

Variação estrutural em florestas de mangue do estuário do rio Itabapoana, ES-RJ

Elaine Bernini*

Carlos Eduardo Rezende

Universidade Estadual do Norte Fluminense
Centro de Biociências e Biotecnologia, Laboratório de Ciências Ambientais
Avenida Alberto Lamego, 2000, CEP 28016-811, Campos dos Goytacazes – RJ, Brasil

*Autor para correspondência
elainebernini@hotmail.com

Submetido em 27/07/2009
Aceito para publicação em 10/12/2009

Resumo

A estrutura da vegetação no manguezal do estuário do rio Itabapoana, ES-RJ foi analisada pelo método de parcelas em 13 sítios de estudo. Considerando-se todos os indivíduos ≥ 1 m dentro das parcelas, a altura média das florestas variou de 4,0 a 10,1 m, o DAP (diâmetro à altura do peito) médio de 3,7 a 13,5 cm, a área basal viva de 13,5 a 48,3 m².ha⁻¹ e a densidade de troncos de 1.475 a 21.000 troncos.ha⁻¹. No geral, houve maior contribuição em área basal viva na classe de diâmetro $\geq 10,0$ cm (59%). Florestas com melhor desenvolvimento estrutural exibiram dominância de *A. germinans* (L.) Stearn., enquanto que *Laguncularia racemosa* (L.) Gaertn. f. foi dominante em florestas menos desenvolvidas. Os resultados mostraram que aspectos abióticos e fatores bióticos contribuem para a diferenciação entre os sítios. Tais diferenças destacam as peculiaridades de cada manguezal e ressaltam a importância de planos de manejo específicos para a manutenção do ecossistema.

Unitermos: *Avicennia germinans*, fitossociologia, *Laguncularia racemosa*, manguezal, *Rhizophora mangle*

Abstract

Structural variation in mangrove forests of the estuary of the River Itabapoana, ES-RJ. We analyzed the structure of 13 sites of mangrove vegetation in the Itabapoana estuary by use of the methodology of permanent plots. Considering all individuals ≥ 1 m within the plots, the average height of forests ranged from 4.0 to 10.1 m, the average DBH (diameter at breast height) ranged from 3.7 to 13.5 cm, the basal area of living individuals was 13.5 to 48.3 m².ha⁻¹, and the density of trunks was 1,475 to 21,000 trunks.ha⁻¹. Overall, there was a greater contribution of the live basal area in relation to diameter > 10.0 cm (59%). Forests with better structural development exhibited a dominance of *Avicennia germinans* (L.) Stearn, while *Laguncularia racemosa* (L.) Gaertn. f. was dominant in less-developed forests. Our results showed that environmental features and biotic factors contribute to mangrove differentiation among sites. Such differences highlight the peculiarities of each mangrove and emphasize the need of specific management plans for ecosystem maintenance.

Key words: *Avicennia germinans*, *Laguncularia racemosa*, mangrove, phytosociology, *Rhizophora mangle*

Introdução

Os manguezais do Estado do Espírito Santo ocupam área aproximada de 70km² (Vale e Ferreira, 1998). As florestas mais extensas são encontradas no entorno da baía de Vitória e nos estuários dos rios Piraqueaçu, São Mateus, Benevente e Itabapoana. No Estado do Rio de Janeiro, o ecossistema ocupa aproximadamente 160km² (Kjerfve e Lacerda, 1993) e as maiores florestas estão localizadas na foz do rio Paraíba do Sul e nas baías de Guanabara, Sepetiba e Angra dos Reis (FEEMA, 1980; Menezes et al., 2000).

A composição florística dos manguezais do Espírito Santo e Rio de Janeiro é constituída pelas espécies *Avicennia germinans* (L.) Stearn, *Avicennia schaueriana* Stapf & Leechm. ex Moldenke, *Laguncularia racemosa* (L.) Gaertn. f. e *Rhizophora mangle* L., ocorrendo ainda os gêneros *Spartina*, *Conocarpus*, *Hibiscus* e *Acrostichum*, como associados. Em ambos os Estados as florestas de mangue apresentam grande variabilidade estrutural em termos de altura, diâmetro, área basal e densidade (Araujo e Maciel, 1979; Silva et al., 1991; 2005; Carmo et al., 1995; 1998a; 1998b; 2000; Soares, 1999; Vale, 1999; Pellegrini et al., 2000; Oliveira et al., 2000; Soares et al., 2003; Bernini e Rezende, 2004). A heterogeneidade das características estruturais das florestas é atribuída às variações das energias subsidiárias (radiação solar, precipitação, vento, temperatura do ar, aporte de água doce, nutrientes, marés e ondas) e à influência de diferentes tensores naturais e antrópicos que atuam em diferentes escalas espacial e temporal (Lugo e Snedaker, 1974; Lugo et al., 1980; Soares et al., 2003).

O manguezal do estuário do rio Itabapoana situa-se na divisa entre os Estados do Espírito Santo e Rio de Janeiro. As florestas de mangue da margem direita deste rio têm sofrido impactos diretos (corte de vegetação, aterros) desde o século XIX, onde se instalou o povoado de São Sebastião, atual Barra de Itabapoana – RJ. Atualmente, apesar de o ecossistema ser protegido por vários dispositivos legais, o que se observa neste manguezal é um descontrolado processo de urbanização que já alcança a margem esquerda, no Estado do Espírito Santo, que em 1980 encontrava-se preservado (Soffiati, 2001).

A caracterização estrutural dos manguezais representa uma importante ferramenta para auxiliar na avaliação das respostas desse ecossistema às condições ambientais locais (ex. variação de salinidade, granulometria, influência das marés), bem como aos processos de alteração do meio ambiente (ex. urbanização, erosão, sedimentação acelerada), auxiliando assim, nos estudos e ações que objetivam a conservação do ecossistema (Soares, 1999). Nesse contexto, o objetivo deste estudo é caracterizar a estrutura do manguezal do estuário do rio Itabapoana, com o propósito de fornecer informações básicas que subsidiem a conservação e o manejo destas áreas.

Material e Métodos

A bacia do rio Itabapoana drena uma área aproximada de 4.875km², sendo integrada por municípios dos Estados do Espírito Santo, de Minas Gerais e do Rio de Janeiro. O curso d'água principal dessa bacia nasce na Serra do Caparaó (ES/MG). O estudo foi conduzido durante o ano de 2004 no manguezal do estuário do rio Itabapoana, situado entre os municípios de São Francisco de Itabapoana, RJ e Presidente Kenedy, ES (Figura 1). A floresta de mangue é constituída por *Avicennia germinans* (L.) Stearn, *Laguncularia racemosa* (L.) Gaertn. f. e *Rhizophora mangle* L., formando florestas intercaladas por bancos arenosos, restingas, mata ciliar, pastagem e urbanização.

De acordo com a classificação de Schaeffer-Novelli et al. (1990), o manguezal do estuário do rio Itabapoana está incluído na Unidade VI, trecho compreendido entre o Cabo de Santo Antônio, no Recôncavo Baiano, BA (13°00'S) e Cabo Frio, RJ (23°00'S). Este trecho é caracterizado por apresentar planícies costeiras estreitas, lagoas costeiras localizadas atrás de restingas, pluviosidade anual em torno de 1.200mm e marés com amplitude entre 0,7 e 1,3m. Nesta Unidade as florestas de mangue bem desenvolvidas podem atingir até 15m de altura (Schaeffer-Novelli et al., 1990).

O clima predominante na região do estuário do rio Itabapoana é o do tipo Aw (quente e úmido com chuvas de verão), com temperatura média mínima de 18°C e

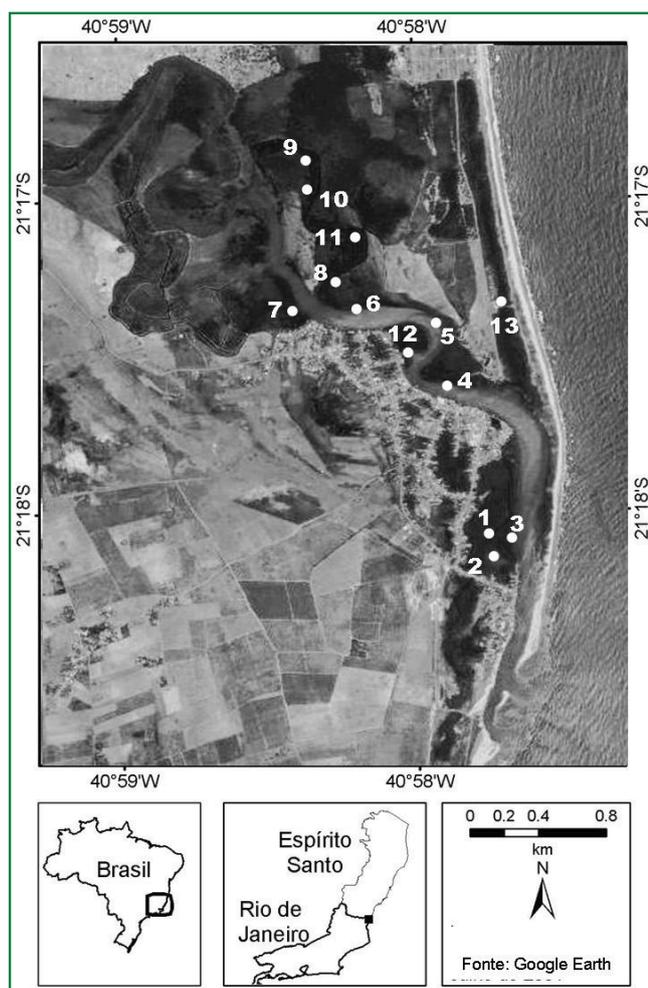


FIGURA 1: Sítios de estudo no manguezal do estuário do rio Itabapoana, ES-RJ.

média máxima de 24°C. A precipitação média anual é de 1.320mm e a vazão média do rio na foz é de 95,8m³.s⁻¹ (ANA, 2001). Baseado em dados do Terminal da Ponta do Ubu, Estado do Espírito Santo (20°44'S; 40°32'W), no ano de 2004, a média das marés foi de 0,8m (DHN, 2004).

A amostragem da vegetação foi realizada de acordo com a metodologia descrita em Schaeffer-Novelli e Cintrón (1986). Ao longo do estuário foram demarcados 13 sítios de estudo, cinco na margem direita e oito na margem esquerda do rio, considerando-se a possibilidade de acesso às áreas e de forma a retratar o aspecto geral da floresta no que se refere à distância do Oceano. As florestas analisadas são do tipo ribeirinho de acordo com a classificação de Cintrón et al. (1985). Os sítios da margem direita estão sob maior influência

de impactos (lançamento de efluentes domésticos, lixo, corte de vegetação, aterros, construção de estradas) em relação aos sítios da margem esquerda (presença de lixo e árvores cortadas). De fato, a maior parte do manguezal à margem direita do rio Itabapoana foi modificada pelo processo de urbanização e, atualmente, as florestas se restringem, principalmente, às margens de canais e às áreas sob influência das marés.

Em cada sítio foi demarcada uma parcela a 5m da margem do canal. As áreas das parcelas variaram entre 50 e 400m² e foram determinadas em função da densidade da vegetação e da uniformidade da floresta (incluindo no mínimo 20 árvores vivas dentro de cada parcela) (Schaeffer-Novelli e Cintrón, 1986). A área total amostrada correspondeu a 0,25ha. Em cada parcela foram medidos o DAP (diâmetro à altura do peito, efetuado a 1,3m do nível do substrato) e altura de todos indivíduos vivos \geq 1m de altura. Para a espécie *R. mangle*, a medida do diâmetro foi efetuada acima do último rizóforo, quando necessário. No caso dos indivíduos menores que 1,3m de altura, o DAP foi substituído pelo diâmetro do tronco abaixo da primeira ramificação (Soares, 1999). Os diâmetros de troncos e árvores mortas e ainda em pé foram incluídos na amostragem para verificar o padrão destes troncos em relação aos troncos vivos e possíveis influências antrópicas. As medidas de altura das árvores vivas foram obtidas com telêmetro ou vara telescópica.

Posteriormente, foram calculados a altura média da floresta, o DAP médio, as áreas basais viva e morta, as densidades de troncos vivos e mortos, a dominância em área basal e densidade relativa de indivíduos vivos e mortos (Schaeffer-Novelli e Cintrón, 1986). Os dados de área basal e densidade foram transformados para hectare. A distribuição de frequência por intervalo de diâmetro (3cm) dos troncos vivos e mortos foram elaboradas por sítio. Através do programa Statistica 6.0, realizou-se uma análise de agrupamento (UPGMA) das parcelas, considerando os parâmetros estruturais: altura média, percentual de área basal viva \geq 10,0cm e densidade relativa das espécies, para verificar a semelhança dos parâmetros estruturais entre as florestas.

Resultados

Os parâmetros estruturais apresentaram ampla variação entre os sítios analisados (Tabela 1). A altura média das florestas variou de 4,0 a 10,1m, o DAP médio de 3,7 a 13,5cm, a área basal viva de 13,5 a 48,3m².ha⁻¹ e a densidade de troncos vivos de 1.475 a 21.000 troncos.ha⁻¹.

TABELA 1: Parâmetros estruturais da vegetação do manguezal do estuário do rio Itabapoana, ES-RJ. DAP: diâmetro à altura do peito; ABv: área basal viva; ABm: área basal morta; DTv: densidade de troncos vivos; DTm: densidade de troncos mortos. 1: média ± desvio padrão, em m; 2: em cm; 3: em m².ha⁻¹; 4: em troncos.ha⁻¹.

Sítio	Altura ¹	DAP médio ²	ABv ³	ABm ³	DTv ⁴	DTm ⁴
S1	5,2±3,0	4,0	13,5	1,4	10.700	1.500
S2	6,6±2,1	5,0	17,0	1,9	8.800	1.300
S3	4,8±1,7	3,9	14,9	1,2	12.500	1.400
S4	5,2±3,0	8,8	17,4	0,6	2.875	525
S5	4,0±1,2	3,7	23,1	1,9	21.000	5.200
S6	7,0±3,1	13,1	19,8	1,3	1.475	400
S7	6,1±2,6	6,9	25,9	1,1	7.000	1.600
S8	6,1±3,0	9,3	17,7	2,1	2.583	556
S9	6,6±4,1	11,6	48,3	0,4	4.600	1.750
S10	10,1±3,2	9,6	18,7	1,6	2.560	600
S11	8,9±5,1	13,5	38,6	1,0	2.700	200
S12	7,7±3,1	5,5	13,6	1,5	5.846	1.077
S13	6,9±2,3	4,9	34,4	6,5	18.143	5.714

A maior altura foi registrada para *A. germinans* (16,5m), enquanto que os indivíduos mais altos de *R. mangle* e *L. racemosa* atingiram 13,5 e 13,0m, respectivamente. Os maiores diâmetros foram observados em *A. germinans* (61,0cm), seguido por *L. racemosa* (18,0cm) e *R. mangle* (17,5cm).

Considerando todos os sítios de estudo, houve maior contribuição em área basal viva na classe de diâmetro ≥10,0cm (59%), seguida pela classe entre 2,5 e 10,0cm (39%) e pela classe <2,5cm (2%) (Tabela 2). *A. germinans* atingiu 65% de contribuição em área basal viva, enquanto que *L. racemosa* e *R. mangle* alcançaram 28 e 7%,

respectivamente. *A. germinans* foi dominante em sete sítios (S4, S6, S7, S8, S9, S10 e S11) e *L. racemosa* nos demais (S1, S2, S3, S5, S12 e S13) (Figura 2). *R. mangle* apresentou baixa contribuição em área basal, atingindo o maior valor no Sítio 6 (21%) (Figura 2). Observou-se maior representatividade de *A. germinans* na classe superior (≥10,0cm) e na classe intermediária (entre 2,5 e 10,0cm) para *L. racemosa* e *R. mangle* (Tabela 3).

A área basal morta variou entre 0,4 e 6,5m².ha⁻¹ sendo, em geral, mais elevada na classe intermediária (Tabela 2). A maior contribuição em área basal morta foi registrada para *L. racemosa* (Tabela 3). *A. germinans* apresentou maior contribuição na classe superior e *L. racemosa* e *R. mangle* na classe intermediária (Tabela 3).

TABELA 2: Área basal (m².ha⁻¹) viva e morta, por classe diamétrica das florestas analisadas no manguezal do estuário do rio Itabapoana, ES-RJ.

Sítio	Área basal viva			Área basal morta		
	< 2,5 cm	≥ 2,5 cm	≥ 10,0 cm	< 2,5 cm	≥ 2,5 cm	≥ 10,0 cm
S1	0,6	11,9	1,0	0,2	1,2	-
S2	0,6	14,6	1,8	0,1	1,8	-
S3	1,1	13,8	-	0,2	1,0	-
S4	0,2	3,8	13,4	0,1	0,5	-
S5	1,6	21,5	-	0,9	1,0	-
S6	0,1	2,3	17,4	0,1	0,7	0,5
S7	0,2	10,0	15,7	0,3	0,8	-
S8	0,2	3,3	14,2	0,1	0,7	1,3
S9	0,3	4,6	43,4	0,2	0,2	-
S10	0,1	5,1	13,5	0,1	0,7	0,9
S11	0,1	3,9	34,6	-	0,5	0,5
S12	0,5	8,6	4,5	0,2	1,3	-
S13	1,0	32,1	1,3	0,7	2,0	3,8

Com relação à densidade de troncos vivos, *L. racemosa* foi a espécie dominante (74%), seguida por *A. germinans* (19%) e *R. mangle* (7%). *Laguncularia racemosa* apresentou maior abundância nos sítios localizados mais próximos ao Oceano (S1, S2, S3, S4, S5, S6, S12 e S13), enquanto que *A. germinans* foi mais abundante nos sítios sob menor influência das marés (S7, S8, S9, S10 e S11) (Figura 2). Ambas as espécies,

TABELA 3: Dominância em área basal (DoA) e densidade relativa (DR) de troncos vivos e mortos, por classe diamétrica e espécie no manguezal do estuário do rio Itabapoana, ES-RJ. Ag: *Avicennia germinans*; Lg: *Laguncularia racemosa*; Rh: *Rhizophora mangle*.

	Troncos Vivos									Troncos Mortos									
	< 2,5cm			≥ 2,5cm			≥ 10,0cm			< 2,5cm			≥ 2,5cm			≥ 10,0cm			
	Ag	Lg	Rh	Ag	Lg	Rh	Ag	Lg	Rh	Ag	Lg	Rh	Ag	Lg	Rh	Ag	Lg	Rh	
DoA (%)																			
S1	-	2,5	1,6	-	73,7	6,3	-	-	6,5	-	1,3	-	-	8,1	-	-	-	-	-
S2	0,1	2,7	0,3	3,2	68,5	5,5	9,4	-	-	-	0,7	-	-	9,6	-	-	-	-	-
S3	0,1	6,9	-	-	80,0	5,8	-	-	-	-	0,7	-	-	6,5	-	-	-	-	-
S4	-	0,7	0,4	0,8	16,0	4,2	59,4	1,1	14,3	-	0,3	-	-	2,5	0,3	-	-	-	-
S5	-	6,5	-	-	86,0	-	-	-	-	-	3,3	-	-	4,2	-	-	-	-	-
S6	0,1	0,2	-	1,1	5,6	3,9	60,0	5,7	17,1	-	0,1	-	0,8	2,9	-	1,0	1,5	-	-
S7	0,8	-	0,1	34,0	-	3,0	58,0	-	-	1,0	-	-	3,1	-	-	-	-	-	-
S8	0,2	0,7	-	10,5	6,1	-	72,0	-	-	-	0,1	-	2,4	0,9	-	5,9	1,2	-	-
S9	0,7	-	0,1	8,9	-	0,6	88,7	-	-	0,5	-	0,1	0,4	-	-	-	-	-	-
S10	0,3	-	-	18,1	-	7,2	56,2	-	10,5	0,2	-	-	3,0	-	-	4,5	-	-	-
S11	0,1	-	-	10	-	-	87,4	-	-	-	-	-	1,3	-	-	1,2	-	-	-
S12	0,3	3,3	0,1	3,2	37,3	16,4	29,5	-	-	0,3	0,7	-	-	8,9	-	-	-	-	-
S13	-	2,4	-	-	77,7	0,9	-	3,1	-	-	1,7	-	-	4,8	-	-	9,4	-	-
DR (%)																			
S1	-	13,9	23,0	-	46,7	3,3	-	-	0,8	-	7,4	-	-	4,9	-	-	-	-	-
S2	1,0	17,8	2,0	4,0	57,4	3,0	2,0	-	-	-	4,0	-	-	8,8	-	-	-	-	-
S3	0,7	30,9	-	-	56,1	2,2	-	-	-	-	3,6	-	-	6,5	-	-	-	-	-
S4	-	14,7	9,6	0,7	41,2	9,6	2,9	0,7	5,1	-	7,4	-	-	7,4	0,7	-	-	-	-
S5	-	31,3	-	-	48,9	-	-	-	-	-	15,3	-	-	4,5	-	-	-	-	-
S6	5,3	8,0	-	6,7	25,3	10,7	6,7	4,0	12,0	-	2,7	-	1,3	14,7	-	1,3	1,3	-	-
S7	9,3	-	1,2	55,8	-	3,5	11,6	-	-	9,3	-	-	9,3	-	-	-	-	-	-
S8	3,5	18,6	-	20,4	17,7	-	22,1	-	-	-	7,1	-	3,5	5,3	-	0,9	0,9	-	-
S9	26,0	-	0,8	30,7	-	3,9	11,0	-	-	23,6	-	1,6	2,4	-	-	-	-	-	-
S10	8,9	-	-	34,2	-	11,4	21,5	-	5,1	3,8	-	-	12,6	-	-	2,5	-	-	-
S11	12,1	-	-	41,4	-	-	39,7	-	-	-	-	-	5,1	-	-	1,7	-	-	-
S12	2,2	32,2	1,1	3,3	32,2	10,0	3,3	-	-	2,2	5,6	-	-	7,9	-	-	-	-	-
S13	-	23,4	-	-	51,5	0,6	-	0,6	-	-	18,5	-	-	4,8	-	-	0,6	-	-

bem como *R. mangle*, exibiram maior contribuição de troncos vivos na classe diamétrica entre 2,5 e 10,0cm (Tabela 3).

Quanto à densidade de troncos mortos, os valores variaram de 200 a 5.714 troncos.ha⁻¹. Observaram-se valores mais elevados para *L. racemosa*, sendo que as três espécies mostraram maior contribuição na classe diamétrica inferior a 2,5cm (Tabela 3).

A distribuição de troncos vivos e mortos em classes de diâmetro revelou que as florestas exibiram maior número de troncos nas classes de menor diâmetro, com gradual redução nas classes superiores, indicando uma

distribuição similar ao tipo exponencial. A única exceção foi o sítio S11, no qual a distribuição dos troncos foi mais homogênea (Figuras 3 e 4).

Com base nos dados de altura média, percentual de área basal de indivíduos vivos ≥10,0cm e densidade relativa das espécies, a análise de agrupamento identificou dois grandes grupos (Figura 5). O primeiro grupo, composto pelos sítios S11, S9, S10, S7, S8, S6 e S4, apresenta dominância de *A. germinans* tanto em área basal, quanto em densidade relativa (exceto o sítio 4 que exibiu maior densidade relativa de *L. racemosa*). Este grupo apresentou melhor desenvolvimento estrutural,

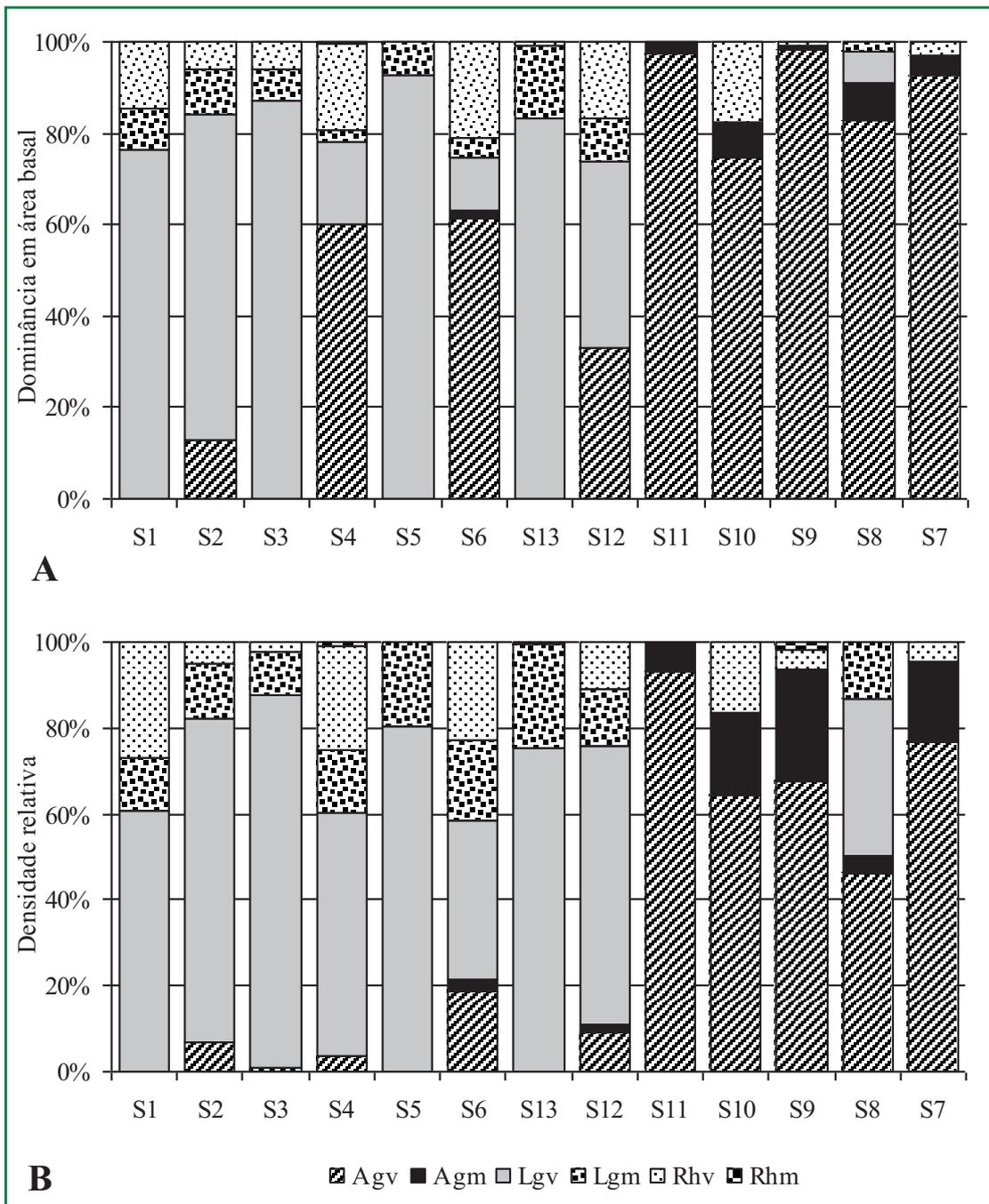


FIGURA 2: Dominância em área basal (A) e densidade relativa (B) das florestas analisadas no manguezal do estuário do rio Itabapoana, ES-RJ. Agv: *Avicennia germinans* viva; Agm: *Avicennia germinans* morta; Lgv: *Laguncularia racemosa* viva; Lgm: *Laguncularia racemosa* morta; Rhv: *Rhizophora mangle* viva; Rhm: *Rhizophora mangle* morta.

com área basal de indivíduos vivos $\geq 10,0$ cm variando entre 72 e 90%, DAP médio entre 6,9 e 13,5cm, densidade de troncos entre 1.475 e 7.000 troncos.ha⁻¹ e, no geral, valores de altura média mais elevados. O segundo grupo é formado pelos sítios S13, S5, S3, S2, S12 e S1 e exibe

dominância de *L. racemosa* em área basal e em número de troncos. Nesse grupo, a contribuição em área basal de indivíduos vivos $\geq 10,0$ cm variou de 0 a 33%, o DAP médio de 3,7 a 5,5cm e a densidade de troncos de 5.846 a 21.000 troncos.ha⁻¹.

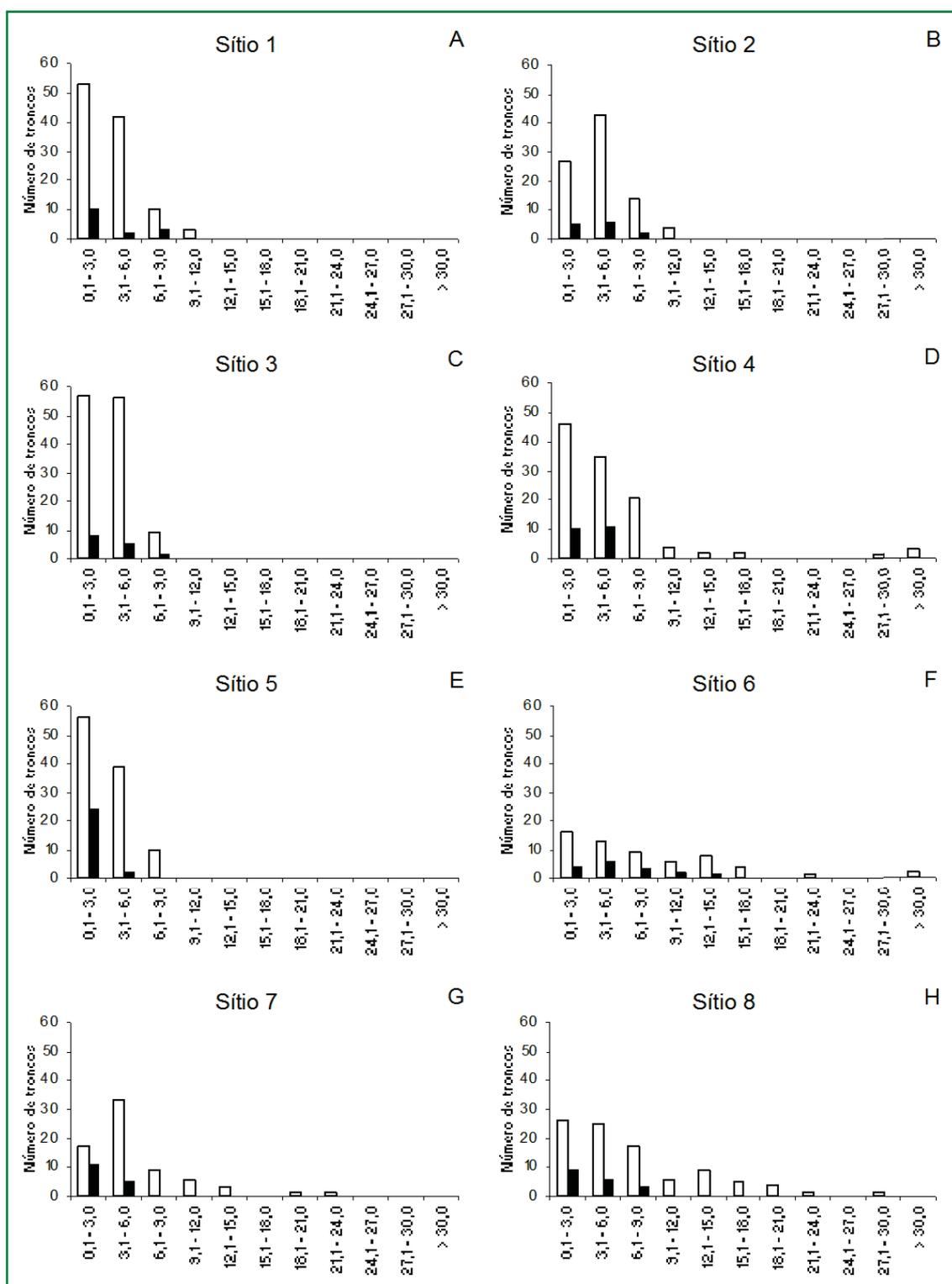


FIGURA 3: Distribuição de troncos vivos e mortos, por sítio, em classes de diâmetro nos sítios de estudo 1 a 8 no manguezal do estuário do rio Itabapoana, ES-RJ. □ = Vivos; ■ = Mortos.

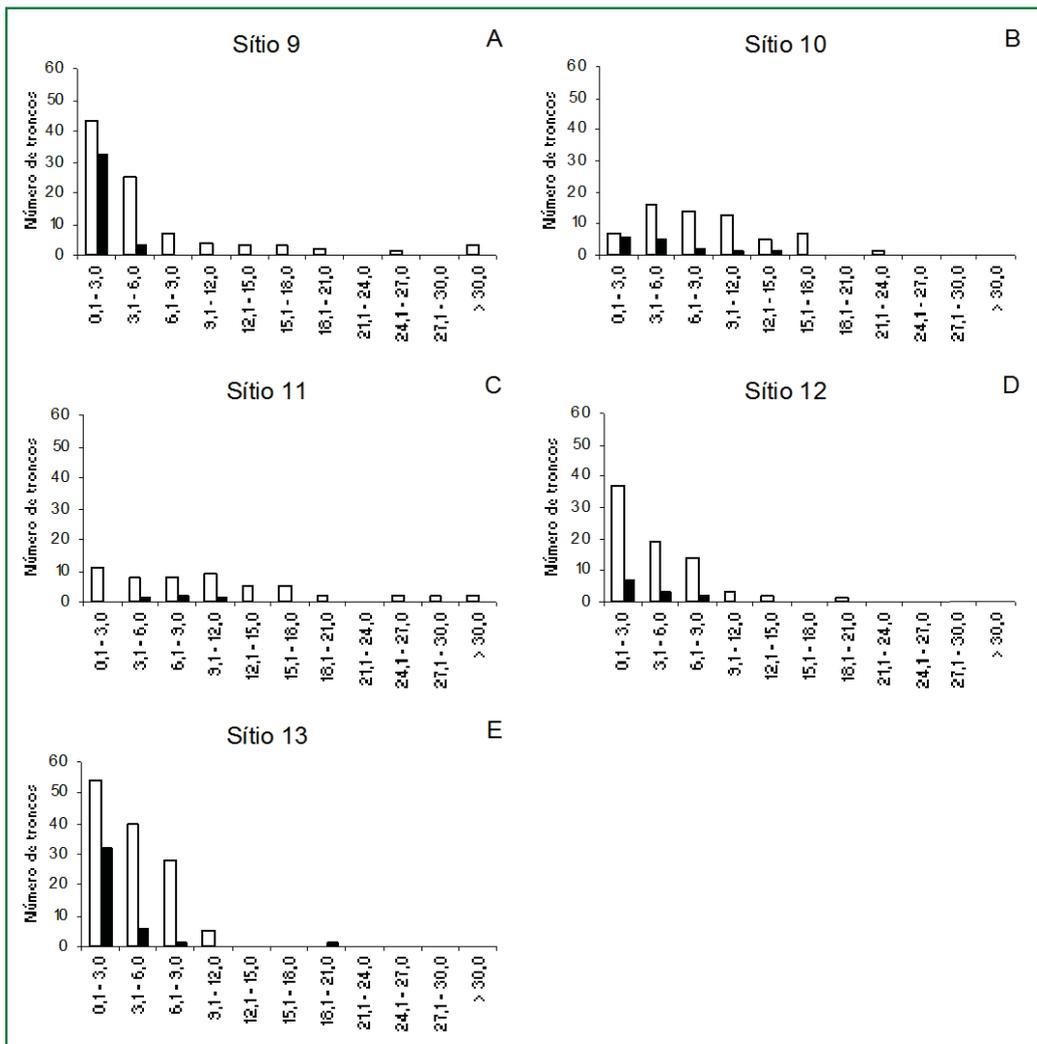


FIGURA 4: Distribuição de troncos vivos e mortos, por sítio, em classes de diâmetro nos sítios de estudo 9 a 13 no manguezal do estuário do rio Itabapoana, ES-RJ. □ = Vivos; ■ = Mortos.

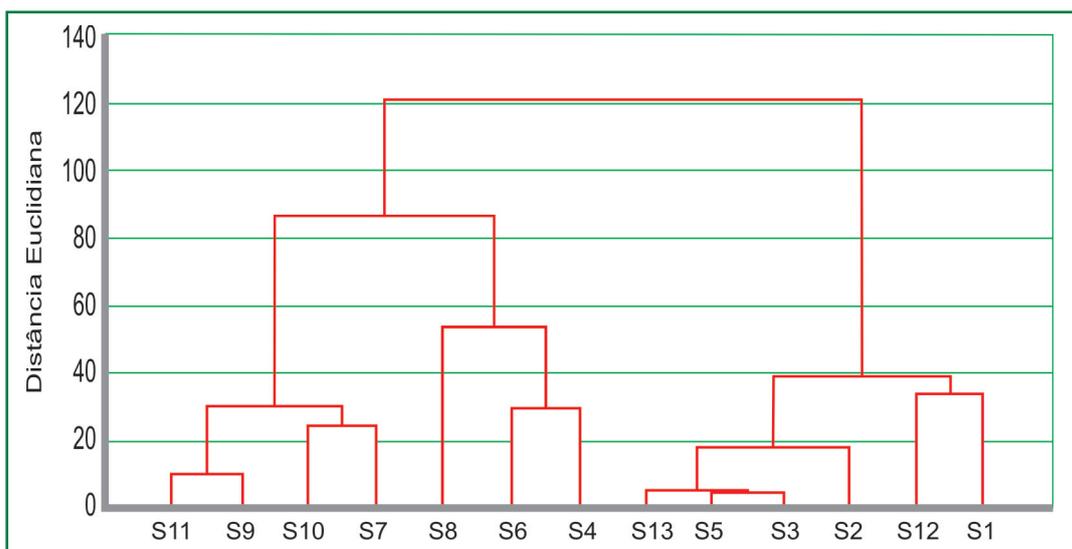


FIGURA 5: Análise de agrupamento (UPGMA) realizada para os dados de altura média, percentual de área basal viva $\geq 10,0$ cm e densidade relativa das espécies nas parcelas analisadas no manguezal do estuário do rio Itabapoana, ES-RJ.

Discussão

Os resultados dos parâmetros estruturais analisados no presente estudo encontram-se dentro da faixa reportada para manguezais dos Estados do Espírito Santo e Rio de Janeiro (Tabela 4). O manguezal do estuário do rio Itabapoana apresentou as características descritas para os manguezais da Unidade VI, de acordo com Schaeffer-Novelli et al. (1990), isto é, com presença de três gêneros de plantas de mangue (*Avicennia*, *Laguncularia* e *Rhizophora*), formando florestas monoespecíficas ou mistas.

As florestas de mangue analisadas exibiram diferenças em seu desenvolvimento estrutural. Apesar de não terem sido realizadas análises de fatores abióticos, tais diferenças podem ser atribuídas às variações das características ambientais dos sítios (aporte de água doce, frequência de inundação e tipo de sedimento) em virtude da variação da distância em relação ao Oceano, além de fatores bióticos (capacidade de dispersão e competição interespecífica). Entretanto, a variação das características estruturais das florestas entre os sítios analisados também é consequência da dominância das espécies, visto que florestas mais desenvolvidas exibiram dominância de *A. germinans*, em relação às florestas com menor desenvolvimento estrutural, que apresentaram dominância de *L. racemosa*. De modo similar, Silva et al. (2005) e Bernini e Rezende (2004) constataram melhor desenvolvimento estrutural para as florestas de *A. germinans* em relação às de *L. racemosa*, no manguezal

do estuário do rio São Mateus, ES e manguezal do estuário do rio Paraíba do Sul, RJ.

Nos sítios S7 a S11 onde, em geral, observou-se melhor desenvolvimento estrutural, foram registradas as espécies associadas *Acrostichum aureum* e *Hibiscus pernambucensis* mesclando-se com as espécies típicas de mangue, o que indica a presença de água doce. Nestes sítios, sob menor influência das marés, *A. germinans* foi a espécie dominante, que também apresentou maior densidade relativa. Assim, observou-se um gradiente ao longo do estuário, com *L. racemosa* exibindo maior abundância nos sítios mais próximos do Oceano e *A. germinans* nos sítios mais distantes (Figura 2).

A presença de *L. racemosa* associada às florestas alteradas, que se encontram em vias de recomposição, tem sido reportada na literatura (Peria et al., 1990; Soares, 1999). Esse parece ser o caso observado para as florestas próximas aos sítios S1, S2 e S3, que apresentaram sinais de perturbação causados pela alteração da circulação hídrica, assoreamento e aterros. Em tais locais, observou-se a disposição de lixo, corte de vegetação e lançamento de efluentes domésticos. A ação contínua de um tensor constitui um dreno constante de energia, diminuindo a complexidade destas áreas (Lugo e Snedaker, 1974).

Os valores de altura e DAP médios máximos registrados neste estudo são inferiores àqueles observados no manguezal do estuário do rio Paraíba do Sul (RJ), localizado a 33km da foz do rio Itabapoana. Naquele manguezal, que se encontra sob maior influência fluvial

TABELA 4: Variação na estrutura da vegetação em manguezais dos Estados do Espírito Santo e Rio de Janeiro. Limite de inclusão: * indivíduos com diâmetro $\geq 2,5$ cm e ** indivíduos ≥ 1 m de altura.

Local	DAP médio (cm)	Altura média (m)	Área basal (m ² .ha ⁻¹)	Fonte
Conceição da Barra, ES*	8,1-29,6	5,5-14,8	7,2-30,9	Silva et al. (2005)
Vitória, ES*	4,2-18,9	5,3-17,3	5,4-29,8	Carmo et al. (1995)
Fundão, ES*	3,8-5,1	7,2-10,7	9,4-17,9	Carmo et al. (1998b)
Anchieta, ES**	5,9-27,3	2,0-16,9	10,3-46,6	Petri et al. (dados não publicados)
Guaratiba, RJ**	0,8-7,6	2,3-9,3	13,4-61,7	Pellegrini et al. (2000)
Lagoa da Tijuca, RJ**	1,5-16,1	3,4-16,7	14,3-41,4	Soares (1999)
Baía de Guanabara, RJ*	11,0	-	34,9	Araujo e Maciel (1979)
Baía de Guanabara, RJ**	1,3-7,8	1,8-7,3	-	Soares et al. (2003)
Baía de Sepetiba, RJ*	7,8	6,1	21,6	Silva et al. (1991)
Estuário do rio Paraíba, RJ**	7,4-13,4	6,3-9,9	14,5-35,3	Bernini e Rezende (2004)
Estuário do rio Itabapoana**	4,0-10,1	3,7-13,5	13,5-48,3	Presente estudo

e sofre menor ação antrópica, as maiores árvores de *A. germinans*, *R. mangle* e *L. racemosa* atingiram 25, 19 e 16m de altura, respectivamente (Bernini, 2008). Em escala global, as maiores árvores de mangue são encontradas próximo à linha do equador, onde os indivíduos podem atingir alturas máximas entre 45 e 50m (Cintrón e Schaeffer-Novelli, 1983). O melhor desenvolvimento estrutural observado naquela região reflete as boas condições ambientais para o desenvolvimento das florestas, particularmente no que se referem à disponibilidade adequada de água doce, nutrientes e luminosidade.

No manguezal do estuário do rio Itabapoana a área basal viva seguiu a sequência: *Avicennia germinans* > *Laguncularia racemosa* > *Rhizophora mangle*. Bernini e Rezende (2004) amostraram uma área de tamanho similar (0,26ha) no manguezal do estuário do rio Paraíba do Sul e demonstraram que *A. germinans* também foi dominante em área basal (60%), entretanto, *Rhizophora mangle* (25%) foi superior à *L. racemosa* (15%). No entanto, a dominância de *A. germinans* aponta que o manguezal do estuário do rio Itabapoana é distinto de outros manguezais do Estado do Rio de Janeiro, onde a dominância de *Rhizophora mangle* e/ou *L. racemosa* geralmente é maior (Silva et al., 1991; Soares, 1999; Pellegrini et al., 2000).

A densidade de troncos (1.475 a 21.000 troncos. ha⁻¹) atingiu valores tão elevados quanto aqueles reportados para o manguezal da Lagoa da Tijuca, RJ (1250-17.000 troncos.ha⁻¹), o qual também se encontra sob influência de atividades antrópicas (Soares, 1999). Naquele manguezal, *L. racemosa* foi a espécie mais abundante e mostrou predomínio na classe diamétrica entre 2,5 e 10,0cm, semelhante aos resultados obtidos no presente estudo.

A maioria das florestas estudadas exibiu um padrão similar ao tipo exponencial para a distribuição dos troncos por classes de diâmetro. Resultados similares foram observados para a maioria das florestas analisadas no manguezal do estuário do rio Paraíba do Sul, RJ (E. Bernini, dados não publicados) e na Baía de Guanabara, RJ (Soares et al., 2003). Este tipo de distribuição é uma indicação de floresta saudável, pois ocorre maior número de troncos vivos nas classes de diâmetro inferiores, o

que permite a manutenção da comunidade. A mortalidade de troncos nas menores classes de diâmetro representa um processo natural, associado ao amadurecimento da floresta (Soares et al., 2003). Entretanto, o maior número de troncos nas classes iniciais também pode indicar uma alteração natural (ex. clareiras causadas por queda de árvore ou relâmpago) ou influência antrópica (ex. corte seletivo), o que promove o aumento do número de troncos ou o desenvolvimento do banco de plântulas.

Em todos os sítios analisados constatou-se a presença de troncos e árvores cortadas e disposição de lixo, principalmente naqueles com maior abundância de *L. racemosa*. A distribuição de troncos por classe de diâmetro é a variável mais indicada para detectar corte seletivo (Souza e Sampaio, 2001) e a maior densidade de troncos nas classes iniciais nos sítios 1, 3, 5 e 13 (Figuras 3 e 4) reflete o elevado número de rebrotas de *L. racemosa*, uma vez que esta espécie apresenta a capacidade de rebrotar após o corte.

A análise de agrupamento identificou dois grupos que refletiram o desenvolvimento estrutural das florestas de mangue. Florestas com melhor desenvolvimento estrutural exibiram dominância em área basal de *A. germinans*, enquanto que *L. racemosa* foi dominante em florestas menos desenvolvidas. Resultados similares foram registrados nos manguezais do rio Paraíba do Sul, RJ (Bernini e Rezende, 2004) e manguezal do estuário do rio São Mateus, ES (Silva et al., 2005).

Os dados obtidos demonstraram que o manguezal exibe variabilidade na estrutura e na composição florística ao longo do estuário do rio Itabapoana, que pode ser atribuída à variação das características ambientais (como distância do Oceano) e fatores bióticos (características específicas das espécies). Tais diferenças destacam as peculiaridades de cada manguezal e ressaltam a importância de ações de manejo específicas para a manutenção do ecossistema.

Agradecimentos

Aos técnicos Ivanilton Ribeiro da Silva e Antônio Carlos O. Pessanha e aos motoristas da UENF, pelo apoio nos trabalhos de campo; à UENF, pela bolsa de doutorado concedida à primeira autora; ao Laboratório

de Ciências Ambientais do Centro de Biociências e Biotecnologia, pela infraestrutura fornecida para o desenvolvimento do trabalho. Aos revisores anônimos, pelas importantes críticas e sugestões. Este trabalho está inserido no Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia – TMCOcean (CNPq Processo 573601/2008-9). O segundo autor recebe suporte financeiro do CNPq através da Bolsa de Produtividade em Pesquisa (Processo 306.188/2004-0). À CAPES pelo apoio ao projeto “Estrutura, Biogeoquímica e Metagenômica de Manguezais” (AUX-PE-PNPD-2303/2008).

Referências

- ANA – Agência Nacional de Águas. 2001. **Sinopse das Bacias Hidrográficas do Atlântico Sul. Trecho Leste.** v. 1. Agência Nacional de Águas, Brasília, Brasil, 42pp.
- Araujo, D. S. D.; Maciel, N. C. 1979. Os manguezais do recôncavo da Baía de Guanabara. **Caderno FEEMA, 10:** 1-13.
- Bernini, E. 2008. **Estrutura da cobertura vegetal e produção de serapilheira da floresta de mangue do estuário do rio Paraíba do Sul, Estado do Rio de Janeiro, Brasil.** Tese de Doutorado, Universidade Estadual do Norte Fluminense, Brasil, 134pp.
- 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 Botanica Brasilica, 18:** 491-502.
- Carmo, T. M. S.; Almeida, R.; Oliveira, A. R.; Xavier, S. Z. 1998a. Caracterização de um trecho do manguezal do rio da Passagem, Baía de Vitória, Vitória, ES, Brasil. **Anais do IV Simpósio de Ecossistemas Brasileiros, v.1,** Águas de Lindóia, Brasil, p.6-16.
- Carmo, T. M. S.; Brito-Abaurre, M. G.; Senna-Melo, R. M.; Zanotti-Xavier, S.; Costa, M. B.; Horta, M. M. M. 1995. Os manguezais da Baía de Vitória, Espírito Santo: um ecossistema ameaçado. **Revista Brasileira de Biologia, 55:** 801-808.
- Carmo, T. M. S.; Góes, P.; Almeida, A. P. L. S.; Sampaio, F. D. F.; Assis, A. M. 1998b. Caracterização do manguezal do rio Reis Magos, Fundão, Espírito Santo. **Anais do IV Simpósio de Ecossistemas Brasileiros, v.1,** Águas de Lindóia, Brasil, p.17-29.
- Carmo, T. M. S.; Sforza, R.; Rocha, G. B.; Moreira, L. M. P.; Silva, R. C. D. 2000. Caracterização da estrutura do manguezal de Goiabeiras Velha, Vitória, Espírito Santo. **Anais do V Simpósio de Ecossistemas Brasileiros, v.2,** Vitória, Brasil, p.381-388.
- Cintrón, G.; Schaeffer-Novelli, Y. 1983. Introducción a la ecología del manglar. **Oficina Regional de Ciencia y Tecnología de la UNESCO para América Latina y el Caribe,** ROSTLAC, Montevideo, Uruguay, 109pp.
- Cintrón, G.; Lugo, A. E.; Martínez, R. 1985. Structural and functional properties of mangrove forests. **Annals of the Symposium Signaling the Complexion of the Flora of Panama,** Panama, Panama, p.53-67.
- DHN – Diretoria de Hidrografia e Navegação. 2004. **Tábuas das marés.** Disponível em <<http://www.dhn.mar.mil.br/~dhn/servicos.html>>. Acesso em 25 de novembro de 2004.
- FEEMA. 1980. **Relatório técnico sobre manguezal. RT 1123.** FEEMA, Rio de Janeiro, Brasil, 61pp.
- Kjerfve, B.; Lacerda, L. D. 1993. Mangroves of Brazil. In: Lacerda, L. D. (Ed.). **Conservation and sustainable utilization of mangrove forests in Latin America and Africa regions.** v.2. Mangrove Ecosystems Technical Reports, Okinawa: ITTO/ISME, Japan, p.245-272.
- Lugo, A. E.; Cintrón, G.; Goenaga, C., 1980. El ecosistema del manglar bajo tensión. **Anales del Seminario sobre el Estudio Científico e Impacto Humano en el Ecosistema de Manglares,** Cali, Colombia, p.261-285.
- Lugo, A. E.; Snedaker, S. C. 1974. The ecology of mangroves. **Annual Review of Ecology and Systematics, 5:** 39-64.
- Menezes, L. F. T.; Peixoto, A. L.; Maciel, N. C. 2000. A riqueza ameaçada dos manguezais. **Ciência Hoje, 27:** 63-67.
- Oliveira, V. F.; Soares, M. L. G.; Pellegrini, J. A. C.; Silva-Jr.; C. M. G.; Chaves, F. O.; Corrêa, F. M. 2000. Dinâmica de comunidade de *Avicennia schaueriana* e *Laguncularia racemosa* na interface manguezal/planície hipersalina (Guaratiba-RJ). **Anais do V Simpósio de Ecossistemas Brasileiros, v.2,** Vitória, Brasil, p.255-261.
- Pellegrini, J. A. C.; Soares, M. L. G.; Corrêa, F. M.; Schaeffer-Novelli, Y. 2000. Caracterização da planície hipersalina (apicum) associada a uma floresta de mangue em Guaratiba, Baía de Sepetiba, RJ. **Anais do V Simpósio de Ecossistemas Brasileiros, v.2,** Vitória, Brasil, p.262-269.
- Peria, L. C. S.; Fernandez, P. P. C. P.; Menezes, G. V.; Grasso, M.; Tognella, M. M. P. 1990. Estudos estruturais comparativos entre florestas de mangue impactadas (Canal de Bertioga) e não impactadas (Ilha do Cardoso), Estado de São Paulo. **Anais do Simpósio de Ecossistemas Brasileiros, v.2,** São Paulo, Brasil, p.183-193.
- Schaeffer-Novelli, Y.; Cintrón, G. 1986. **Guia para estudo de áreas de manguezal: Estrutura, função e flora.** Caribbean Ecological Research, São Paulo, Brasil, 150pp.
- Schaeffer-Novelli, Y.; Cintrón-Molero, G.; Adaima, R. R. 1990. Variability of mangrove ecosystems along the Brazilian coast. **Estuaries, 13:** 201-218.
- Silva, C. A. R.; Lacerda, L. D.; Silva, L. F. F.; Rezende, C. E. 1991. Forest structure and biomass distribution in a red mangrove stand in Sepetiba Bay, Rio de Janeiro. **Revista Brasileira de Botânica, 14:** 21-25.
- 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 Botanica Brasilica, 19:** 465-471.
- 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:** 503-515.
- Soares, M. L. G.; Chaves, F. O.; Corrêa, F. M.; 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.
- Sofiati, A. 2001. **Entre a terra e a água: Estudos sobre as relações das sociedades humanas com os manguezais da ecorregião de São Tomé ente 1950 e 2000.** Tese de Doutorado, Universidade Federal Fluminense, Brasil, 538pp.

Souza, M. M. A.; Sampaio, E. V. S. B. 2001. Variação temporal da estrutura de bosques de mangue de Suape-PE após a construção do Porto. **Acta Botanica Brasilica**, **15**: 1-12.

Vale, C. C. 1999. **Contribuição ao estudo dos manguezais como indicadores biológicos das alterações geomorfológicas do estuário do rio São Mateus-ES**. Dissertação de Mestrado, Universidade de São Paulo, Brasil, 171pp.

Vale, C. C.; Ferreira, R. D. 1998. Os manguezais do litoral do Estado do Espírito Santo. **Anais do IV Simpósio de Ecossistemas Brasileiros**, v.1, São Paulo, Brasil, p.88-94.