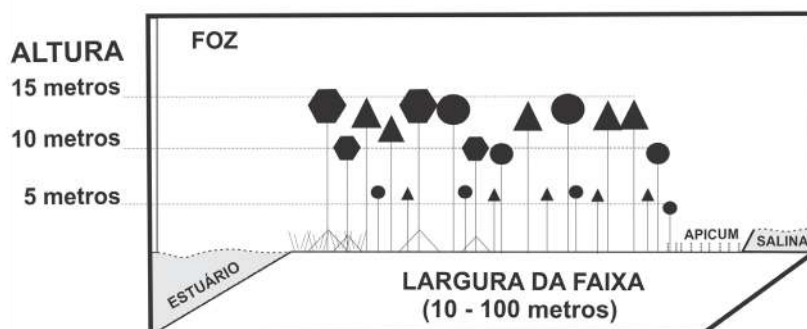
Em relação à distribuição e ao porte dos indivíduos, a abundância de *R. mangle* é maior junto à foz do estuário, no Setor A, onde os indivíduos adultos chegam a alturas entre 5 e 15 m. Ao se avançar para o interior do estuário, ainda nesse setor, a abundância e o porte da espécie vão diminuindo gradativamente, com indivíduos ainda de porte arbóreo (8 a 10 m/altura) ocorrendo a 7 km da foz. A partir dos 10 km no sentido montante, os poucos indivíduos de *R. mangle* encontrados apresentam tamanho nanico (< 4 m de altura). Ocasionalmente foram observados indivíduos da espécie, sempre pequenos, até aproximadamente 17 km da foz.

A. schaueriana é mais abundante no baixo e médio estuário (Setores A e B), apresentando maior altura, entre 10 m e 15 m, junto à foz. Essa espécie também é largamente encontrada no setor intermediário do estuário (Setor B), seja formando bosques monoespecíficos ou em associação com *L. racemosa*. A altura das plantas porém, reduz-se drasticamente, não ultrapassando os 6 m.

L. racemosa foi encontrada até 22 km de distância da foz. Sua distribuição, porém, é heterogênea. Trechos monoespecíficos dessa espécie são encontrados ao longo das margens, dominando principalmente na zona intermediária do estuário, onde os indivíduos atingem altura máxima de 6 m. Agrupamentos monoespecíficos dessa espécie ocorrem, no máximo, até 14 km de distância da foz, com a altura dos indivíduos reduzindo-se para 3 a 5 m. No Setor C são encontrados poucos e esparsos indivíduos da espécie, sempre com altura menor que 3 m.

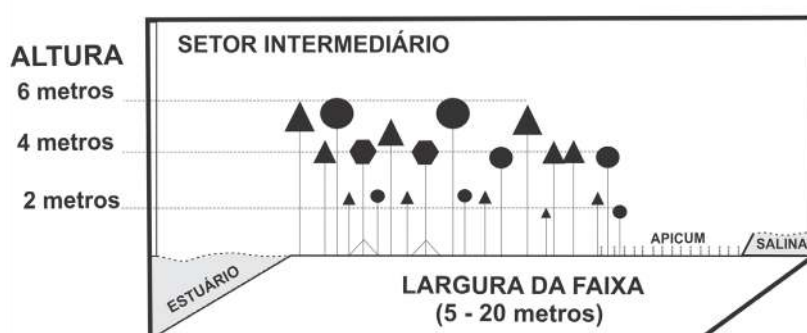
SALINIDADE ~ 35 ‰

(A)



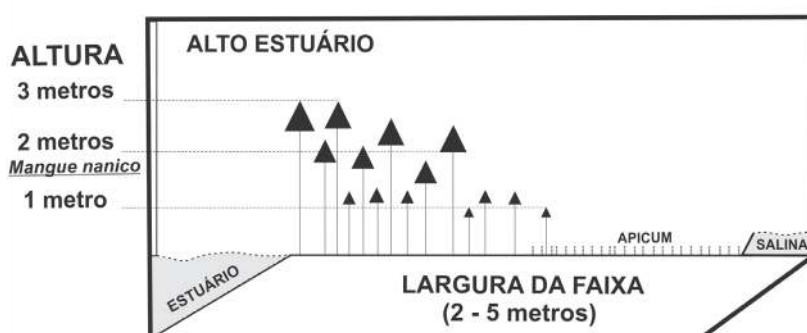
SALINIDADE ~ 50 ‰

(B)



SALINIDADE ~ 70 - 90 ‰

(C)



● *Rhizophora mangle* ● *Laguncularia racemosa* ▲ *Avicennia germinans*
 ▲ *Avicennia schaueriana*
 ▤ *Spartina* sp. ○ *Salicornia* sp. / *Batis* sp. (A) (B) (C) SETORES

Figura 2 – Estrutura da vegetação de mangue e espécies constituintes ao longo do estuário Apodi-Mossoró (RN): (A) foz, (B) médio estuário e (C) alto estuário.

A. germinans foi a espécie menos abundante, tanto na foz quanto no setor intermediário do estuário. Todavia, a ocorrência e a abundância dessa espécie vão aumentando gradativamente à medida que se adentra no estuário. *A. germinans* apresenta altura máxima junto à foz, entre 8 e 10 m, enquanto no setor intermediário, a altura máxima dos indivíduos não atinge 6 m. No último setor do estuário, entre 30 km e 40 km da foz, *A. germinans* é a espécie dominante, mesmo assim com porte mais baixo ainda, entre 1 e 3 m de altura.

DISCUSSÃO

Pelos resultados apresentados pode-se afirmar que no estuário do rio Apodi-Mossoró existe uma zonação da vegetação de manguezal, zonação esta que pode estar associada com a salinidade. Medeiros et al. (2010) observaram um gradiente de salinidade nas águas do estuário, variando de aproximadamente 35 g.L⁻¹ na foz até 90 g.L⁻¹ nas porções mais interiores. No mesmo sentido observou-se uma redução gradativa do porte das plantas e uma mudança na presença e na dominância das espécies. De árvores de até 15 m de altura na foz, chega-se a arbustos de no máximo de 1 a 3 m de altura nos limites interiores do estuário. Bosques mistos, compostos pelas quatro espécies de mangue, presentes próximo à foz (Setor A), vão sendo substituídos, ao se adentrar no estuário, por agrupamentos monoespecíficos e, as vezes, mistos de *A. schaueriana* e *L. racemosa* (Setor B) para, por fim, serem substituídos por grupamentos de plantas quase exclusivas de *A. germinans* na porção mais interior do estuário (Setor C).

O efeito adverso de salinidades elevadas sobre a composição e porte de espécies, seja em estuários normais, seja em estuários hipersalinos é reportado por diversos autores, como já citado anteriormente. Tonlinsom (1986) e Jiménez e Lugo (2000) destacam, particularmente, o efeito da salinidade elevada sobre o porte de espécies de *Avicennia*, fato observado claramente neste estudo.

A ocorrência e predominância de *A. schaueriana* e *L. racemosa* ao longo do estuário evidencia o alto potencial dessas espécies para o (re)florestamento das áreas desprovidas de vegetação não-herbácea. Essas espécies têm características particulares e sua ocorrência está muito relacionada com as características ambientais da área (e.g. granulometria do sedimento, fatores físicos e químicos), onde uma espécie pode ocorrer em várias posições geográficas, desde que os sítios ecológicos sejam semelhantes (THOM, 1982).

Além da baixa estatura dos indivíduos, a ocorrência de trechos sem vegetação às margens do estuário se traduz de forma preocupante para os diversos usuários das margens, principalmente para as salinas, uma vez que a presença do componente vegetal é de fundamental importância para amenizar o grau de vulnerabilidade desses empreendimentos a eventos externos. Destaca-se que um dos principais serviços ambientais prestados pelos manguezais é proporcionar uma proteção natural contra as forças erosivas produzidas pela ação das marés e dos ventos sobre os paredões das salinas (GILBERT; JANSSEN, 1998). Esse serviço, ao ser negligenciado, como foi observado pela estreita faixa de manguezal ainda remanescente ao longo do estuário, pode vir a trazer problemas para a manutenção da estabilidade dos taludes dos tanques de evaporação das salinas.

No que concerne às respostas das espécies ao estresse da redução de hábitat e a hipersalinidade do estuário, têm-se uma escala diferenciada para cada espécie, onde cada uma pode apresentar limites ecológicos de tolerância e ótimos diferentes para os diversos parâmetros ecológicos do estuário. Nesse sentido, algumas espécies estão restritas a áreas pequenas e ecologicamente monótonas, enquanto outras, como *Avicennia schaueriana* e *Laguncularia racemosa*, têm amplos limites de tolerância para a maioria dos fatores (TOMLINSON, 1986), o que resulta em ampla distribuição na área analisada. Todavia, a dominância dessas duas espécies nos trechos imediatamente na zona intermaré deve ser analisada levando-se em consideração o fato de as mesmas serem consideradas pioneiras na colonização de espaços anteriormente impactados e/ou desprovidos de vegetação. Nessa estratégia de ocupação, *L. racemosa* leva certa vantagem em relação às demais espécies, principalmente com relação ao elevado número de sementes lançadas (TOMLINSON, op. cit.), assegurando sua rápida colonização em áreas desprovidas de cobertura vegetal não-herbácea.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A medida que se adentra no estuário do Rio Apodi-Mossoró, as manchas de manguezal vão diminuindo de tamanho, verificando-se também a formação de trechos monoespecíficos de diferentes espécies. *A. germinans* ocorre principalmente no trecho de transição da faixa de entremarés e as



planícies hipersalinas (apicuns) dominantes nas áreas mais elevadas na planície de maré. A baixa abundância de *A. germinans* ao longo de todo o trecho amostrado pode ser um indicativo de que essa espécie não obteve sucesso na colonização das áreas efetivamente junto às margens do estuário.

A compreensão das causas que influenciam na distribuição espacial e na abundância e desenvolvimento das espécies, notadamente daquelas relacinadas com fatores estressantes naturais (salinidade da água e do solo, por exemplo) ou antrópicos (retirada da vegetação), se constitui em uma informação valiosa para a tomada de decisão sobre quais práticas de recuperação ambiental/florestal adotar, como por exemplo, quais espécies utilizar, em que densidade e em quais trechos plantar. Modelos de distribuição, portanto, são de grande importância, sobretudo em estuários de salinidade invertiva, como é o caso do estuário analisado.

AGRADECIMENTOS

Ao Laboratório de Ecologia do Semiárido (UFRN – Campus de Caicó), pelo apoio instrumental, nos trabalhos de campo e de gabinete. Ao Programa de Pós-graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente – PRODEMA/UFRN e a CAPES, pela concessão da bolsa de mestrado para o primeiro autor. Aos revisores anônimos da revista, pelos importantes comentários e sugestões. Ao SIESAL (Sindicato da Indústria de Extração de Sal Marinho do Rio Grande do Norte) e aos proprietários das salinas, pelo apoio e facilitação de acesso por terra às margens do estuário.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

- AMARO, V. E.; SOUZA, F. E. S.; SOUTO, M. V.; ARAÚJO, A. B.; NÓBREGA, L. C.; LIMA, F. B.; SOUZA, A. S.; MELO, B. S.; SILVA, D. R. V. **Mapas temáticos de uso e ocupação do solo e das unidades geoambientais do estuário Apodi-Mossoró/RN, na escala de 1:10.000, baseado em imagens Ikonos de 2000 a 2002**. Relatório Técnico. Natal/RN: Instituto de Desenvolvimento Sustentável e Meio Ambiente do Rio Grande do Norte/IDEMA e Fundação Norte-rio-grandense de Pesquisa e Cultura/FUNPEC-UFRN, 2004. 32 p.
- ANGIOSPERM PHYLOGENY GROUP - APG. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG II. **Bot. J. Linnean Soc.**, v. 141, n. 141, p. 399-436, 2003.
- BUNT, J. S. Overlap in mangrove species zonal patterns: some methods of analysis. **Mangroves and Salt Marshes**, v. 3, p. 155-164, 1999.
- BUNT, J. S. Mangrove zonation: an examination of data from seventeen riverine estuaries in tropical Australia. **Annals of Botany**, v. 78, p. 333-341, 1996.
- DUKE, N. C.; BALL, M. C.; ELLISON, J. C. Factors influencing in mangroves biodiversity and distributional gradients. **Global Ecology and Biogeography Letters**, v. 7, p. 27-47, 1998.
- EWEL, K. C.; TWILLEY, R. R.; ONG, J. E. Different kinds of mangrove forests provide different goods and services. **Global Ecology and Biogeography Letter**, v. 7, n.1, p. 83-94, 1998.
- GILBERT, A. J.; JANSSEN, R. Use of environmental functions to communicate the values of a mangrove ecosystem under different management regimes. **Ecological Economics**, v. 25, p. 323-346, 1998.
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Atlas Nacional do Brasil Milton Santos**. Rio de Janeiro: IBGE, 2010. 307 p.
- JIMÉNEZ, J. A.; LUGO, A. E. **Avicennia germinans (L.) L. Southern Forest Experiment Station**. New Orleans, LA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service. 2000, 6 p.
- JOSHI, H.; GHOSE, M. Forest structure and species distribution along soil salinity and pH gradient in mangrove swamps of the Sundarbans. **Tropical Ecology**, v. 44, n. 2, p. 197-206, 2003.
- KJERFVE, B.; LACERDA, L. D. Mangroves of Brazil. In: LACERDA, L. D. (Ed.). **Technical conservation and sustainable utilization of mangrove forests in Latin America and Africa Regions: Part I - Latin America**. Okinawa: International Society for Mangrove Ecosystems - International Tropical Timber Organization (ITTO/ISME), 1993, p. 245-272.



- LARGIER, J. Low-inflow estuaries: hypersaline, inverse, and thermal scenarios. In: VALLE-LEVINGSON, A. (Ed.) **Contemporary issues in estuarine physics**. New York: Cambridge University Press, 2010. p. 247-272.
- MAIA, L. P.; LACERDA, L.D.; MONTEIRO, L. H. U.; SOUZA, G. M. E. **Atlas dos manguezais do nordeste do Brasil**: avaliação das áreas de manguezais dos Estados do Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba e Pernambuco. v. 1. Fortaleza: SEMACE, 2006. 125 p.
- MATTHIJS, S.; TACK, J.; SPEYBROECK, D.; KOEDAM, N. Mangrove species zonation and soil redox state, sulphide concentration and salinity in Gazi Bay (Kenya), a preliminary study. **Mangrove and Salt Marshes**, v. 3, p. 243-249, 1999.
- MEDEIROS, A. M. A.; BARBOSA, J. E. L.; MEDEIROS, P. R.; ROCHA, R. M.; SILVA, L. F. Salinity and freshwater discharge determine rotifer distribution at the Mossoró River Estuary (Semiarid Region of Brazil). **Brazilian Journal of Biology**, v. 70, n. 3, p. 551-557, 2010.
- SAVENIJE, H. H. G.; PAGÈS, J. Hypersalinity: a dramatic change in the hydrology of Sahelian estuaries. **Journal of Hydrology**, v. 135, p. 157-174, 1992.
- SCHAEFER-NOVELLI, Y; CINTRÓN, G. **Guia para estudo de áreas de manguezal**: estrutura, função e flora. São Paulo: Caribbean Ecological Research, 1986. 150 p.
- SCHAEFFER-NOVELLI, Y.; CINTRÓN-MOLERO, G.; ADAIME, R. R.; CAMARGO, T. M. Variability of mangrove ecosystems along the Brazilian coast. **Estuaries**, v. 13, n. 2, p. 204-218, 1990.
- SERPE, F. R.; ADLOFF, C. T.; CRISPIM, M. C.; DE MEDEIROS ROCHA, R. Comunidade zooplanctônica em um estuário hipersalino no Nordeste brasileiro. **Revista Brasileira de Engenharia de Pesca**, v. 5, n. 3, p. 51-73, 2010.
- SOUZA, V. C.; LORENZI, H. **Botânica Sistemática: guia ilustrado para identificação das famílias de angiospermas da flora brasileira, baseado em AGP II**. Nova Odesa-SP: Instituto Plantarum, 2005. 640p.
- TOMLINSON, P.B. **The botany of mangroves**. Cambridge: Cambridge University Press, 1986. 413 p.
- THOM, B.G. Mangrove ecology: a geomorphological perspective. In: CLOUGH, B.F. (Ed.). **Mangrove ecosystems in Australia: structure, function and management**. Australia: Australian Institute of Marine Sciences and Australian National University Press., 1982, p. 3 - 7.

Trabalho enviado em outubro de 2013
Trabalho aceito em novembro de 2013