

Diversidade Estrutural de Bosques de Mangue e sua Relação com Distúrbios de Origem Antrópica: o caso da Baía de Guanabara (Rio de Janeiro)

Mário Luiz Gomes Soares¹; Filipe de Oliveira Chaves²; Fábio Moreira Corrêa² & Carlos Milton Gonçalves da Silva Júnior²

¹ Núcleo de Estudos em Manguezais, Departamento de Oceanografia, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rua São Francisco Xavier, 524 - sala 4019-E, Maracanã, Rio de Janeiro - RJ
marioigs@uerj.br

² Instituto Oceanográfico, Universidade de São Paulo, Praça do Oceanográfico 191, Cidade Universitária, São Paulo, SP

Resumo

As características estruturais e funcionais das florestas de mangue são determinadas pela interação de características ambientais, que atuam em escalas global, regional e local. Todavia, em áreas submetidas a forte influência de atividades humanas, a ação de distúrbios deve ser fortemente considerada. Dessa forma, as características estruturais dos manguezais da Baía de Guanabara foram estudadas durante três anos (2000-2002). As florestas estudadas apresentaram uma alta diversidade estrutural, refletindo a ação de tensores, que determinam diferentes graus de degradação e estágios de regeneração (diferentes fases da sucessão secundária) das parcelas de estudo. A densidade de troncos variou de zero (clareiras) a 52.800 troncos.ha⁻¹. O diâmetro à altura do peito (médio) variou de 1,33 cm a 7,83 cm e a altura média das árvores variou de 1,80 m a 7,27 m. Foram identificados vários padrões estruturais e da dinâmica das comunidades vegetais estudadas, conforme segue: (a) "j" reverso, (b) distribuição "normal", (c) mortalidade massiva, (d) sobreposição de "eventos", (e) recolonização/clareiras, (f) falha na recolonização, (g) clareiras e, (h) invasão por *Acrostichum aureum*. A alta diversidade estrutural observada nas florestas estudadas, identificada através de parâmetros fitossociológicos e composição de espécies, a qual caracteriza um mosaico estrutural, deve-se a sobreposição das seguintes características: (1) natureza variável dos distúrbios, (2) características dos distúrbios (crônico ou agudo), (3) variabilidade espacial na ação dos distúrbios, (4) variabilidade temporal na ação dos distúrbios, (5) variação na frequência de ocorrência dos distúrbios, (6) capacidade do sistema em recuperar-se após um distúrbio.

Palavras-chave: distúrbios; curvas de densidade; estrutura vegetal; dinâmica da comunidade

Abstract

Structural and functional characteristics of mangrove forests are primarily governed by the interaction of environmental characteristics, that act in global, regional or local

scales. However, in areas submitted to strong influence of human activities, disturbance should be considered seriously. In this way, the structural characteristics of mangroves of Guanabara bay were studied during three years (2000-2002). The studied forests presented a high structural diversity, reflecting the action of disturbances, that determine different degradation levels and regeneration status (different phases of secondary succession) of the stands. The stems density varied from zero (gaps) to 52,800 stems.ha⁻¹. The mean diameter at breast height varied from 1.33 cm to 7.83 cm and the medium tree height varied from 1.80 m to 7.27 m. Several structural and dynamics patterns of the studied plants communities were identified, as follow: (a) reverse "j" shaped, (b) "normal" distribution, (c) mass mortality, (d) overlap of "events", (e) recolonization/gaps, (f) regeneration failure, (g) gaps and, (h) invasion by *Acrostichum aureum*. The high structural diversity observed in the studied forests, identified through the use of phytosociological parameters and species composition, which determines a structural mosaic, is due to the overlapping of the following characteristics: (1) variable nature of disturbances, (2) disturbances characteristics (chronic or acute), (3) spatial variability in disturbances action, (4) temporal variability in disturbances action, (5) variation in the frequency of disturbances occurrence and (6) capacity of the system to recover after a disturbance.

Key Words: disturbance; density distribution; forest structure; community dynamics

1 Introdução

Manguezal é um ecossistema costeiro que ocorre em regiões tropicais e subtropicais do mundo ocupando as áreas entremarés. É caracterizado por vegetação lenhosa típica, adaptada às condições limitantes de salinidade, substrato inconsolidado e pouco oxigenado e freqüente submersão pelas marés (Soares 1997). Esse autor ainda destaca, de forma detalhada a importância ecológica, econômica e social dos manguezais.

No litoral fluminense, na região da Baía de Guanabara, são encontradas três das seis espécies vegetais típicas de manguezal, que ocorrem no Brasil: *Avicennia schaueriana*, *Laguncularia racemosa* e *Rhizophora mangle*.

Primariamente, essas espécies vão interagir, segundo suas exigências fisiológicas e tolerâncias ambientais, para formarem bosques, que podem ser monoespecíficos ou mistos. Segundo Walsh (1974) a ocorrência e o melhor desenvolvimento de bosques de mangue se dá em regiões onde a temperatura média do mês mais frio é superior a 20°C e amplitude térmica anual inferior a 5°C, em substrato aluvial (lamoso), em ambientes costeiros abrigados, com presença de água salgada e submetidas a grande amplitude de marés. Apesar dos fatores anteriormente descritos determinarem a ocorrência dos manguezais ao longo das regiões costeiras, as características dos mesmos, em termos

estruturais e funcionais podem ser extremamente variáveis. Podemos descrever o modelo de "assinatura energética" (Lugo & Snedaker, 1974), através do qual o manguezal possui seus processos e desenvolvimento estrutural, controlados por forças subsidiárias como energia solar, aporte de água doce e de nutrientes e energia das marés. Portanto, apesar de existirem fatores numa escala global, que regem a ocorrência de manguezais em determinada região, os atributos estruturais e funcionais de cada manguezal são regidos pela interação de fatores em escala regional ("assinatura energética") e fatores em escala local (por exemplo, associados à frequência de inundação pelas marés).

No entanto, quando tratamos de bosques em regiões de influência de atividades antrópicas, devemos adicionar às condições ambientais (naturais) citadas, o efeito de diferentes tensores. Dessa forma, nessas áreas, as características estruturais e funcionais dos manguezais serão uma resultante da interação entre características ambientais e efeito de tensores. Esse cenário se torna ainda mais complexo ao tratarmos de sistemas submetidos a diversos tensores, como é o caso da Baía de Guanabara, onde devemos considerar, além das características individuais de cada tensor (incluindo sua variabilidade espaço-temporal e de intensidade), a possibilidade de sinergismo.

Segundo o anteriormente exposto, o presente estudo objetiva fazer, com base em levantamentos realizados durante três anos (2000-2002) uma breve descrição das características estruturais dos manguezais da Baía de Guanabara, relacionando-a ao nível de conservação dos referidos bosques, bem como à ação de tensores (distúrbios).

2 Área de Estudo

A Baía de Guanabara localiza-se na porção central do litoral fluminense, sendo delimitada, aproximadamente, pelas latitudes 22° 40' S e 23° 00' S e pelas longitudes 43° 00' W e 43° 20' W.

Devido à sua posição estratégica, a Baía de Guanabara sempre atraiu o interesse dos homens, desde o período da colonização, levando à fundação e desenvolvimento da cidade do Rio de Janeiro, às suas margens, devido às vantagens fornecidas pelas suas águas abrigadas. Portanto, a história de degradação da baía está diretamente relacionada ao "desenvolvimento" (crescimento) dos centros urbanos a ela associados. Desde os primórdios do surgimento e expansão da cidade do Rio de Janeiro, o homem "lutou"

contra o meio ambiente, que no caso era dominado por lagoas, brejos, pântanos e manguezais, localizados entre o mar e a montanha. Portanto essa realidade física moldou, principalmente nos momentos iniciais da expansão da cidade do Rio de Janeiro, a distribuição espacial do homem que ali se fixava.

Em relação à área ocupada por manguezais na baía, Amador (1996) estima que a mesma era de cerca de 257,9 km², dos quais 179,1 km² ocupavam o fundo da baía entre o rio Suruí (Magé) e a Ponta de Itaoca (São Gonçalo). No que se refere à cobertura atual, existem algumas estimativas realizadas por Amador (1992) - 60,0 km², Pires (1992) - 70,0 km², JICA (1994) - 68,6 km² e Amador (1996) - 80,0 km².

Apesar de associada ao maior centro urbano/industrial do litoral brasileiro, os estudos relacionados aos manguezais da Baía de Guanabara, não condizem com a importância desse sistema e com a realidade desse ambiente, sendo bastante escassos, no que tange aos aspectos relacionados à estrutura e função dos bosques de mangue.

Um dos primeiros relatos sobre a vegetação de mangue da Baía de Guanabara foi feito por Dansereau (1947), que descreveu um padrão de zonação das espécies de mangue. Em 1979 foi realizado pela FEEMA (Araújo e Maciel, 1979) um dos estudos considerados clássicos sobre os manguezais da Baía de Guanabara. Esse estudo, no entanto, limitou-se à região da APA de Guapimirim. No que se refere à estrutura vegetal, não é feito um estudo quantitativo aprofundado dos bosques estudados, porém são apresentados, além da descrição qualitativa dos mesmos e de seus padrões de zonação, alguns resultados de estrutura vegetal.

3 Material e Métodos

Foram estudados 32 bosques, distribuídos em seis transversais, segundo o gradiente de inundação pelas marés, desde a margem da baía (estações com número 1) até a transição para a terra firme (Tabela I). Em cada estação foi delimitada uma parcela, cuja área variou de 25 m² a 600 m², segundo as características estruturais, de forma a garantir a representatividade amostral. Em cada parcela todas as árvores com altura superior a 1,0 metro foram identificadas, sendo seus troncos classificados (vivo ou morto). Foram medidos o dap (diâmetro a 1,3 m do substrato) de cada tronco e a altura de cada árvore. Com os dados obtidos foram calculados o DAP (dap médio), a altura

média e a densidade de troncos para cada bosque estudado, além da elaboração das curvas de densidade de vivos e mortos por classes de dap (classes de 1,0 cm).

4 Resultados e Discussão

Os dados de estrutura vegetal, obtidos para os manguezais da Baía de Guanabara demonstram, de uma forma geral, uma grande variabilidade estrutural nas diversas estações de amostragem estudadas (Tabela I). Essa variabilidade reflete-se na densidade de troncos, no DAP, na altura média, na contribuição das diversas espécies e no percentual de indivíduos mortos em cada estação de estudo. Fato que se destaca é um baixo desenvolvimento estrutural observado em grande parte das estações, com DAP variando de 1,33 cm a 7,83 cm e alturas médias entre 1,80 m e 7,27 m. A parcela para caracterização da estrutura vegetal realizada por Araújo & Maciel (1979) apresentou desenvolvimento estrutural bastante superior, com DAP de 10,64 cm e altura média de 9,19 m, valores esses não encontrados em nenhum dos bosques por nós estudados. Em estudo mais recente, Oliveira & Lima (1996) relataram valores de DAP e altura média dentro da faixa encontrada no presente estudo, destacando-se apenas o manguezal do rio São João de Meriti, para o qual foi descrito um de 9,7 cm, superior aos obtidos no presente estudo. Uma análise detalhada das características e parâmetros estruturais dos manguezais da Baía de Guanabara será apresentada em um próximo trabalho.

Apesar da grande variabilidade estrutural apresentada na Tabela I, podemos identificar alguns padrões estruturais e de dinâmica para as comunidades vegetais dos manguezais da baía. Tais padrões podem ser descritos através da análise de curvas de distribuição de troncos por classes de dap. Apesar dos padrões gerais identificados, os diferentes bosques podem ainda possuir características distintas, tais como desenvolvimento estrutural, composição de espécies e espécie dominante, os quais refletem peculiaridades de cada estação estudada. A seguir descreveremos os diferentes padrões observados, para os quais selecionamos alguns exemplos.

4.1 "j" Invertido

Esse padrão (distribuição exponencial negativa) foi identificado em 13 dos 32 pontos estudados (tabela I). O mesmo pode ser exemplificado pela estação 2 de Piedade (Figura 1-A). Essa estação representa um padrão típico de mortalidade natural associa-

Estações	Padrão da Curva	Altura Média (m)	Dap Médio (cm)	Densidade (troncos.ha-1)	Espécie Dominante
Suruí 1	Mortalidade Massiva	6,00 + 3,13 -	6,04	167	-
Suruí 2	"Normal"	5,24 + 1,21 -	5,32	6296	L. racemosa
Suruí 3	"Normal"	6,58 + 1,03 -	5,16	8200	L. racemosa
Suruí 4	"j" invertido	6,16 + 2,46 -	6,32	5100	L. racemosa
Suruí 5	Sobreposição de Eventos	4,90 + 3,39 -	7,11	3009	L. racemosa / A.schaueriana
Nova Orleans 1	"j" invertido	5,54 + 2,38 -	5,54	11429	A.schaueriana
Nova Orleans 2	"j" invertido	4,31 + 2,66 -	4,31	6146	A.schaueriana
Nova Orleans 3	"j" invertido	5,44 + 3,18 -	5,44	5000	A.schaueriana
Nova Orleans 4	Sobreposição de Eventos	4,72 + 3,22 -	4,77	6250	R. mangle
Nova Orleans 5	"Normal"	6,49 + 0,96 -	6,49	4792	L. racemosa
Duque de Caxias 1	"Normal"	6,20 + 1,53 -	5,59	9900	L. racemosa
Duque de Caxias 2	Recolonização/- Clareiras	2,45 + 1,49 -	2,77	1825	A.schaueriana
Duque de Caxias 3	Recolonização/- Clareiras	3,38 + 1,61 -	4,61	3625	L. racemosa
Duque de Caxias 4	Recolonização/- Clareiras	5,46 + 2,54 -	6,76	2567	L. racemosa / A.schaueriana / R. mangle
Duque de Caxias 5	Recolonização/- Clareiras	4,97 + 1,98 -	4,10	14600	A.schaueriana / L. racemosa
Duque de Caxias 6	Falha na Recolonização	1,80 + 0,75 -	1,33	14550	L. racemosa
Duque de Caxias 7	Invasão por Acrostichum	6,11 + 2,64 -	7,42	2489	L. racemosa
Piedade 1	"j" invertido	5,46 + 1,73 -	5,06	5400	L. racemosa
Piedade 2	"j" invertido	5,60 + 3,02 -	5,98	6400	A.schaueriana
Piedade 3	Clareira	-	-	0	-
Piedade 4	"Normal"	6,72 + 1,04 -	7,83	2400	L. racemosa
Piedade 5	"j" invertido	3,68 + 1,94 -	3,25	11900	A.schaueriana
Piedade 6	Recolonização/- Clareiras	2,40 + 1,17 -	1,73	52800	A.schaueriana
SãoGonçalo A 1	"j" invertido	3,76 + 2,68 -	4,37	6308	A.schaueriana
SãoGonçalo A 2	"j" invertido	4,00 + 1,94 -	4,47	9000	R. mangle
SãoGonçalo A 3	"Normal"	6,37 + 1,25 -	5,56	6019	R. mangle
SãoGonçalo A 4	Sobreposição de Eventos	3,33 + 1,72 -	3,65	12333	R. mangle / A.schaueriana / L. racemosa
SãoGonçalo A 5	"j" invertido	4,22 + 1,80 -	5,24	7302	R. mangle / L. racemosa / A.schaueriana
SãoGonçalo B 1	"j" invertido	4,98 + 3,02 -	6,56	3800	A.schaueriana
SãoGonçalo B 2	"j" invertido	3,86 + 1,84 -	4,22	8364	A.schaueriana / R. mangle
SãoGonçalo B 3	"Normal"	7,27 + 1,12 -	5,95	5286	R. mangle
SãoGonçalo B 4	"j" invertido	4,69 + 2,24 -	5,14	8571	R. mangle

Tabela I Características estruturais dos bosques de mangue da Baía de Guanabara.

da ao amadurecimento do bosque, conforme o citado Barbour et al. (1980) e Oliver & Larson (1990). Por esse modelo, ocorre uma maior densidade de mortos nas classes inferiores de dap, devido ao progressivo desenvolvimento do bosque e consequente eliminação dos indivíduos menos desenvolvidos, pelos mais desenvolvidos, levando a uma queda da densidade e aumento da área basal de árvores mais desenvolvidas. Jimenez et al. (1985) e Peet & Christensen (1987) afirmam que a morte natural, por competição, concentra-se nas classes de menor dap. Ou seja, as árvores crescem o suficiente para passarem de uma classe de tamanho à outra, mantendo-se na classe dominante de tamanho, deixando para trás árvores menores. Esse padrão é similar ao encontrado, para bosques de mangue, nos estudos de Jimenez (1988) e Jimenez & Sauter (1991). Segundo Barbour et al. (1980) esse comportamento é característico de uma comunidade em processo de amadurecimento, com grande probabilidade de se sustentar, visto haver uma disponibilidade de jovens para substituir eventuais perdas nas classes mais desenvolvidas, além de haver contribuição de indivíduos de diversos graus de desenvolvimento. Apesar de não apresentarem a distribuição de mortos Souza & Sampaio (2001) também apresentam curvas do tipo "j" invertido, confirmando a situação de bosques de mangue degradados ou em regeneração, na região de Suape (PE). Segundo Smith III (1992), a ocorrência de indivíduos de grande porte é típica de bosques menos jovens, os quais possuem uma tendência de serem relativamente homogêneos em termos de classes de dap.

4.2 "Normal"

Outro padrão observado em 7 das estações estudadas (Tabela I) pode ser exemplificado pela estação 5 de Nova Orleans, localizada na transição do manguezal para a terra firme e dominada em quase sua totalidade por *L. racemosa*. Através da análise da Figura 1-B, constatamos que a contribuição de troncos mortos está concentrada nas classes inferiores e intermediárias de dap, possuindo característica similar a uma distribuição estatística do tipo "normal", bosque relativamente homogêneo (baixo desvio padrão da altura) e domínio de indivíduos de porte intermediário. Esse padrão sugere um processo de ocupação da área por indivíduos pertencentes a poucas coortes, os quais possuem desenvolvimento em "bloco". Rabinowitz (1978) e Smith III (1992) relatam que *Laguncularia racemosa* tende a estabelecer coortes anualmente e, que as mesmas tendem a morrer rapidamente, não havendo sobreposição de coortes, como

observado, com maior frequência em espécies de *Rhizophora*. Nessa estação observamos a ocorrência de indivíduos vivos nas classes de menor dap, sugerindo o recrutamento de novos jovens. A estrutura dessa estação, composta por um bosque monoespecífico de *L. racemosa*, com estrutura homogênea, é um forte indicio de bosque secundário. Segundo diversos estudos (Tomlinson, 1986; Peria et al., 1990; Pires, 1992; Soares & Tognella, 1994; Soares, 1999; Souza & Sampaio, 2001) essa espécie é típica de bosques degradados em processo de regeneração, caracterizando-se como uma espécie pioneira num processo de sucessão secundária. Ainda segundo Smith III (1992), bosques de mangue sujeitos a maior frequência de distúrbios possuem menor representatividade de espécies de *Rhizophoraceae*, quando comparadas a espécies como *Laguncularia racemosa*. As características anteriormente descritas para o bosque em questão, estão de acordo com bosques que sofreram algum tipo de distúrbio, segundo o apresentado por Oliver & Larson (1990). Na tabela I podemos comprovar esse comportamento, ao observarmos que das sete estações descritas para esse modelo, cinco eram dominadas por *L. racemosa*.

Cabe destacarmos, para esse padrão "normal", a ocorrência de variações importantes no comportamento das curvas de distribuição de troncos por classes de dap. Essas variações podem ser exemplificadas pelas estações 4 (Piedade) e 2 (Rio Surui).

Analisando-se a Figura 1-C, podemos observar que a estação 4 de Piedade também possui um padrão de distribuição "normal". No entanto, esse bosque parece possuir uma estrutura regida por distúrbios passados, não se encontrando mais nos estágios iniciais do processo de sucessão secundária, pois a contribuição de indivíduos de porte reduzido (<2,5 cm de dap), vivos, é inexistente. Em estudo na Lagoa da Tijuca, Soares (1999) descreve um bosque com características similares (monoespecífico de *L. racemosa*, domínio de indivíduos de porte intermediário e alta contribuição de área basal morta), como tendo estrutura típica de bosque alterado em processo de recomposição. Nessa estação (Figura 1-C) observamos a presença de apenas indivíduos mortos nas classes inferiores de dap e uma alta contribuição em densidade de troncos mortos na classe de dap intermediária, quando comparada aos troncos vivos nessa classe (a exemplo do descrito por Soares, 1999). Esse fato é forte indicador de um bosque saudável, cuja mortalidade, concentrada sobre os troncos de menor dap, está associada a um processo natural. Em outras palavras, além do amadurecimento do bosque, como anteriormente discutido, observa-se o recrutamento, mesmo que esporádico, de jovens, os

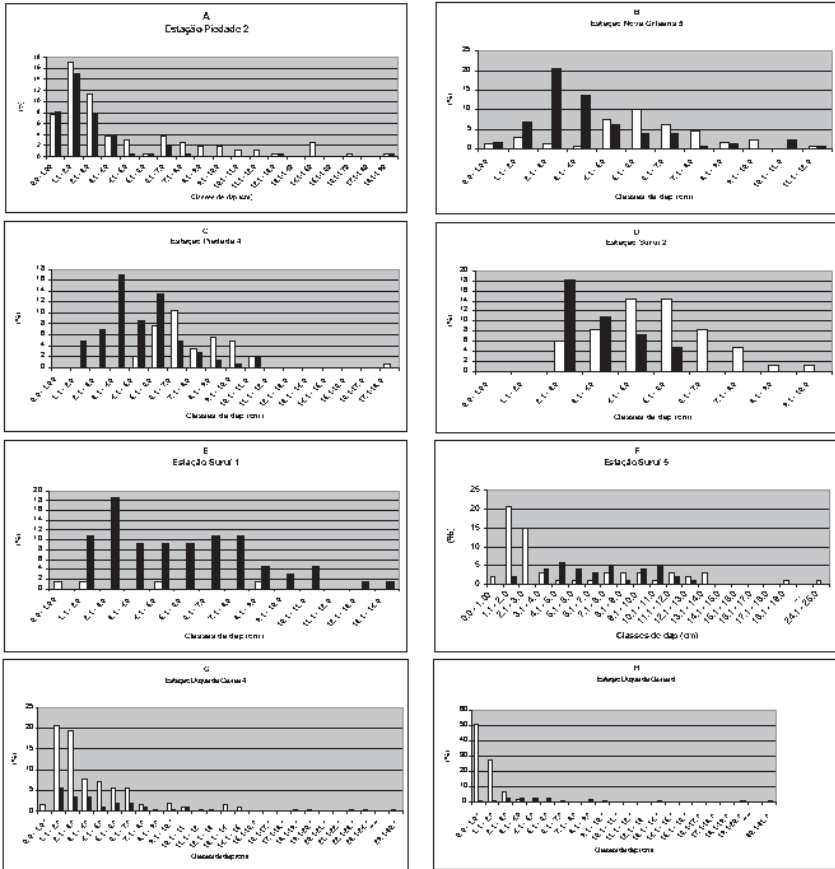


Figura 1 Distribuição (%) de troncos vivos (barras brancas) e mortos (barras negras) por classes de dap (cm) em alguns bosques de mangue da Baía de Guanabara.

quais com o passar do tempo morrem, devido à competição. Assim, podemos inferir, estar ocorrendo nessa região um processo de mortalidade associada ao desenvolvimento do bosque, relacionado ao processo de sucessão secundária. Tal padrão é descrito para sistemas florestais, por Barbour et al. (1980), Jimenez et al. (1985) e Oliver & Larson (1990). Esse fato é corroborado por Pires (1992), que descreve, para o período entre os anos de 1986 e 1989, uma redução na área de solo exposto, que demonstra a recolonização de algumas áreas por espécies de mangue, principalmente em áreas próximas à baía.

Na Figura 1-D, nota-se que a estação 2 do Rio Suruí também possui um padrão de distribuição "normal". No entanto, se compararmos o padrão observado nessa estação, com o descrito para as estações 5 de Nova Orleans e 4 de Piedade (Figuras 1-B e 1-C), notaremos, que na estação 2 não são observados, nas classes inferiores de dap, nem indivíduos vivos, nem indivíduos mortos, o que seria um indicador de um bosque saudável, com capacidade de autosustentação, conforme já discutimos. Assim, nessa estação, apesar de um possível recrutamento de propágulos, sua transformação em plântulas e posteriormente em jovens, os mesmos não se desenvolvem, de forma a serem recrutados nas classes superiores do estágio jovem (acima de 1 metro de altura), fato que foi observado nas demais estações. A existência desse banco de jovens é fundamental para a manutenção dos bosques frente a tensores, conforme observado por Soares et al. (1993) e Soares (2002). Portanto, esse processo pode ser um forte indicio do efeito dos hidrocarbonetos na manutenção do referido bosque, visto que o mesmo foi fortemente atingido por derramamento de óleo em janeiro de 2000 (Soares, 2002). Conforme sabemos, em áreas contaminadas por hidrocarbonetos é possível observarmos o desenvolvimento de plântulas e jovens, porém as mesmas não conseguem prosseguir no seu desenvolvimento. Vários estudos relatam esse processo de recrutamento de propágulos, transformação dos mesmos em plântulas e, posterior mortalidade massiva de plântulas e jovens, em áreas contaminadas por hidrocarbonetos (Rodríguez et al., 1990; Lamparelli et al., 1997; Dodge et al., 1995; Soares, 2002).

4.3 Mortalidade Massiva

A estação 1 do Rio Suruí foi severamente atingida por derramamento de óleo (Soares 2002). Nessa estação observamos um padrão típico de mortalidade em massa (Figura 1-E), com alta contribuição de mortos em todas as classes de dap, conforme apresentado por Jimenez et al. (1985). Notamos ainda, para essa estação, que algumas árvores permaneceram vivas. No entanto, essa contribuição foi bastante pontual. Esse fato deve-se a maior resistência de *L. racemosa* (Smith III 1992), associada a dois prováveis fatores: a lavagem mais efetiva pelas marés em alguns pontos da área afetada e a heterogeneidade na distribuição dos hidrocarbonetos (Levings et al., 1997; Duke et al., 1999). Assim, notamos, que na estação 1 do Rio Suruí houve uma contribuição de mortos de 96,05 % da área basal e 96,92 % da densidade, valores extremamente elevados, mesmo para bosques degradados e/ou em processo de regeneração, como observado em alguns pontos da Baía de Guanabara. A resposta observada na estação 1 do Rio

Suruí está de acordo com os padrões observados para bosques de mangue atingidos por derramamentos de petróleo ou derivados (Soares, 2002).

4.4 Sobreposição de "Eventos"

Outro padrão identificado em 3 estações estudadas (Tabela I), pode ser exemplificado pela estação 5 do Rio Suruí (Figura 1-F). Nessa estação, apesar de haver uma maior concentração de mortos nas classes intermediárias de dap, podendo sugerir um processo natural, como já descrito anteriormente, a análise detalhada não demonstra um padrão clássico de distribuição de mortos como esperado num processo natural. Observamos uma distribuição relativamente homogênea dos troncos mortos nas classes de dap presentes nesse bosque e uma forte contribuição de troncos vivos nas classes de menor dap, com alguma contribuição distribuída nas demais classes, incluindo classes de dap elevado. Esse comportamento pode sugerir uma mortalidade associada a algum distúrbio, que tenha afetado todas as classes de dap (como sugerido por Jimenez et al., 1985), seguida de um processo (em estágio inicial) de regeneração, representada pela maior contribuição de vivos nas classes inferiores de dap. Em outras palavras, seria uma sobreposição dos padrões "**j**" **invertido e mortalidade massiva**, já descritos.

4.5 Recolonização/Clareiras

Podemos identificar um padrão muito comum na região de Duque de Caxias (Tabela I), onde observamos um mosaico estrutural, o qual pode ser explicado, de forma genérica pela grande ocorrência de distúrbios (Barbour et al., 1980; Denslow, 1980; Peet & Christensen, 1987; Jimenez, 1988; Hunter Jr., 1990; Oliver & Larson, 1990; Smith III, 1992; Huston, 1996; Peterson & Parker, 1998; Soares, 1999), característica principal dessa região. Nesse padrão, aqui exemplificado pela estação 4 de Duque de Caxias (Figura 1-G) e observado em cinco das estações estudadas na baía, encontramos algumas similaridades com o padrão de **sobreposição de "eventos"**. No entanto, o que marca esse padrão é a característica de mosaico estrutural. Assim, a estação 4 (Tabela I) possui valores de d_{50} e altura média entre os maiores observados na área, além de ser constituída de bosque misto com contribuição das três espécies de mangue e baixa contribuição em área basal morta (13,27%). Outro indício do maior desenvolvimento estrutural dessa estação é a alta contribuição de indivíduos com dap > 10,0 cm. Apesar da presença de árvores de grande porte, também notamos algumas pequenas clareiras

nessa área. Na Figura 1-G, observamos, para essa estação, uma curva de distribuição de troncos por classes de dap, com características gerais relativamente normais ("j" invertido). Assim, esse padrão caracteriza uma área submetida a distúrbios, onde houve a manutenção de grandes árvores vivas, com ocorrência de clareiras, que passaram a ser recolonizadas por espécies de mangue.

4.6 Falha na Recolonização

Na estação 6 de Duque de Caxias (Figura 1-H) observamos um exemplo da área degradada por contaminação por hidrocarbonetos (Soares, 2002), onde houve mortalidade em massa das árvores. Nessa estação temos um padrão de falha na recolonização, onde ocorre um alto recrutamento de novas árvores, representado pela grande contribuição de indivíduos nas classes inferiores de dap, porém esses indivíduos não se desenvolvem (baixa contribuição de indivíduos nas classes superiores de dap).

Por fim, podemos citar dois outros padrões observados nos bosques de mangue da Baía de Guanabara (Tabela 1): **Clareiras** (representado pela estação 3 de Piedade) e áreas com Invasão por *Acrostichum aureum* (representado pela estação 7 de Duque de Caxias). Apesar de pouco presentes nas estações estudadas, esses dois padrões são bastante comuns na baía, como reflexo da degradação dos manguezais da região.

5 Considerações Finais

Todos os dados de variabilidade estrutural e baixo desenvolvimento estrutural dos bosques estudados são explicados pela grande pressão exercida sobre os manguezais da região. Em outras palavras, o mosaico estrutural observado é reflexo da sobreposição das seguintes características: (1) natureza variável dos distúrbios, (2) características dos distúrbios (crônico ou agudo), (3) variabilidade espacial na atuação dos distúrbios, (4) atuação dos distúrbios variável no tempo, (5) variação na frequência (recorrência) dos distúrbios e (6) capacidade do sistema de se recuperar frente ao distúrbio. Peterson & Parker (1998) também relatam a importância dessa variabilidade espaço-temporal dos distúrbios, em termos de estrutura de comunidades florestais. Esses autores, a exemplo de Oliver & Larson (1990), ainda alertam para a substituição e sobreposição de distúrbios naturais por distúrbios de origem antrópica. A relação da ocorrência de distúrbios, em termos de frequência e intensidade, com a diversidade de determinado ecossistema

ou paisagem é discutida de forma bastante profunda por Oliver & Larson (1990) e Huston (1996), que descrevem o padrão de mosaico na estrutura de diversas comunidades. Oliver & Larson (1990) descrevem, ainda, que um distúrbio pode ser composto por vários eventos, nos dando a idéia, de que na verdade a estrutura observada em bosques de mangue em regiões como a Baía de Guanabara, pode refletir uma sobreposição de eventos ou distúrbios. Outros autores (Barbour et al., 1980; Denslow, 1980; Peet & Christensen, 1987; Hunter Jr., 1990) descrevem a relação da heterogeneidade de sistemas florestais e a ocorrência de distúrbios. No caso específico de bosques de mangue a característica estrutural de mosaico, relacionada à ocorrência de distúrbios é descrita por Smith III (1992) e Soares (1999). Dessa forma, podemos afirmar que os bosques de mangue da Baía de Guanabara possuem desenvolvimento estrutural fortemente influenciado pelos tensores antrópicos que atuam na região, possuindo em alguns casos estrutura reduzida pela ação atual desses tensores e em outros casos características de bosques em processo de regeneração (sucessão secundária).

Sem dúvida alguma, o grande desafio da atualidade, no que se refere aos manguezais da Baía de Guanabara, após a perda acentuada de sua área original, diz respeito à manutenção da integridade estrutural e funcional dos mesmos, num cenário de grande conflito de uso com a expansão urbana da orla da Baía de Guanabara. O sucesso de tal empreitada virá a contribuir enormemente com a recuperação da qualidade ambiental e social da região, principalmente se considerarmos a grande variedade funcional e de bens e serviços, fornecidos gratuitamente pelo ecossistema manguezal. No entanto, podemos constatar, que são poucos os estudos que tratam dos manguezais da Baía de Guanabara, no que diz respeito aos aspectos estruturais, funcionais e de sua dinâmica, através de uma abordagem quantitativa adequada.

6 Referências

- Amador, E. S. 1992. Baía de Guanabara: um balanço histórico. *In*: ABREU, M. A. (Org.). *Natureza e sociedade no Rio de Janeiro*. Rio de Janeiro: Biblioteca Carioca, p.201-258.
- Amador, E. S. 1996. *Baía de Guanabara e ecossistemas periféricos: homem e natureza*. Tese de Doutorado, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 539 p.

- Araújo, D.S.D. & Maciel, N.C. 1979. Os manguezais do recôncavo da Baía de Guanabara. Fundação Estadual de Engenharia do Meio Ambiente (FEEMA), Rio de Janeiro, 113 p.
- Barbour, M.G.; Burk, J.H. & Pitts, W.D. 1980. Terrestrial Plant Ecology. Califórnia, Menlo Park: The Benjamin Cummings Publishing Company Inc., 604 p.
- Dansereau, P. 1947. Zonation et succession sur le restinga de Rio de Janeiro, I. Halosére. *Revue Canadien Biologique*, 6(3): 448-477.
- Denslow, J.S. 1980. Patterns of plant species diversity during succession under different disturbance regimes. *Oecologia*, 46: 18-21.
- Dodge, R.E.; Baca, B.J.; Knap, A.H.; Snedaker, S.C. & Sleeter, T.D. 1995. The effects of oil and chemically dispersed oil in tropical ecosystems: 10 years of monitoring experimental sites. Marine Spill Response Corporation, Washington, D.C. Technical Report Series 95-014, 82 p.
- Duke, N.C.; Pinzon, Z.S. & Prada, M.C. 1999. Recovery of tropical mangrove following a major oil spill: a study of recruitment and growth, and the benefits of planting. *In: YANEZ-ARANCIBIA, A. & DOMINGUEZ, A.L.L. (Eds.). Ecosistemas de Manglar en America Tropical. Instituto de Ecologia, A.C. México, UICN/ORMA, NOAA/NMFS, p. 231-254.*
- Hunter JR. & M.L. 1990. Wildlife, forests and forestry - principles of managing forests for biological diversity. Englewood Cliffs, New Jersey, Regents/Prentice Hall, 370 p.
- Huston, M.A. 1996. Biological Diversity - the coexistence of species on changing landscapes. Cambridge University Press, 681 p.
- JICA (Japan International Cooperation Agency) 1994. The study on recuperation of the Guanabara Bay ecosystem, 3, Tokyo: Kokusai Kogyo Co. Ltd. 797 p.
- Jimenez, J.A. 1988. The dynamics of *Rhizophora racemosa* Meyer, forests of the Pacific coast of Costa Rica. *Brenesia*, 30: 1-12.
- Jimenez, J.A.; Lugo, A.E. & Cintron, G. 1985. Tree mortality in mangrove forests. *Biotropica*, 17(3): 177-185.
- Jimenez, J.A. & Sauter, K. 1991. Structure and dynamics of mangrove forests along a flooding gradient. *Estuaries*, 14(1): 49-56.
- Lamparelli, C.C.; Rodrigues, F.O. & Moura, D.O. 1997. Long-term assessment of an oil spill in a mangrove forest in São Paulo, Brazil. *In: KJERFVE, B.; LACERDA, L.D. & DIOP, E.H.S. (Eds.). Mangrove Ecosystem Studies in Latin America and Africa. UNESCO, p. 191-203.*

- Levings, S.C.; Garrity, S.D.; Vleet, E.S.V. & Wetzel, D.L. 1997. Sublethal injury to Red Mangroves two years after oiling. *In: INTERNATIONAL OIL SPILL CONFERENCE*, p.: 1040-1041.
- Lugo, A.E. & Snedaker, S.C. 1974. The ecology of mangroves. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 5: 39-64.
- Oliveira, R.R. & Lima, D.F. 1996. Caracterização da vegetação das estações de monitoramento de manguezais da Baía de Guanabara. Relatório PDBG/FEEMA (Programa de Despoluição da Baía de Guanabara/Fundação Estadual de Engenharia do Meio Ambiente), FEEMA. 224 p.
- Oliver, C.D. & Larson, B.C. 1990. *Forest Stand Dynamics*. McGraw-Hill, Inc., New York. 457 p.
- Peet, R.K. & Christensen, N.L. 1987. Competition and tree death. *Bioscience*, 37(8): 586-595.
- Peria, L.C.S.; Fernandes, P.P.C.P.; Menezes, G.V.; Grasso, M. & Tognella, M.M.P. 1990. Estudos estruturais comparativos entre bosques de mangue impactados (Canal da Bertioiga) e não impactados (Ilha do Cardoso), estado de São Paulo. *In: II SIMPÓSIO DE ECOSISTEMAS DA COSTA SUL E SUDESTE BRASILEIRA: ESTRUTURA, FUNÇÃO E MANEJO*, Anais... Águas de Lindóia, São Paulo: Academia de Ciências do Estado de São Paulo. Vol. 2: 183-193.
- Peterson, D.L. & Parker, V.T. 1998. *Ecological Scale - theory and applications*. New York: Columbia University Press. 615 p.
- Pires, I.O. 1992. *Monitoramento de manguezais através de correlação de dados da fitomassa e de radiancia TM/LANDSAT. Exemplo: APA-Guapimirim (R.J)*. Tese de Doutorado. Departamento de Geografia. FFLCH- Universidade de São Paulo. 144 p.
- Rabinowitz, D. 1978. Mortality and initial propagule size in mangrove seedlings in Panama. *Journal of Ecology*, 66: 45-51.
- Rodrigues, F.O.; Moura, D.O. & Lamparelli, C.C. 1990. Evolução das alterações estruturais e funcionais provocadas por óleo no manguezal do Rio Iriri. *In: II SIMPÓSIO DE ECOSISTEMAS DA COSTA SUL E SUDESTE BRASILEIRA: ESTRUTURA, FUNÇÃO E MANEJO*, Anais..., Águas de Lindóia, São Paulo: Academia de Ciências do Estado de São Paulo. Vol. 2: 194-208.
- Smith III, T.J. 1992. Forest structure. *In: ROBERTSON, A.I. & ALONGI, D.M. (Eds.), Tropical mangrove ecosystems*. American Geophysical Union, Washington, p. 101-136.

- Soares, M.L.G. 1997. *Estudo da biomassa aérea de manguezais do sudeste do Brasil - análise de modelos*. Tese de Doutorado. Instituto Oceanográfico, Universidade de São Paulo. 2 vol. 294 p. 39 figuras e 238 tabelas.
- Soares, M.L.G. 1999. Estrutura vegetal e grau de perturbação dos manguezais da Lagoa da Tijuca, Rio de Janeiro, RJ, Brasil. *Revista Brasileira de Biologia*, 59 (3): 503-515.
- Soares, M.L.G. (Coord.) 2002. Diagnóstico de danos causados aos manguezais da Baía de Guanabara pelo derramamento de óleo ocorrido em janeiro de 2000. Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável. Rio de Janeiro. Relatório não publicado. 278 p. 35 tabelas e 233 figuras.
- Soares, M.L.G.; Peria, L.C.S. & Schaeffer-Novelli, Y. 1993. Preliminary study on the dynamics of *Rhizophora* mangle seedlings and saplings in a mangrove stand at Cardoso Island, São Paulo, Brazil. *In: ASIA-PACIFIC SYMPOSIUM ON MANGROVE ECOSYSTEMS*. Abstracts... Hong Kong: The Hong Kong University of Science & Technology, p.170.
- Soares, M.L.G. & Tognella, M.M.P. 1994. Diagnóstico ambiental dos manguezais próximos ao empreendimento Marina Guarujá (Guarujá, São Paulo). Relatório não publicado. 11 p.
- Souza, M.M.A. & Sampaio, E.V.S.B. 2001. Variação temporal da estrutura dos bosques de mangue de Suape-PE após a construção do porto. *Acta Botanica Brasílica*, 15(1): 1-12.
- Tomlinson, P.B. 1986. *The botany of mangroves*. Cambridge: Cambridge University Press. 413 p.
- Walsh, G.E. 1974. Mangroves: a review. *In: REIMOLD, R.J. & QUEEN, W.H.* (Eds.). *Ecology of halophytes*. Academic Press, New York, p. 51-174.