

Caracterização estrutural de bosques de mangue: Estuário do São Francisco

T. de O. Santos^{1,2}; K. V. S. de Andrade^{1,2}; H. V. S. Santos^{1,2}; D. A. F. G. Castaneda¹; M. B. S. Santana³; F. S. R. Holanda^{1,4}. M. J. C. Santos⁵

¹Laboratório de Erosão e Sedimentação, Universidade Federal de Sergipe, 49100-000, São Cristóvão-SE, Brasil

²Programa de Pós-graduação em Agroecossistemas, Universidade Federal de Sergipe

³Programa de Pós-graduação em Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Lavras

⁴Departamento de Engenharia Agrônômica, Universidade Federal de Sergipe

⁵Departamento Ciências Florestais, Universidade Federal de Sergipe

tiagoosantos@yahoo.com.br

(Recebido em 20 de novembro de 2011; aceito 20 de fevereiro de 2012)

A estrutura da vegetação do manguezal foi analisada pelo método de parcelas múltiplas, distribuídas respeitando-se o gradiente de inundação de marés, em um total de 13. No estuário as espécies encontradas foram: *Avicennia schaueriana*, *Avicennia germinans*, *Laguncularia racemosa*, *Rhizophora mangle* e *Conocarpus erectus*. Considerando-se os estratos analisados e o critério de inclusão (indivíduos ≥ 1 m) a altura média das florestas variou de 4,34 a 8,36 m, o DAP médio de 4,59 a 8,66 cm, a área basal viva de 3,23 a 19,63 m².ha⁻¹ e a densidade de troncos vivos de 766,66 a 3175,00 troncos.ha⁻¹. Os resultados mostraram que o registro de tensores contribui para a diferenciação entre os estratos e que o manguezal da Costinha apresenta um baixo grau de desenvolvimento estrutural em relação a outros manguezais do estado de Sergipe e do Brasil.

Palavras-chave: manguezal, fitossociologia, rio São Francisco

The structure of the mangrove forest was analyzed by the method of multiple parcels, distributed observing the tidal inundation gradient in a total of 13. In the estuary the species found were: *Avicennia schaueriana*, *Avicennia germinans*, *Laguncularia racemosa*, *Rhizophora mangle* and *Conocarpus erectus*. Considering the strata analyzed and the inclusion criteria (individuals > 1 m) the average height of forests ranged from 4.34 to 8.36 m, DBH mean 4.59 to 8.66 cm, the basal area of living 3.23 to 19.63 m².ha⁻¹ and the density of living stems from 766.66 to 3175.00 troncos.ha⁻¹. The results showed that the registration tensor contributes to the differentiation between the strata and the mangrove forest of Costinha has a low degree of structural development in relation to other mangroves in the state of Sergipe in the Brazil.

Keywords: mangrove, phytosociology, São Francisco river

1. INTRODUÇÃO

Os manguezais estão inseridos na região tropical e subtropical e constituem uma autêntica floresta costeira, cuja estrutura e diversidade de espécies vegetais são altamente adaptadas às diferenças topográficas e geomorfológicas, às flutuações salinas e às amplitudes de marés. A localização nas zonas de transição possibilita a sua ocupação em um ambiente inóspito e com suas peculiaridades. Este ecossistema desempenha papel fundamental na estabilidade da geomorfologia costeira, na conservação da biodiversidade e na manutenção de amplos recursos pesqueiros, geralmente utilizados pela população local [11], às condições oligotróficas das águas costeiras e à importância da pesca artesanal para a população litorânea [10]. Esses mesmos autores ressaltam as várias propriedades dos manguezais, tornando-os ecossistemas de imenso valor ecológico e ambiental.

As florestas de mangue, apesar de serem bastante produtivas [4] e se situarem em áreas legalmente protegidas, tem apresentado a sua dinâmica alterada de forma exponencial. [5] e [14] relatam que desmatamentos, aterros e emissão de esgotos são reflexos da ocupação da linha de costa e associados a rejeitos químicos, oriundos de pólos industriais, exercem uma pressão que prejudica e ameaça o funcionamento do ecossistema manguezal, com efeitos sentidos na fisiologia do indivíduo e do ecossistema como um todo.

Na região da foz do rio São Francisco são registradas na margem direita as áreas mais expressivas de mangue do estado de Sergipe, que apresentam variações fisionômicas com características específicas locais, como a topografia plana, solo inconsolidado, alta salinidade e movimentos oscilatórios das marés, promovendo o aparecimento de espécies específicas. Este manguezal possui aproximadamente 25km², cuja floresta é constituída por *Avicennia germinans*, *Laguncularia racemosa* e *Rhizophora mangle*, sendo alvo de freqüentes ações impactantes como, a extração de madeira, substituição de suas áreas por aquíicultura e a captura predatória do caranguejo *Ucides cordatus* [7].

A especificidade das características fisionômicas das áreas de mangue do estuário do rio São Francisco ainda não foi plenamente estudada, principalmente a partir das alterações ocorridas no baixo curso do rio nas duas últimas décadas. Sendo assim, o objetivo deste trabalho foi caracterizar a estrutura horizontal e vertical da floresta de mangue do estuário do rio São Francisco, Sergipe e identificar fatores que promovem alterações nessas comunidades.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O presente estudo foi conduzido em florestas de mangue localizadas na região estuarina do baixo curso do rio São Francisco (Figura 1), situada entre os municípios de Pacatuba (UTM: 758.146,32 e; 8.844.072,55 n) e Brejo Grande (UTM 775.963,55 E; 8.840.754,56 N), ao leste do estado de Sergipe, Brasil. A temperatura média anual é de 25°C, a evaporação é de 2.300 mm anuais e a precipitação média anual varia de 800 a 1.300 mm. As chuvas ocorrem com mais intensidade entre os meses de março a agosto, concentradas no outono e inverno. E o clima da região é classificado como megatérmico seco a sub-úmido [13].

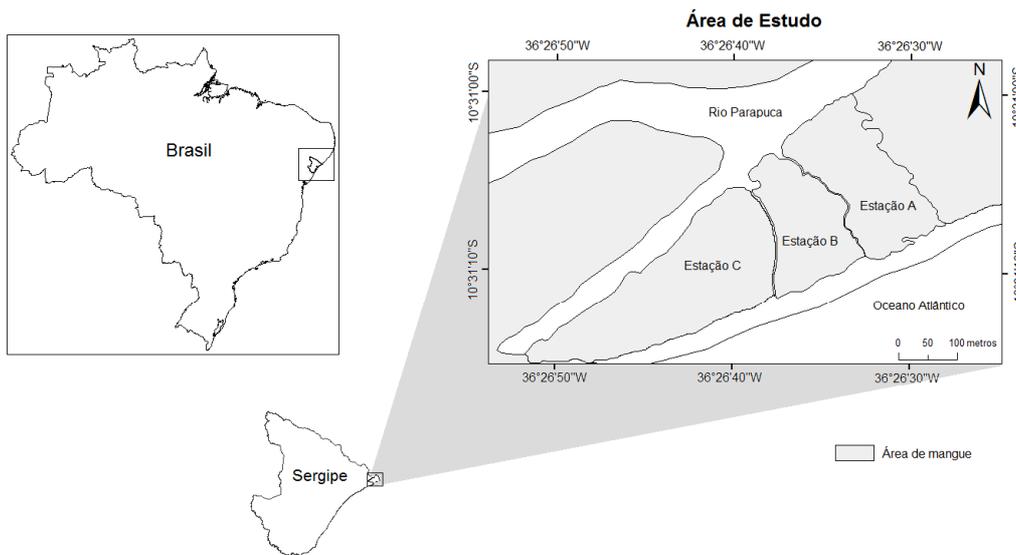


Figura 1: Localização da área de estudo, estuário do rio São Francisco, Sergipe

A metodologia utilizada para a caracterização estrutural das florestas de mangue, de modo geral, foi baseada em [17]; [6]; [20]; [2] e [8], sendo adaptada para as condições locais. As áreas de amostragem foram selecionadas por meio da análise de fotografias aéreas e vistorias em campo. Segundo o mosaico estrutural presente na região, procedeu-se uma estratificação da área, em três estratos denominados A, B e C (Figura 2).



Figura 2: Plotagem dos estratos A, B e C e suas parcelas amostrais no manguezal da região estuarina do rio São Francisco

Em cada uma das áreas selecionadas foram delimitadas unidades amostrais, em forma quadrática, dispostas de acordo com o gradiente de inundação das marés, visando caracterizar desde a zona fisiográfica de franja até a zona transição (Apicum e/ou cordão arenoso). A área de cada unidade amostral variou de 100 a 400 m², segundo a composição de espécies, arquitetura e desenvolvimento estrutural dos indivíduos, para garantir a representatividade amostral e retratar o aspecto geral das estações escolhida [19].

As parcelas foram delimitadas utilizando bússola, trena e GPS, sendo coletadas as seguintes variáveis: circunferência à altura do peito (CAP), altura, número de troncos por indivíduo, descrição da condição da árvore (viva ou morta) e material botânico para identificação da espécie. É importante ressaltar que apesar da não realização de réplicas, o tamanho das parcelas foi definido para garantir a representatividade amostral, sendo alocada uma parcela a cada fisionomia diferenciada [8].

Adotou-se como critério de inclusão, árvores com altura superior a 1,0 m, realizando a mensuração da altura, com auxílio de uma Vara Telescópica (RITZ VTT-1/9), e da circunferência do tronco à altura do peito (CAP), com auxílio de uma fita métrica. Seguindo orientação de [2], para a espécie *R. mangle*, quando necessário, a medição da circunferência do tronco foi tomada acima do último rizóforo.

As análises dos dados foram realizadas com o auxílio do *software* Mata Nativa 2, calculando as seguintes variáveis da estrutura horizontal da floresta: Densidade (D), Dominância (Do), Frequência (F), nos termos absolutos e relativos de ocorrência, além dos Índices de Valor de cobertura (IVC) e Valor de Importância (IVI)

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Observou-se que o manguezal da área de estudo apresenta um baixo desenvolvimento estrutural, com altura média das florestas variando de 4,34 a 8,36 m, DAP médio de 4,59 a 8,66 cm, área basal viva de 3,23 a 19,63 m².ha⁻¹ e a densidade de troncos vivos de 766,66 a 3175,00 troncos.ha⁻¹, comportando-se de forma distinta entre as parcelas e entre os estratos, sendo que tal fato se deve à heterogeneidade das parcelas quanto à distribuição das espécies, arquitetura das mesmas e sua relação com os tensores presentes na área. Segundo [20], a variabilidade e baixo desenvolvimento estrutural são reflexos da sobreposição de eventos de natureza, frequência e características variáveis, e da capacidade do ecossistema manguezal de se recuperar frente ao distúrbio.

De modo geral, os parâmetros da estrutura horizontal são apresentados na Tabela 1. O Estrato “A” apresentou o menor número de espécies, com ocorrência apenas de *Rhizophora mangle* e *Laguncularia racemosa*. Em termos médios, registrou-se altura e DAP de 7,85 m e 6,53 cm, respectivamente, sendo que a *Laguncularia racemosa* alcançou os maiores índices, alcançando altura de 11,30 m e DAP de 33cm. Embora a densidade absoluta e relativa tenham sido maiores para a *L. Racemosa*, a *Rhizophora mangle* apresenta uma maior Dominância Relativa (68,51%), Índice de Valor de Cobertura (57,37%) e Índice de Valor de Importância (54,91%). Tal fato se deve, provavelmente, a maior extração de madeira da espécie *L. Racemosa*, impedindo que esta alcance sua maturidade fisiológica.

Tabela 1 – Estrutura horizontal observada nos Estratos “A”, “B” e “C”, manguezal da Costinha - Região estuarina do São Francisco, SE

	Espécie	FA	DA	DR	DoA	DoR	IVC	IVC (%)	IVI	IVI (%)
Estrato A	<i>R. mangle</i>	49	700,00	46,23	10,760	68,51	114,734	57,37	164,734	54,91
	<i>L. racemosa</i>	57	814,286	53,77	4,946	31,49	85,266	42,63	135,266	45,09
	TOTAL	106	1.514,286	100	15,707	100	200	100	300	100
Estrato B	<i>R. mangle</i>	257	1976,923	60,05	110,043	68,23	128,27	64,14	164,639	54,88
	<i>L. racemosa</i>	114	876,923	26,64	2,119	13,09	39,73	19,87	76,094	25,36
	<i>Avicennia spp.</i>	56	430,769	13,08	3,019	18,65	31,734	15,87	49,916	16,64
	<i>Não identif.</i>	1	7,692	0,23	0,004	0,03	0,26	0,13	9,351	3,12
	TOTAL	428	3292,308	100	16,185	100	200	100	300	100
Estrato C	<i>R. mangle</i>	231	2887,5	70,21	19,879	64,1	134,312	67,16	170,026	56,68
	<i>L. racemosa</i>	64	800	19,45	6,013	19,39	38,841	19,42	67,413	22,47
	<i>Avicennia spp.</i>	33	412,5	10,03	5,119	16,51	26,537	13,27	55,108	18,37
	<i>Não identif.</i>	1	12,5	0,3	0,002	0,01	0,31	0,16	7,453	2,48
	TOTAL	3329	4112,5	100	31,013	100	200	100	300	100

N – Número de indivíduos; DA - Densidade absoluta; DR - Densidade relativa; DoA - Dominância absoluta; DoR - Dominância relativa; IVC – Índice de Valor de Cobertura; IVI – Índice de Valor de Importância; VIA - Valor de Importância Ampliado

No Estrato “B” a floresta apresentou uma tendência de maior investimento em altura nas bosques de bacia (interior), alcançando valores médios de 8,67 m, corroborando com os trabalhos de [2] e [3]. Da estrutura horizontal, nota-se que a espécie *Rhizophora mangle* apresentou uma maior Densidade Relativa (60,05%), Frequência Relativa (36,36%) e também Dominância Relativa (68,14%) demonstrando maior desenvolvimento estrutural, sendo dominante em bosques de franja com alto grau de inundação, assim como registrado por [12] que identificou comportamento semelhante em bosques de Ariquindá, Pernambuco.

Comparando os estratos A e B, notou-se uma menor frequência e um reduzido desenvolvimento estrutural dos indivíduos da espécie *L. Racemosa* no Estrato A, indicando uma menor influência de tensores antrópicos que encontra-se em um estágio de desenvolvimento biológico mais avançado.

No estrato C, a espécie *Rhizophora mangle* apresentou uma maior Densidade Relativa (70,21%) e Dominância Relativa (64,10%), atribuindo-a maior grau de desenvolvimento estrutural, semelhante ao comportamento observado no Estrato B. Dessa forma, essa espécie

atingiu um maior Índice de Valor de Cobertura (67,16%) e um maior Índice de Valor de Importância (56,68%).

Embora, a maior dominância no Estrato “C” seja da *Rhizophora mangle*, em termos médios a *Avicennia germinans* obteve os maiores índices de DAP com 10,50cm, como também a maior altura individual medindo 7,33m. Da estrutura vertical, verificou-se um comportamento similar do Estrato “C” em relação aos estratos “A” e “B”, possuindo maior concentração na classe intermediária de altura (2,15 a 11,12 m), constituída de 280 indivíduos. Esse estrato foi o que apresentou o maior desenvolvimento estrutural, podendo ser justificado pela maior distancia das comunidades ribeirinhas. Segundo [15], o registro de poucos e grandes indivíduos de *Avicennia germinans* sugere que árvores desta espécie são mais antigas e que estão, provavelmente, sendo substituídas no bosque e como não há indícios de alteração antrópica, esse processo parece ser natural.

Os resultados dos parâmetros estruturais (Tabela 2), analisados no presente estudo, se encontram dentro da faixa reportada para outros manguezais, como o da FLONA do Ibura, Sergipe [9] e o da Baía de Guanabara, Rio de Janeiro [20], embora este último esteja localizado em outra unidade fisiográfica[17].

Tabela 2: Parâmetros estruturais observados no Estratos do manguezal do estuário do rio São Francisco Costinha - Região estuarina do São Francisco, SE

1: média \pm desvio padrão, em m; 2: DAP: diâmetro à altura do peito, em cm; 3: ABv: Área basal viva, em

Estrato	Zona fisiográfica	Área amostral (m ²)	Altura ¹	DAP ²	ABv ³	ABm ⁴	DTv ⁵	DTm ⁶
A	Franja	400	6,83 \pm 1,52	6,26	16,9	6,4	825	150
	Bacia	100	8,29 \pm 1,75	5,92	19,65	13,6	2800	1700
	Transição	100	7,98 \pm 1,46	8,01	13,1	7,1	1600	900
B	Franja	400	6,41 \pm 3,38	4,82	51,7	8,36	2450	1000
	Bacia	100	8,67 \pm 2,75	8,66	24,9	5,2	2800	1100
C	Franja	400	8,95 \pm 3,74	7,00	111,9	10,5	2675	375
	Bacia	100	33,19 \pm 3,41	4,80	28,2	3,22	4425	1200

m².ha-1; 4: ABm: Área basal morta, em troncos.ha-1; 5: DTv: Densidade de troncos vivos, em troncos.ha-1; 6: DTm: Densidade de troncos mortos, em troncos.ha-1

No presente estudo a espécie que apresentou os maiores índices fitossociológicos foi *Rhizophora mangle*, sendo dominante em bosques de franja com alto grau de inundação. Os indivíduos de *Laguncularia racemosa* ocorreram em regiões de bosque de bacia, ora mesclada com as espécies *R. mangle* L. e *Avicennia* spp., ora formando bosque monoespecífico, desenvolvendo-se em áreas com alta salinidade e menor frequência de inundação, corroborando com [1].

Segundo [21], o valor de importância ampliado sintetiza os parâmetros estruturais (horizontal e vertical). No presente estudo, o maior Índice de Valor de Importância para as espécies em ordem decrescente foi *Rhizophora mangle* (56,96), *Laguncularia racemosa* (28,75) e *Avicennia germinans* (12,68).

Os resultados descritos neste estudo demonstraram que a área de manguezal estudada, situada na porção leste do estuário do rio São Francisco, encontra-se sob tensão de fatores antrópicos e naturais (erosão marinha), e que a pressão humana foi o tensor de maior relevância sobre os bosques, resultando em alterações estruturais dos mesmos ao longo do tempo, e na ocorrência de espécies. O corte exclusivo da espécie *Laguncularia racemosa* é um fator determinante para modificações na estrutura e nota-se um comportamento diferenciado à medida que se afasta das comunidades ribeirinhas existentes na área. Quanto a zonização, a *R. mangle* foi a espécie dominante em bosques de franja, sendo substituída gradativamente por *L. Racemosa* e

Avicennia germinans no interior das florestas, essa zanação também foi registrada por [16] em bosques de mangue da Costinha situadas no mesmo estuário.

4. CONCLUSÃO

Os três Estratos de mangue estudados no São Francisco apresentaram um baixo desenvolvimento estrutural quando comparado a outros manguezais do estado de Sergipe, sendo, provavelmente, uma consequência do efeito de tensores, os quais dificultam que estes atinjam sua maturidade.

A *Rhizophora mangle* foi a espécie mais importante da floresta, visto que obteve um maior Índice de Valor de Importância.

A *Laguncularia racemosa* é a espécie mais explorada pela população local em termos de madeira, e vem sofrendo gradativamente uma alteração na sua estrutura, apresentando-se mais ramificada e pouco desenvolvida, fazendo-se necessário que os órgãos competentes adotem medidas legais de fiscalização, evitando limitações estruturais a mesma.

-
1. ANDRADE, K. V. S. Caracterização de bosques e do solo de manguezal da região estuarina do baixo curso do rio São Francisco. 34p. Monografia (Graduação em Engenharia Florestal) – Departamento de Engenharia Florestal, Universidade Federal de Sergipe, São Cristovão, 2010.
 2. BERNINI, E.; REZENDE, C. E. Estrutura da vegetação em florestas de mangue do estuário do rio Paraíba do Sul, Estado do Rio de Janeiro, Brasil. *Acta botânica*, 18(3): 491-502 (2004).
 3. BERNINI, E. e REZENDE, C. E. Variação estrutural em florestas de mangue do estuário do rio Itabapoana, ES-RJ. *Biotemas*, 23 (1): 49-60, março 2010.
 4. BOUILLON, S; BORGES, A. V.; CASTAÑEDA-MOYA, E.; DIELE, K.; DITTMAR, T.; DUKE, N. C.; KRISTENSEN, E.; Lee, S. Y.; MARCHAND, C.; MIDDELBURG, J. J.; RIVERA-MONROY, V. H.; SMITH III, T. J.; TWILLEY, R. R. Mangrove production and carbon sinks: a revision of global budget estimates. *Geophysical Research*, Vol. 10, EGU 2008-A-02381, 2008 SRef-ID: 1607-7962/gra/EGU2008-A-02381 EGU General Assembly (2008).
 5. CARVALHO, M. E. S.; FONTES, A. L. A Carcinicultura no Espaço Litorâneo Sergipano. *Revista da Fapese*, v.3, n. 1, p. 87-112, jan./jun. (2007).
 6. CHAVES, F. de O. *Análise dos padrões de zanação e sucessão de espécies de mangue na região de Guaratiba, Baía de Sepetiba – RJ*. Trabalho de conclusão de Curso. Bacharelado em Oceanografia. Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro (2001).
 7. CUNHA, C de J.; HOLANDA, F. S. R. *Estrutura, função e propriedades de agroecossistemas: um estudo de caso no estuário do rio São Francisco*. In: III Congresso Brasileiro de Sistemas, Florianópolis – SC. 24-25 de outubro (2007).
 8. ESTRADA, G. C. D. *Análise da variabilidade estrutural de florestas de mangue de Guaratiba, Rio de Janeiro – RJ*. Dissertação (Mestrado em Ecologia) - Programa de Pós-Graduação em Ecologia, Universidade Federal do Rio de Janeiro (2009).
 9. GONÇALVES, F. B. *Florística, Fitossociologia e banco de plântulas em área de manguezal, na Floresta Nacional do Ibura, Nossa Senhora do Socorro-SE*. Monografia de graduação, Universidade Federal de Sergipe, São Cristovão, SE, 2009.
 10. LACERDA, L. D., MARINS, R. V. River damming and changes in mangrove distribution. *ISME/Glomis Electronic Journal* 2(1):1-4 (2002). Disponível em: <http://www.glomis.com/ej/pdf/ej03.pdf>
 11. MARINS, R. V.; LACERDA, L. D.; ABREU, I. M.; DIAS, F. J. S. Efeitos da açudagem no Rio Jaguaribe. *Ciência Hoje* 33(197): 66-70 (2003).
 12. NASCIMENTO FILHO, G. A. do; COELHO JUNIOR, C.; CORREA, F. M.; LONGO, A. F. P.; GASPAR, F. L.; SCHWAMBORN, R. Desenvolvimento estrutural de bosque de mangue ao longo do gradiente de inundação do rio Arinquiná – Baía de Tamandaré, Pernambuco. *Boletim Técnico-científico do CEPENE*, Tamandaré, v. 15, n. 2, p. 31-37, 2007.
 13. OLIVEIRA, A. M. *Estudo Hidrodinâmico-Sedimentológico do Baixo São Francisco, Estuário e Zona Costeira Adjacente (AL/SE) - Projeto GEF São Francisco (ANA/ GEF/ PNUMA /OEA)*. UFAL, 81 p. (Relatório Final) (2003).
 14. OLIVEIRA, V. F. de. *Influência do estresse hídrico e salino na germinação de propágulos de Avicennia schaueriana Stapf e Leechman ex Moldenke e Laguncularia racemosa (L.) Gaertn. f.* 2005. 82p. Dissertação de Mestrado (Mestre em Botânica.). Programa de Pós- Graduação em

- Botânica. Escola Nacional de Botânica Tropical. Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro (2005).
15. SALES, J. B. de L.; MEHLIG, U.; NASCIMENTO, J. R.; RODRIGUES FILHO, L. F.; MENEZES, M. P. M. de Análise estrutural de dois bosques de mangue do rio Cajutuba, município de Marapanim, Pará, Brasil. *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi, Ciências Naturais*, Belém, v. 4, n. 1, p. 27-35, jan.- abr. 2009.
 16. SANTOS, T. de O. *Caracterização estrutural dos bosques de mangue da Costinha, região estuarina do rio São Francisco*, Sergipe. Monografia de graduação, Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, SE, 2010.
 17. SCHAEFFER-NOVELLI, Y.; CINTRÓN, G. *Guia para estudo de áreas de manguezal: Estrutura, função e flora*. Caribbean Ecological Research, São Paulo, Brasil, 150pp (1986).
 18. SCHAEFFER-NOVELLI, Y. Manguezais: sistemas abertos. *Revista Ecologia e Desenvolvimento* 2(27): 30-37, Editora 3º Mundo Ltda. (1993).
 19. SOARES, M. L. G. Estrutura vegetal e grau de perturbação dos manguezais da Lagoa da Tijuca, Rio de Janeiro, RJ, Brasil. *Revista Brasileira De Biologia*, 59(3): 503-515 (1999).
 20. SOARES, M. L. G.; CHAVES, F. de O.; CORRÊA, F. M.; SILVA JÚNIOR, C. M. G. da 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 – UFRJ*. Volume 26 (2003).
 21. SOUZA, F. N. de; ARAÚJO, E. J. G. de; MELLO, J. M. de; SCOLFORO, J. R. S.; SILVA, C. P. de C. Composição florística e estrutura de dois fragmentos de floresta estacional semidecidual na bacia do Rio Grande, Minas Gerais. *Revista Brasileira de Biociências*, Porto Alegre, v. 5, supl. 2, p. 183-185, jul. 2007. Nota científica.