



Revista Brasileira de Geografia Física

Homepage: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/rbgfe>



Fitossociologia de manguezais em zonas urbanas: um estudo de caso em Aracaju, Sergipe

José Paulo Santana¹, Eduardo Vinícius da Silva Oliveira², Túlio Vinícius Paes Dantas³, Myrna Friederichs Landim⁴, Patrício Adriano da Rocha⁵

¹ Biólogo e Mestrando no Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente, Universidade Federal de Sergipe, Av. Marechal Rondon, São Cristóvão, Sergipe, CEP 49100-000. psantanasanto@gmail.com (autor correspondente). ² Ecólogo e Doutorando no Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação, Universidade Federal de Sergipe, Av. Marechal Rondon, São Cristóvão, Sergipe, CEP 49100-000. eduardovso@yahoo.com.br. ³ Dr. Pesquisador, Analista Ambiental da CELSE (Centrais Elétricas de Sergipe), Rodovia Cesar Franco, SE-100, s/n, Barra dos Coqueiros, Sergipe, CEP 49140-000. tuliovpd@hotmail.com. ⁴ Professora Dra. Voluntária (aposentada) Departamento de Biologia, Universidade Federal de Sergipe, Av. Marechal Rondon, São Cristóvão, Sergipe, CEP 49100-000. m_landim@hotmail.com. ⁵ Dr. Pesquisador, Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas (Zoologia), Universidade Federal da Paraíba, Cidade Universitária, João Pessoa, Paraíba, CEP 58051-900. parocha2@yahoo.com.br.

Artigo Submetido em 30/01/2020 e aceito em 16/03/2020

RESUMO

O objetivo deste estudo foi comparar a composição florística e a estrutura fitossociológica dos bosques de manguezais de áreas urbanas em Aracaju, estado de Sergipe, com diferentes tempos de regeneração e intensidades de impacto antrópico. Para o levantamento fitossociológico, foi adotado o método de parcelas múltiplas, sendo seis ou sete parcelas distribuídas equitativamente em dois transectos paralelos em quatro bosques de manguezais nos bairros 13 de julho, Porto Dantas, São Conrado e Mosqueiro. Destes, somente o bosque do Mosqueiro não apresentava tensores antrópicos contínuos como descarga de esgotos domésticos, retirada de madeira ou contribuição alóctone de sedimento. Para caracterizar a estrutura dos manguezais foram calculados os parâmetros densidade, frequência, dominância e o índice de valor de importância de cada espécie. Procedeu-se com a comparação estatística entre os bosques avaliados pelo teste de Kruskal-Wallis quanto a densidade geral e por espécie, diâmetro e altura geral dos indivíduos. Foram identificadas quatro espécies: *Laguncularia racemosa*, *Avicennia schaueriana*, *Rhizophora mangle* e *Conocarpus erectus*, que apresentaram diferenças de abundância e dominância entre os bosques analisados. De maneira geral, *L. racemosa* foi à espécie mais abundante e dominante nos bosques mais impactados, porém no bosque do Mosqueiro, *R. mangle* foi a mais dominante. Não houve diferenças significativas na densidade, diâmetro e altura geral dos indivíduos, porém a densidade de *A. schaueriana* e *R. mangle* diferiu entre os bosques. Em relação à altura, os bosques da 13 de julho e São Conrado apresentaram os maiores valores, ainda que possuíssem o menor tempo de regeneração pós-distúrbios.

Palavras Chave: ecótono. manguezal. estrutura florestal. zona costeira. nordeste brasileiro.

Phytosociology of mangroves in urban areas: a case study in Aracaju city, Sergipe state

ABSTRACT

The aim of this paper was to compare the floristic composition and the phytosociological structure of the mangrove forests in urban areas with different levels of regeneration and intensities of anthropic impact. The study was performed in the municipality of Aracaju, Sergipe state, Brazil Northeast. For the phytosociological survey, the multiple plots method was adopted; so six or seven plots were equally distributed in two parallel transects in four mangrove forests in the neighborhoods 13 de Julho, Porto Dantas, São Conrado and Mosqueiro. Of these, only the Mosqueiro mangrove did not have continuous anthropic tensors such as discharge of domestic sewage, removal of wood or allochthonous contribution of sediment. To characterize the structure of the mangroves, the parameters density, frequency, dominance and the importance value index for each species were calculated. Statistical comparison was made among the mangroves evaluated using the Kruskal-Wallis test between general density and by species, diameter and general height of individuals. Four species were identified: *Laguncularia racemosa*, *Avicennia schaueriana*, *Rhizophora mangle* and *Conocarpus erectus*, which showed differences in abundance and dominance between the mangroves evaluated. In general, *L. racemosa* was the most abundant and dominant species in the most impacted mangrove, but in the Mosqueiro mangrove, *R. mangle* was more dominant. There were no significant differences in the density, diameter and general height of the individuals; however the density of *A. schaueriana* and *R. mangle* differed between mangroves. In relation to height, the forests of 13 de Julho and São Conrado presented the highest values, even though they had the shortest time of regeneration after disturbances.

Keywords: ecotone, mangrove, forest structure, coastal zone, Brazil northeast.

Introdução

Os manguezais, ocupando as interfaces entre os ambientes marinhos e terrestres, destacam-se por possuírem grandes variabilidades espaciais. Tais habitats estão sob forte influência da salinidade, nível baixo de oxigênio nos solos e fluxos de marés, hostis às maiorias das plantas (Walsh, 1974; Silva et al., 2016). As espécies que compõem esse ecossistema são caracterizadas por uma biologia extremamente especializada, com modificações morfológicas e fisiológicas que as permitem colonizarem terrenos alagados sujeitos aos fluxos e refluxos das marés (Sérgio et al., 2006; Vannucci, 2002; Silva et al., 2016). Estes são importantes sistemas com comunidades diversificadas presentes em uma porção substancial das costas tropicais e subtropicais do planeta (Schaeffer-Novelli e Santos, 1989; Ewel et al., 1998).

Na sua formação, os manguezais dependem de características locais, sendo que as deposições de sedimentos carreados pelos rios e correntes marinhas favorecem seu desenvolvimento. Seus bosques apresentam grandes variabilidades quanto aos seus desenvolvimentos estruturais, que devem ser influenciados, principalmente, pela concentração de nutrientes, amplitudes de marés, intensidades de chuvas e evaporações (Cintrón e Schaeffer-Novelli, 1983). Devido à grande influência de diversos fatores no desenvolvimento dos manguezais, este ecossistema é considerado como bastante vulnerável aos inúmeros tipos de degradações nos seus entornos (e.g. Nascimento e Dominguez, 2009; Lima e Oliveira, 2011; Santos, 2014), de modo que as informações estruturais dos bosques de mangues são ferramentas importantes nas detecções de alterações oriundas de fatores naturais ou antrópicos.

No Brasil, os manguezais estão distribuídos ao longo de todo seu litoral, desde o Oiapoque, no extremo setentrional, até Laguna, em Santa Catarina (Saenger et al., 1983; Maia et al., 2006). Em geral, os manguezais apresentam associações entre as espécies vegetais dos gêneros *Avicennia* (Acanthaceae), *Conocarpus* (Combretaceae), *Laguncularia* (Combretaceae) e *Rhizophora* (Rhizophoraceae) (e.g., Schaeffer-Novelli e Cintrón, 1986; Bernini e Rezende, 2004; Martins et al., 2011; Santos et al., 2012). Em alguns casos há também as presenças de algumas espécies vegetais associadas, do gênero *Hibiscus*, *Acrostichum* e *Spartina* (Bernini e Rezende, 2004).

Sergipe, menor dos estados brasileiros, apresenta uma das maiores áreas de manguezais remanescentes na região nordeste (Lacerda, 1999), encontrados principalmente nos estuários dos rios São Francisco, Japarutuba, Sergipe, Vaza-barris e Piauí/Real (Schaeffer-Novelli e Santos, 1989). Como várias cidades situadas na costa brasileira, a capital de Sergipe, Aracaju, já teve grande parte de sua região litorânea recoberta por vegetação de mangue. Com o desenvolvimento e consequente urbanização da cidade, essas áreas de manguezais foram sendo aterradas e substituídas por bairros residenciais, restando apenas alguns pequenos bosques antropizados e comprimidos pela urbanização, que continuamente vêm sofrendo o despejo diário de uma grande quantidade de esgoto in natura (Almeida e Ribeiro, 2009).

As ações dos tensores induzidos pelos homens, somadas aos tensores naturais que atuam sobre o ecossistema, limitam os desenvolvimentos dos bosques, interferindo tanto na sua estrutura como na sua diversidade, eliminando aquelas espécies mais sensíveis (Cintrón e Schaeffer-Novelli, 1983). A caracterização da estrutura do bosque de mangue constitui, assim, valiosa ferramenta no que concerne à avaliação da resposta desse ecossistema às condições ambientais existentes, servindo de base para os estudos e ações atreladas à conservação desse ambiente (Soares, 1999). O presente estudo tem por objetivo a caracterização florística e estrutural dos principais bosques de mangues urbanos de Aracaju, associando-os às suas condições de degradação e regeneração, fornecendo subsídios para o monitoramento periódico dos mesmos. Adicionalmente, mudanças temporais na cobertura vegetal foram avaliadas para um dos manguezais estudados.

Material e métodos

Área de Estudo

Aracaju situa-se na zona litorânea do Nordeste Brasileiro, apresentando clima do tipo megatérmico sub-úmido, com medias anuais de pluviosidades e temperaturas de 1500 mm e 25-26°C, respectivamente (Costa et al., 2010). Foram escolhidos quatro bosques de manguezais localizados na cidade de Aracaju. Três bosques estão localizados em áreas urbanas, confinados entre as margens dos rios e a zonas urbanizadas, sendo estes localizados às margens dos rios Sergipe (bairros 13 de julho e Porto Dantas) e rio Poxim

(bairro São Conrado). Também foi avaliado um bosque fora da zona urbana, localizado no estuário do rio Vaza-Barris (bairro Mosqueiro), com intuito de servir como comparação estrutural para um possível estágio avançado de sucessão e conservação (Figura 1).

Os bosques de manguezal foram nomeados conforme os bairros, como “manguezal 13 de julho”, “manguezal Porto Dantas”, “manguezal São Conrado” e “manguezal Mosqueiro”.

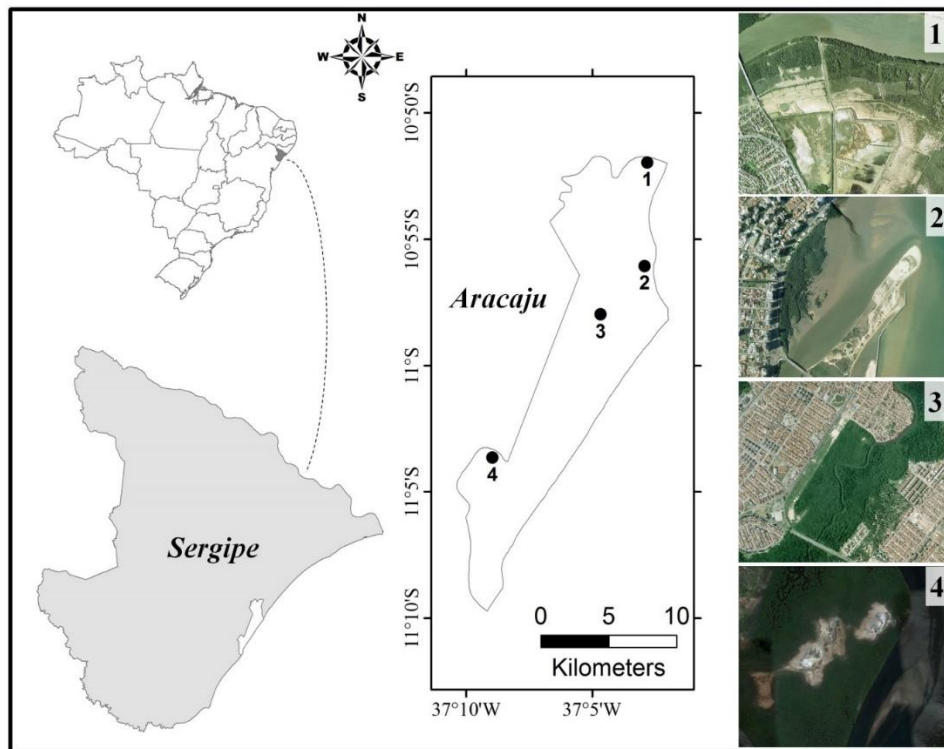


Figura 1. Localização e aspecto geral das áreas de amostragens localizadas no município de Aracaju, estado de Sergipe. (1) manguezal Porto Dantas; (2) manguezal 13 de julho; (3) manguezal São Conrado; e (4) manguezal Mosqueiro.

Características Gerais dos Bosques de Manguezais

Manguezal 13 de Julho — manguezal em regeneração inserido em zona urbanizada do bairro 13 de julho. A vegetação do manguezal da área foi completamente suprimida para as construções de estradas, residências e a contenções dos rios Sergipe e Poxim, mas a partir de 1980 é registrada uma regeneração inicial do mangue em bancos de areias marginais. Após a construção de um calçadão entre a estrada e o manguezal (regenerante em 1998), houve um aumento da proteção da área e um conseqüente aumento da expansão de vegetação de mangue. Mesmo com a maior proteção favorecida, há a presença de uma grande quantidade de lixo doméstico e despejo diário de esgoto *in natura*.

Manguezal Porto Dantas — manguezal localizado no bairro Porto Dantas, nas proximidades da Área de Proteção Ambiental (APA) Morro do Urubu. As parcelas foram lançadas onde, segundos moradores do local, há alguns anos antes das amostragens, existiam viveiros para as práticas da carcinocultura. Vastas Santana, J. P.; Oliveira, E. V. S.; Dantas, T. V. P.; Landim, M. F.; Rocha, P.A.

áreas, principalmente os apicuns, terem sido suprimidas para as construções de viveiros, salinas e ocupações imobiliárias. As localidades mais preservadas destes remanescentes de mangues são observadas restritas às áreas mais próximas do rio Sergipe.

Manguezal São Conrado - área localizada no bairro São Conrado. O manguezal desta área não foi completamente suprimido, porém foi confinado por área urbanizada e sofreu grande retirada de madeira no período de construção dos bairros do entorno. A área possui um manguezal bem desenvolvido, mas os canais existentes servem como receptores finais de grande parte de esgotamento doméstico da região, assim como os despejos de resíduos sólidos sobre o rio Poxim.

Mangue Mosqueiro - está localizado no bairro Mosqueiro as margens do rio Vaza-Barris. Grande parte dos manguezais da região se mantêm preservados e devido a isto, foram escolhidos como áreas controles comparativos aos outros bosques em regeneração que se desenvolveram sobre

impactos antrópicos constantes ao longo do período de regeneração.

Amostragem

A coleta dos dados foi realizada no período de agosto/2003 a julho/2004. Para o levantamento fitossociológico, foi adotado o método de parcelas múltiplas (Moro e Martins, 2011). Nos bosques 13 de julho e Mosqueiro foram demarcadas seis parcelas e nos bosques São Conrado e Porto Dantas foram demarcadas sete parcelas (considerando os diferentes comprimentos de cada manguezal), todas estas com dimensões de 100 m² (10 X 10 m) cada e distribuídas em dois transectos paralelos. Os transectos se distanciaram em 300 metros, enquanto as parcelas foram posicionadas a cada 50 metros.

Para avaliação do estrato arbóreo dentro de cada parcela, foram amostrados todos os indivíduos com perímetro à altura do peito (PAP) ≥ 7 cm, o que corresponde a um diâmetro a altura do peito (DAP) superior a 2,23 cm. Para indivíduos perfilhados com uma base comum, foram medidos os perímetros de seções de cada ramificação quando os indivíduos tinham pelo menos uma das ramificações obedecendo ao critério de inclusão (Moro e Martins, 2011).

A coleta do material botânico foi feita por meio de corte da parte fértil (com flor e/ou fruto) com tesoura de poda, e em seguida o material foi prensado e levado a laboratório (Martins-da-Silva et al., 2014). O sistema de classificação adotado foi Angiosperm Phylogeny Group IV (APG) (2016) e a identificação do material botânico foi realizada através de comparação com exsiccatas existentes no acervo do herbário da Universidade Federal de Sergipe (ASE), onde o material foi depositado a seguir.

Análise dos dados

Para caracterizar a estrutura da vegetação em cada área, foram calculados os parâmetros de densidade, frequência, dominância e o índice de valor de importância (IVI) para cada espécie (Felfili e Rezende, 2003). Após realizar o teste de normalidade de Shapiro-Wilk, as diferenças entre os bosques nas densidades gerais e por espécie, além das médias gerais de diâmetros e alturas, foram avaliadas pelo teste de Kruskal-Wallis (H). No caso de diferença estatística, este teste foi seguido pela comparação par a par de Mann-Whitney, indicado para amostras pequenas (Siegel, 1977). Todas as análises estatísticas foram realizadas no aplicativo Past 3.16 (Hammer et al., 2001).

Para avaliar temporalmente a densidade da cobertura vegetal do manguezal 13 de Julho, foram analisados os valores do Índice de Vegetação Realçado (EVI2 - Enhanced Vegetation Index) no sistema Series View (INPE, 2017), ambiente este, que permite a visualização de séries temporais do sensor MODIS para a avaliação de mudança de uso e cobertura da terra (Freitas et al., 2011). Utilizou-se a média anual do índice EVI2 para o ano de 2003 e 2016, abrangendo integralmente o manguezal 13 de julho [médias de oito pontos (pixels)] e apenas as bordas em contato com o rio Sergipe [médias de três pontos (pixels)]. Este manguezal foi analisado para avaliar a possibilidade de sua expansão em direção a calha do rio Sergipe, tendência observada em loco.

Resultados e discussão

Nos bosques em análises foram registradas quatro espécies de hábito arbóreo: *Laguncularia racemosa* (Combretaceae), *Rhizophora mangle* (Rhizophoraceae), *Avicennia schaueriana* (Acanthaceae) e *Conocarpus erectus* (Combretaceae). A *L. racemosa*, *R. mangle* e *A. schaueriana* foram encontradas em todos os bosques analisados, havendo somente diferenças em suas abundâncias, porém *C. erectus* somente foi amostrada no manguezal São Conrado, com distribuições dos indivíduos concentrados em pequenos agrupamentos.

O Manguezal 13 de Julho apresentou uma densidade de 11.800 indivíduo/hectare (ind./ha), com forte predomínio de *L. racemosa* (84,63%) (Tabela 1). Os indivíduos de *A. schaueriana*, na maior parte do bosque, estavam distribuídos em conjunto com os indivíduos de *L. racemosa*, apesar de, em algumas regiões centrais existirem equivalências numéricas. Poucos indivíduos de *R. mangle* foram amostrados nestas áreas. Além de possuir maior abundância, *L. racemosa* também apresentou maior dominância e frequência, quando comparada a *A. schaueriana* e *R. mangle*, concentrando mais de 70% do IVI.

Quanto à densidade da cobertura vegetal do manguezal 13 de Julho, observou-se um aumento de 25% no valor médio do EVI2, passando de 0,19 em 2003, para 0,24 em 2016, na avaliação realizada para toda a área do manguezal. Quando avaliada somente a área de borda do manguezal com o rio Sergipe, o aumento observado é de 71% no valor médio do EVI2, passando de 0,13 em 2003, para 0,22 em 2016. Estes resultados indicam haver uma expansão da vegetação no manguezal 13 de Julho, principalmente em direção a calha do rio Sergipe,

corroborando com a tendência observada em campo.

Tabela 1. Parâmetros fitossociológicos das espécies amostradas nos manguezais em áreas urbanas no município de Aracaju, estado de Sergipe.

Área	Espécie	Dens.	DeR (%)	FrR (%)	DoR (%)	IVI (%)
Manguezal 13 de Julho	<i>L. racemosa</i>	9983	84,63	46,15	80,60	70,46
	<i>R. mangle</i>	16	0,14	7,69	0,02	2,62
	<i>A. schaueriana</i>	1800	15,23	46,15	19,38	26,92
Manguezal São Conrado	<i>L. racemosa</i>	5328,57	92,79	46,67	92,22	77,23
	<i>R. mangle</i>	214,28	3,73	33,33	1,78	12,95
	<i>A. schaueriana</i>	57,85	0,99	13,33	0,88	5,07
	<i>C. erectus</i>	142,85	2,49	6,67	5,12	4,76
Manguezal Porto Dantas	<i>L. racemosa</i>	4657	79,71	38,89	75,76	64,78
	<i>R. mangle</i>	371	6,36	33,33	8,97	16,22
	<i>A. schaueriana</i>	814	13,94	27,78	15,27	19,00
Manguezal Mosqueiro	<i>L. racemosa</i>	3016	78,52	33,33	39,36	50,40
	<i>R. mangle</i>	850	18,16	50,00	59,30	42,48
	<i>A. schaueriana</i>	133	3,32	16,67	1,35	7,11

Legenda: Dens. – densidade (ind./ha); DeR – densidade relativa; FrR – frequência relativa; DoR – dominância relativa; IVI – Índice de Valor de Importância.

No manguezal São Conrado, o único composto pelas quatro espécies amostradas, estimou-se uma densidade total de 5.743 ind./ha. A espécie *C. erectus* apresentou a distribuição concentrada na região da borda externa do bosque (Cintrón e Schaeffer-Novelli, 1983; Soares & Soares, 2016), em ambiente de transição mais afetado por aterro e efeito do carreamento de areia e argila das áreas urbanas adjacentes. Assim como no manguezal 13 de julho, *L. racemosa* foi à espécie mais abundante, frequente e dominante da região, com valor de IVI superior a 75%.

No manguezal Porto Dantas, a densidade estimada foi de 5.842 ind./ha, também com predominância de *L. racemosa*, responsável por aproximadamente 80% dos indivíduos amostrados. Mesmo havendo poucos indivíduos de *A. schaueriana* e *R. mangle*, foi possível verificar que estas espécies estavam bem distribuídas ao longo das áreas, com aspecto bastante aleatório, não se restringindo as formações em pequenos agrupamentos.

O manguezal Mosqueiro apresentou densidade estimada de 4.000 ind./ha, e assim como nas outras áreas, teve predominância maciça de indivíduos de *L. racemosa* (78,52%) em relação aos indivíduos de *R. mangle* (18,16%) e *A. schaueriana* (3,32%). No entanto, diferente dos outros bosques avaliados, *L. racemosa* foi responsável por 50% do IVI da área, valor muito próximo do IVI registrado para *R. mangle* (42%), com indivíduos de portes superiores e de

distribuições mais homogêneas que *L. racemosa*. Nesse manguezal, ficaram evidentes as concentrações de *R. mangle* nas proximidades dos canais, enquanto *L. racemosa* e *A. schaueriana* se localizavam nas bordas interiores do bosque, possuindo maiores densidades e menores portes.

Foram observadas grandes variabilidades nos números dos indivíduos por parcelas entre os quatro bosques estudados, variando de 3 a 221, em parcelas do manguezal Mosqueiro e 13 de julho, respectivamente. Estas amplitudes nos números de indivíduos por parcelas também ocorreram nos demais bosques analisados, sendo as parcelas do manguezal São Conrado as menos heterogêneas (Figura 2A). A análise da densidade geral de indivíduo em cada bosque não mostrou diferença significativa ($H = 5,76$; g.l. = 3; $p > 0,05$). Entretanto, foram observadas diferenças significativas (Tabela 2) nas análises das densidades de indivíduos por espécie entre os bosques para *R. mangle* ($H = 13,47$; g.l. = 3; $p < 0,05$) (Figura 2B) e para *A. schaueriana* ($H = 8,21$; g.l. = 3; $p < 0,05$) (Figura 2D). Não foram realizadas análises quanto à densidade de *C. erectus* entre os bosques, pois este esteve presente apenas no manguezal São Conrado.

Esses resultados demonstraram que a ausência de diferença na densidade geral dos indivíduos amostrados não foi um parâmetro diferenciador da estrutura dos bosques dos manguezais estudados, com exceção para *R. mangle* e *A. schaueriana*. As diferenças entre os

valores médios e as suíças (*whiskers* ou “bigodes” do *boxplot*) da densidade geral (Figura 2A), apesar de não ter havido relação estatística entre as

amostras, é marcante o reflexo da presença de clareira nos bosques estudados.

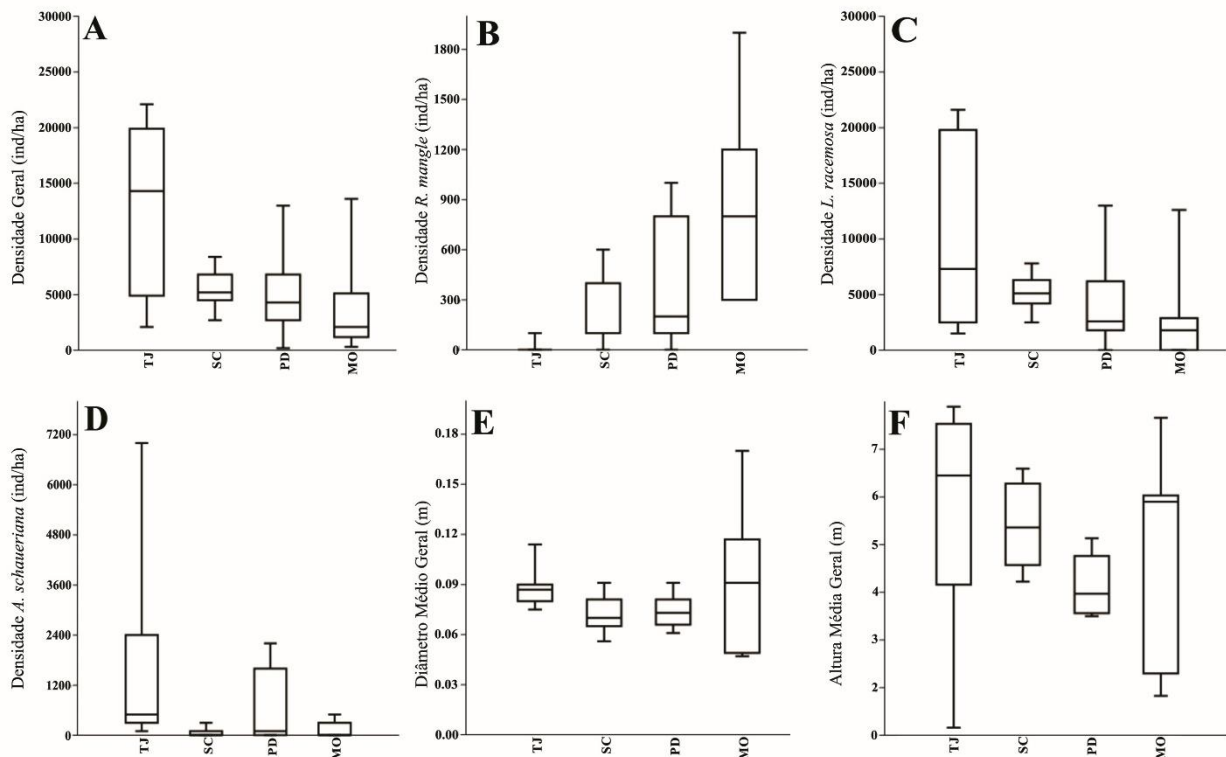


Figura 2. Variação geral dos parâmetros avaliados por parcela amostral em cada bosque de manguezal analisado, no município de Aracaju, estado de Sergipe. Linhas centrais = mediana; quadrados centrais = valores médios; suíças = valores extremos. TJ = manguezal 13 de Julho; SC = manguezal São Conrado; PD = manguezal Porto Dantas; MO = manguezal Mosqueiro. A = densidade geral de indivíduos; B = densidade de indivíduos de *R. mangle*; C = densidade de indivíduos de *L. racemosa*; D = densidade de indivíduos de *A. schaueriana*; E = diâmetro médio geral; F = altura média geral.

Esperava-se que houvesse uma diferença significativa quanto à densidade geral de plantas entre os bosques de manguezais analisados, diferença está, observada apenas na densidade de *R. mangle* e *A. schaueriana*. Grande parte da literatura indica a densidade como um fator diferencial ao longo do tempo de processo de colonização e regeneração em manguezal (e.g., Souza e Sampaio, 2013; Santos et al., 2012; Silva et al., 2005). Segundo Jimenes et al. (1985) as estruturas dos manguezais são também reflexos de suas idades ou maturidades, com quatro tipos básicos de fases de desenvolvimentos: colonização (aumento da densidade de caules); desenvolvimento (redução da densidade, devido à mortalidade por competição); maturidade (estabilização da densidade); e senescência (redução da densidade, com amplas brechas no dossel e ausência de regeneração). Sendo assim, a não distinção da densidade geral dos indivíduos

entre os bosques avaliados e as diferenciações apenas nas densidades de *R. mangle* e *A. schaueriana* podem ser indicativos de que não só o tempo foram responsáveis pelas diferenças e semelhanças estruturais dos bosques de manguezais de Aracaju, podendo estar havendo as ações de fatores autóctones (salinidade, nível das águas, elevação dos solos, sedimentação, etc.) e/ou alóctones (poluição, aterramento, desmatamento, etc.) nos processos de colonização/regeneração destes bosques (Tomlinson e Tomlinson, 1994; Soares et al., 2012; Lee et al., 2014).

As predominâncias de *L. racemosa* nos quatro bosques avaliados são prováveis reflexos dos recentes tensores ambientais a que estes bosques foram e estão sendo submetidos. Estudos de sucessões em manguezais impactados e em regeneração tendem a indicar que a dominância de *L. racemosa* ocorre por esta ser uma espécie mais bem adaptada às condições de grandes luminosidades e a solos com maiores proporções

de areias, condições geralmente favorecidas em processos de desmatamentos ou aterros ocorridos nos mangues urbanos (e.g. Smith III, 1992; Kilca et al., 2010; Londe et al., 2013). Por sua vez, *R. mangle* é uma espécie mais tolerante ao sombreamento e dependente do substrato

predominantemente lodoso, atingindo maior porte e desenvolvimento em bosque preservado, pois o processo de sucessão tende a favorecer a espécie (Soares et al., 2003; Lopes et al., 2013).

Tabela 2. Média e desvio padrão dos parâmetros avaliados em cada bosque de manguezal analisado, no município de Aracaju, estado de Sergipe. Média e desvio padrão com letras iguais não diferiram estatisticamente pela comparação par a par de Mann-Whitney ($\alpha = 0,05$).

Parâmetro	Unidade	Manguezal 13 de Julho	Manguezal São Conrado	Manguezal Porto Dantas	Manguezal Mosqueiro
Densidade geral	ind./ha	11.800 (\pm 8.223)	5.571 (\pm 1.816)	5.271 (\pm 4.116)	3.983 (\pm 4.985)
Densidade (<i>R. mangle</i>)	ind./ha	16,6 (\pm 40,8) a	214,2 (\pm 211,5) b	371,4 (\pm 386,0) bc	833,3 (\pm 625,0) c
Densidade (<i>L. racemosa</i>)	ind./ha	9.983 (\pm 8.651)	5.300 (\pm 1.695)	4.157 (\pm 4.340)	3.016 (\pm 4.825)
Densidade (<i>A. schaueriana</i>)	ind./ha	1.800 (\pm 2.680) a	57 (\pm 113) b	742 (\pm 934) ab	133 (\pm 216) b
Diâmetro médio	m	0,087 (\pm 0,013)	0,072 (\pm 0,011)	0,074 (\pm 0,009)	0,093 (\pm 0,046)
Altura média	m	5,24 (\pm 2,54)	5,31 (\pm 0,87)	4,18 (\pm 0,62)	4,92 (\pm 2,32)

Os resultados obtidos neste estudo corroboram com outras descrições na literatura sobre sucessão em manguezal (Paraguassu e Silva, 2007; Kilca et al., 2011; Londe et al., 2013; Santos et al., 2019), nos quais *L. racemosa* tende a dominar mangue em regeneração, em detrimento de outras espécies, principalmente *R. mangle*. Os quatro bosques avaliados apresentaram estas tendências, mesmo naqueles que apresentaram faixas de densidades típicas de mangues em sucessões secundárias avançadas (Souza e Sampaio, 2001; Dornelles et al., 2006; Kilca et al., 2011). O único bosque que possuía contribuição significativa de *R. mangle* foi o bosque do manguezal Mosqueiro, área de regeneração mais antiga e com menos tensores ecológicos, o que corrobora o descrito na literatura de que há uma relação positiva entre a diminuição da densidade de *L. racemosa* e o tempo de regeneração.

Outro fator que colabora com a explicação sobre a grande abundância de *L. racemosa* frente a *R. mangle* em todos os bosques analisados são os processos iniciais de colonizações e regenerações, que são regidos por características associadas à dispersões e diferentes habilidades de fixações destas espécies (McKee, 1995), que refletem nos bancos de sementes/plântulas que recolonizariam as áreas em casos de distúrbios nas populações adultas. *L. racemosa* possui propágulos pequenos e estabelecem novas coortes anualmente, as quais morrem rapidamente. Por sua vez, *R. mangle* possui propágulos maiores e suas coortes são

sobrepostas (Rabinowitz, 1978). Sendo assim, é esperado que em áreas severamente alteradas de manguezais, a recolonização se dê pelo recrutamento de uma nova geração de *L. racemosa* recém-dispersa na área, em detrimento do recrutamento de plântula de *R. mangle* que tende a acessar nova área em menor número.

Em relação à média de diâmetro por parcela, observou-se certa homogeneidade entre os bosques 13 de julho, São Conrado e Porto Dantas (Figura 2E), resultando na falta de diferença estatística ($H = 4,06$; g.l. = 3; $p > 0,05$). O diâmetro médio geral observado foi de 0,082 metros, com a maior média de diâmetro observada para o manguezal Mosqueiro (Tabela 2), área de regeneração mais antiga e com menos tensores ecológicos. Segundo Paraguassu e Silva (2007), bosques antigos são caracterizados por baixas densidades de indivíduos com diâmetros elevados, corroborando com o resultado encontrado neste estudo.

As alturas médias dos bosques foram de 4,91 m, sendo o manguezal São Conrado o mais alto, com média de altura de 5,31 m, seguido pelos manguezais 13 de julho, Mosqueiro e Porto Dantas, com alturas médias de 5,24, 4,92 e 4,18 m, respectivamente. A maior altura registrada foi de um indivíduo de *A. schaueriana* (15,0 metros) no manguezal 13 de julho, enquanto que os indivíduos mais altos de *L. racemosa* e *R. mangle* atingiram 12,0 e 8,0 m, nos manguezais 13 de Julho e Mosqueiro, respectivamente. Devido à grande

abundância de *L. racemosa* frente às outras espécies amostradas, elevada proporção dos valores médios de altura em cada bosque refletem as diferenças de altura entre as próprias populações de *L. racemosa*. Em relação à média de altura por parcela, observou-se uma maior amplitude para os bosques 13 de julho e Mosqueiro e uma menor amplitude para os bosques São Conrado e Porto Dantas (Figura 2F). Apesar disto, não foi observada diferença significativa quanto à altura média entre os bosques avaliados ($H = 3,87$; g.l. = 3; $p > 0,05$).

Em bosques de manguezais, as diferenças de alturas podem ser explicadas pelo tempo de regeneração e a conservação da área após os distúrbios (Schaeffer-Novelli e Cintrón, 1986; Schaeffer-Novelli, 2002; Pereira et al., 2009; Santos et al., 2019). O aumento no tempo de regeneração e baixos distúrbios tendem a causar aumento nas alturas dos bosques, até determinado estágio, quando a altura do bosque tende a se estabilizar (Matni et al., 2006; Martins et al., 2011).

Considerando somente os valores de alturas médias gerais entre bosques, constatamos neste estudo, o inverso ao esperado com o manguezal do Mosqueiro, o mais antigo dentre os estudados, não apresentou o maior valor na altura média; assim como o manguezal Porto Dantas, apresentou menor média para a altura.

No caso do manguezal Mosqueiro, os seus baixos valores de alturas médias ocorreram devido às composições mistas de indivíduos adultos de *R. mangle* e jovens de *L. racemosa*; porém nos bosques Porto Dantas, 13 de Julho e São Conrado, as inversões entre tempo de regeneração e altura do bosque, pode ter ocorrido por conta do manguezal Porto Dantas continuar a sofrer corte seletivo dos indivíduos mais altos, ao passo que o manguezal 13 de Julho e o São Conrado se encontram em melhor estado de conservação. No caso do manguezal 13 de Julho, é possível que sua proximidade com a zona economicamente mais valorizada da cidade e, portanto, maior visibilidade por parte de órgãos fiscalizadores, tenha contribuído para sua conservação no período do estudo.

Conclusões

No geral, os manguezais em áreas urbanas estudados sofrem basicamente a ação dos mesmos tipos de tensores induzidos pelo homem, como: despejo de esgoto *in natura*, deposição de lixo doméstico, corte de árvores, derrubada em prol de empreendimentos imobiliários e degradação para a prática da carcinocultura. A ação desses tensores quando somada aos tensores naturais que atuam sobre esse ecossistema, limita o desenvolvimento

do bosque interferindo tanto na sua estrutura quanto na diversidade, fazendo com que esses bosques não consigam atingir a estrutura esperada para manguezais mais preservados.

Os bosques estudados possuíram composições florísticas típicas dos manguezais do nordeste brasileiro, a alteração na abundância entre as espécies de mangue pode ser uma característica proveniente do próprio processo sucessional de alguns manguezais, que favorecem as espécies que toleram melhor o ambiente modificado e possuam maior plasticidade na estratégia de recrutamento.

É possível que os tensores ambientais observados possam estar limitando o processo de regeneração natural. Este fato causa preocupação e a necessidade de ações de fiscalização mais efetiva por parte do poder público. Este estudo apresenta a primeira avaliação da regeneração natural de quatro bosques de mangues urbanos na cidade de Aracaju, estado de Sergipe. Os resultados poderão subsidiar ações de conservação e até mesmo, se necessário, uma indução da regeneração natural nos bosques mais antropizados. Por fim, recomenda-se o monitoramento e a continuidade de estudos nos bosques de manguezais estudados.

Agradecimentos

Rocha, P.A. agradece a CAPES/PNPD pela bolsa de pós-doutorado (88882.317933/2019-01). Também agradecemos a Vanice Dias e Trícia Pergentino pela ajuda nos trabalhos de campo.

Referências

- Almeida, F.C.D., Ribeiro, A.D.S., 2009. A esfera pública e a devastação dos manguezais aracajuanos, Sergipe, Brasil. REDE-Revista Eletrônica do PRODEMA, 3(1).
- A.P.G., 2016. The Angiosperm Phylogeny Group. An update of the Angiosperm Phylogeny Group Classification for the Orders and Families of Flowering Plants: APG IV. Botanical Journal of the Linnean Society 181, 1–20.
- Bernini, 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 bot. bras. 18, 491-502.
- Cintrón, G., Schaeffer-Novelli, Y., 1983. Introducción a la ecología del manglar. Montevideo, ROSTLAC, Unesco, 109p.
- Costa, J.J., Araújo, H.M., Souza, A.C., Santos, G.J., 2010. O Clima de Aracaju na Interface com a Geomorfologia de Encostas. Scientia Plena, 6(8).

- Dornelles, S.S., Moreira, G.M., Freitas, L.M., 2006. Caracterização da estrutura vegetal dos manguezais do Canal do Linguado, Baía da Babitonga. Diagnóstico ambiental da Baía da Babitonga. Joinville, Editora Univille, 187-199.
- Ewel, K., Twilley, R., Ong, J.I.N., 1998. Different kinds of mangrove forests provide different goods and services. *Global Ecology & Biogeography Letters*, 7, 83-94.
- Felfili, J.M., Rezende, R.P., 2003. Comunicações Técnicas Florestais, Conceitos e Métodos em Fitossociologia. Universidade de Brasília, Faculdade de Tecnologia, Departamento de Engenharia Florestal. Brasília, 68p. Jaguaribe. *Ciência Hoje*. 33, 66-70.
- Freitas, R.M., Arai, E., Adami, M., Souza, A.F., Sato, F.Y., Shimabukuro, Y.E., Rosa, R.R., Anderson, L.O., Rudorff, B.F.T., 2011. Virtual laboratory of remote sensing series: visualization of MODIS EVI2 data set over South America. *Journal of Computational Interdisciplinary Sciences*, 2, 57-64.
- Hammer, O., Harper, D.A.T., Ryan, P.D., 2001. PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis. *Palaeontologia Electronica* 4, 9. http://palaeo-electronica.org/2001_1/past/issue1_01.htm.
- INPE - INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS. Series view. Disponível em: <<https://www.dsr.inpe.br/laf/series/>>. Acesso em: 15 jul. 2017.
- Jimenez, J.A., Lugo, A.E. Cintrón, G., 1985. Tree mortality in mangrove forests. *Biotropica*, 17, 177-185.
- Kilca, R.V., Costa, M.D.P., Zanini, R.R., Carvalho, F.A., Costa, A.F., 2010. Estrutura de manguezais em diferentes estágios sucessionais no estuário do rio Piauí, Sergipe-Brasil. *Pesquisas. Botânica*, (61), 171-189.
- Kilca, R.V.; Alberti, L.F.; Souza, A.M., Wolff, L., 2011. Estrutura de uma floresta de mangue na Baía da Babitonga, São Francisco do Sul, SC. *Ciência e Natura*, 33, 57-72.
- Lacerda, L.D., 1999. Os manguezais do Brasil. In: Vanucci, M. Os manguezais e nós: 1-233. Edusp, São Paulo.
- Lee, S.Y., Primavera, J.H., Dahdouh-Guebas, F., Mckee, K., Bosire, J.O., Cannicci, S., Mendelssohn, I., 2014. Ecological role and services of tropical mangrove ecosystems: a reassessment. *Global ecology and biogeography*, 23, 726-743.
- Lima, C.O., Oliveira, R.C., 2011. Análise ambiental de ocupação nas áreas de manguezais no município de Santos-SP. *Revista Geográfica de América Central*, 2(47E).
- Londe, V., Salles, D.M., Leite, M.G.P., Antonini, Y., 2013. Estrutura da vegetação de mangue associada ao gradiente de inundação no litoral norte do Espírito Santo, Brasil. *Revista Árvore*, Viçosa-MG, 37, 629-637.
- Lopes, E.C., Araujo, E.C.D., Costa, R.S.D., Daher, R.F., Fernandes, M.E.B., 2013. Crescimento de mudas de mangue sob diferentes níveis de sombreamento na península de Ajuruteua, Bragança, Pará. *Acta Amazônica*, 43, 291-296.
- Maia, L.P., Lacerda, L.D., Monteiro, L.H.U., 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. Superintendência Estadual do Meio Ambiente, Fortaleza.
- Martins, R.V., Lacerda, L.D., Abreu, I.M., Dias, F.J.S., 2011. Efeitos da açudagem no Rio. Martins, P.T.A., Couto, E.C.G., Delabie, J.H.C., 2011. Fitossociologia e estrutura vegetal do manguezal do rio Cururupe (Ilhéus, Bahia, Brasil). *Revista de Gestão Costeira Integrada / Journal of Integrated Coastal Zone Management*.
- Martins-da-Silva, R.C.V., Silva, A.S.L., Fernandes, M.M., Margalho, L.F., 2014. Noções morfológicas e taxonômicas para identificação botânica. Embrapa. Brasília, DF. 111 p.
- Matni, A.S., Menezes, M.P.M., Mehlig, U., 2006. Estrutura dos bosques de mangue da península de Bragança, Pará, Brasil. *Bol. Mus. Para. Emílio Goeldi, Ciências Naturais*, Belém, 1, 43-52, set-dez.
- Mckee, K.L., 1995. Seedlings recruitments patterns in a Belizean mangrove forest effects of establishment ability and physico-chemical factors. *Oecologia*, 101,448-460.
- Moro, M.F., Martins, F.R., 2011. Métodos de levantamento do componente arbóreo-arbustivo. In Felfili, J.M.; Eisenlohr, P.V.; Melo, M.M.R.F.; Andrade, L.A.; Neto, J.A.A.M. *Fitossociologia no Brasil: métodos e*

- estudos de casos. Universidade Federal de Viçosa. 1, 174 – 208.
- Nascimento, D.M.C., Dominguez, J.M.L., 2009. Avaliação da vulnerabilidade ambiental como instrumento de gestão costeira nos municípios de Belmonte e Canavieiras, Bahia. *Brazilian Journal of Geology*, 39, 395-408.
- Paraguassu, L.A.A., Silva, M.N., 2007. Caracterização fitossociológica do manguezal de Porto de Sauípe, Entre Rios, Bahia. *Revista da Rede de Ensino FTC. Ano V, n. 12, dez.*
- Pereira, F.V., Foletto, F., Moreira, T.M., Gomes, J., Gomes, J.M.L., Bernini, E., 2009. Estrutura da vegetação em duas áreas com diferentes históricos de antropização no manguezal de Anchieta, ES. *Boletim Do Laboratório De Hidrobiologia*, 22:01-08. 2009.
- Rabinowitz, D., 1978. Mortality and initial propagule size in mangrove seedlings in Panama. *J. Ecol.*, 66:45-51.
- Saenger, P., Hegerl, E.J., Davie, J.D.S., 1983. Global status of mangrove ecosystems. (No. 3). International Union for Conservation of Nature and Natural Resources.1-88.
- Santos, G.C., 2014. Derivações Antropogênicas e Evolução do Manguezal nos Bairros 13 de Julho e Jardins em Aracaju-SE. *Revista Brasileira de Geografia Física*, 7, 278-290.
- Santos, T.O., Santana, K.V.A., Santos, H.V.S., Araújo-Filho, R.N., Holanda, F.S.R., 2019. Floristic And Structural Characterization Of The Mangrove Forests In The Estuary Of The São Francisco River. *Floresta*, 49, 163-170.
- Santos, T.O., Andrade, K.V.S., Santos, H.V.S., Castaneda, D.A.F.G., Santana, M.B.S., Holanda, F.S.R., Santos, M.J.C., 2012. Caracterização estrutural de bosques de mangue: Estuário do São Francisco. *Scientia Plena*. 8, 047315.
- Schaeffer-Novelli, Y., 2002. Manguezal: ecossistema que ultrapassa suas próprias fronteiras. Pp. 34-37. In: E.L. Araújo, A.N. Moura, E.S.B. Sampaio, L.M.S. Gustinari, J.M.T. Carneiro (eds.). *Biodiversidade, conservação e uso sustentável da flora do Brasil*. Recife: UFRPE, Imprensa Universitária.
- Schaeffer-Novelli, Y., Cintrón, G.M., 1986. Guia para estudo de áreas de manguezal: estrutura, função e flora. [S.l.]: Caribbean Ecological Research. 186 p.
- Schaeffer-Novelli, Y., Santos, M.M., 1989. Levantamento da flora e caracterização dos bosques de mangue do estado de Sergipe. In: III Encontro Brasileiro de Gerenciamento Costeiro, 1985, Fortaleza. *Anais... Fortaleza*. 325-335.
- Sérgio, C., Leite, E., Pitteri, H., Martuscelli, J., Machado, P., 2006. Caracterização Morfosociológica do manguezal de Cananéia, SP. *Environmental and Health World Congress*. July 16 – 19.
- Siegel, S., 1977. *Estatística não-paramétrica (para as ciências do comportamento)*. Editora McGraw-Hill do Brasil.
- Silva, M.A.B., Bernini, E., Carmo, T.M.S., 2005. Características estruturais de bosques de mangue do estuário do rio São Mateus, ES, Brasil. *Acta bot. bras*, 19, 465-471.
- Silva, S.F.L., Santos, M.A., Lage-Pinto, F., Bernini, E., 2016. Fitossociologia de uma floresta de mangue adjacente a uma planície hipersalina no estuário do Rio Miriri, Paraíba, Brasil. *Revista Nordestina de Biologia*, 24, 3-12.
- Smith III, T.J., 1992. Forest Structure, pp. 101-136. In: A> Robertson, I., Alongi, D.M. (eds.), *Coastal and Estuarine Studies*, v. 41, Tropical mangrove ecosystems, American Geophysical Union, Washington, D. C., 329p.
- Soares, M.L.G., 1999. Estrutura vegetal e grau de perturbação dos manguezais da Lagoa da Tijuca, Rio de Janeiro, RJ, Brasil. *Rev. Brasil. Biol.* 59, 503-515.
- Soares, M.L.G., Chaves, F.D.O., Corrêa, F.M., Silva-Júnior, C.M.G.D., 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.
- Soares, M.L.G., Silva-Junior, C.M.G., Cavalcanti, V.F., Almeida, P.M.M.D., Monteiro, A.D.S., Chaves, F.D.O., Barbosa, B., 2012. Regeneração de floresta de mangue atingida por óleo na Baía de Guanabara (Rio de Janeiro, Brasil): Resultados de 5 anos de monitoramento. *Geochimica Brasiliensis*, 20.
- Soares, M.S., Soares, J.J., 2016. Estrutura da vegetação do manguezal do estuário do rio Sergipe, se-brasil. *Análise Do Estado De*

- Conservação do Manguezal Do Rio Sergipe, p.14.
- Souza, M.M.A., Sampaio, E.V.S.B., 2013. Estruturação dos mangues em áreas pouco antropizadas e em regeneração no Rio Pacoti, CE. Cad. Cult. Ciênc. Ano VIII, 12.
- Souza, M.M.D.A., Sampaio, E.V., 2001. Variação temporal da estrutura dos bosques de mangue de Suape-PE após a construção do porto. Acta Botanica Brasílica.
- Tomlinson, P.B., Tomlinson, P.B., 1994. The botany of mangroves. Cambridge University Press.
- Vannucci, M., 2000. Os manguezais e nós: uma síntese de percepções. 2.ed. São Paulo: EDUSP, 244 p.
- Walsh, G.E., 1974. Mangrove forests: a review. In: Reynold, R.J., Queen, W.H. (eds.). Ecology of Halophytes. New York, Academic Press.