



# DISTRIBUIÇÃO DE ESPÉCIES ARBÓREAS SOB DIFERENTES NÍVEIS DE INUNDAÇÃO NO MANGUEZAL

Paula Hanna Valdujo

## INTRODUÇÃO

A abundância e a distribuição das espécies são determinadas pelo balanço entre natalidade, mortalidade, imigração e emigração, como resposta aos recursos disponíveis e condições ambientais locais e regionais (Begon *et al.* 2006). Condições são entendidas como fatores ambientais que influenciam o funcionamento dos indivíduos, como por exemplo, temperatura, umidade, pH, salinidade, entre outros, e podem ser alterados pela presença de outros organismos (Begon *et al.* 2006). As espécies respondem de forma diferente às diversas combinações de condições tanto em escala local quanto em escala regional, e condições altamente estressantes tendem a selecionar espécies com adaptações específicas para o ambiente (Lüttge 1997).

Os manguezais são ecossistemas estuarinos influenciados pelas variações das marés, que apresentam um gradiente bem marcado de condições (Kathiresan & Bingham 2001). Durante a maré alta ocorrem inundações e aumento da salinidade, enquanto na maré baixa são carregados e depositados sedimentos trazidos pelo rio. O processo de floculação de partículas decorrente do encontro entre água do mar e água doce resulta na deposição de sedimentos e formação de um solo lodoso, com baixa oxigenação e rico em matéria orgânica em decomposição (Rodrigues 1998). A interação entre esses processos define um gradiente de condições estressantes relacionadas à composição do solo, ao alto nível de salinidade e ao regime de inundações.

No mundo ocorrem cerca de 60 espécies de mangue, 20% delas com distribuição na costa Atlântica (Carter 1993). Quatro gêneros são dominantes: *Rhizophora* spp., *Laguncularia* spp., *Avicennia* spp. e *Conocarpus* spp. As espécies de mangue apresentam diversas adaptações específicas que permitem sua ocorrência nas condições peculiares desse ambiente (Kathiresan & Bingham 2001). Todas são halófitas, mas apresentam diferentes estratégias para sobreviver ao estresse da salinidade e inundação.

Em alguns manguezais observa-se um padrão de substituição de espécies em função das variações da maré (Kathiresan & Bingham 2001). Essa zonação de tipos de vegetação é determinada por fatores geomorfológicos, pedológicos e hidrológicos locais, incluindo a morfologia, textura e deposição de sedimentos, além dos processos erosivos (Carter 1993). Porém, a causa melhor demonstrada do padrão de distribuição das espécies de mangue em diferentes partes do mundo está relacionada a diferenças interespecíficas na tolerância ao estresse fisiológico associado a ambientes com diferentes intensidades de inundação (Kathiresan & Bingham 2001).

Em um estudo realizado em um manguezal no Parque Estadual da Ilha do Cardoso, São Paulo, foi detectado um padrão de zonação, em que as espécies ocorrem agregadas em manchas (Nascimento *et al.* 2008). No entanto, não foi encontrado efeito da distância da margem do rio sobre a distribuição das espécies, pois a distância linear à margem parece não ser um bom preditor do gradiente de inundação (Nascimento *et al.* 2008), sendo necessária a investigação de outros possíveis fatores determinantes desse padrão.

O objetivo deste estudo foi analisar a distribuição das espécies mais comuns em uma área de manguezal e sua relação com as variações no nível de inundação ao longo da margem do rio, assumindo que o efeito da salinidade e outros fatores correlacionados, decorrente da distância em relação ao mar, não difira entre as parcelas. Se as espécies diferem com relação à tolerância ao alagamento do solo, deve haver uma substituição de espécies no manguezal em locais com diferentes alturas da coluna d'água na maré alta. Por isso, espera-se encontrar diferenças na abundância de cada espécie arbórea do manguezal em áreas sob diferentes níveis de inundação.

## MATERIAIS & MÉTODOS

O estudo foi realizado na área de manguezal do rio Perequê, localizado no Parque Estadual da Ilha do Cardoso, município de Cananéia, São Paulo.

Durante quatros dias o rio foi percorrido de canoa para acessar suas margens, porções sujeitas à inundações, em diferentes distâncias em relação a sua foz. Foram amostradas 22 parcelas 5 x 8 m cada (40 m<sup>2</sup>), dispostas ao longo das duas margens do rio e distantes no mínimo 15 m entre si. O critério de seleção dos pontos de amostragem levou em consideração a altura da margem em relação ao nível da maré, tendo sido escolhidos pontos que contemplassem a amplitude de variação de inclinação e altura do terreno, avaliadas visualmente. As parcelas foram instaladas em locais que minimizassem a variação interna das suas características físicas. Em cada parcela, foi contado o número de indivíduos das espécies *Avicennia schaueriana*, *Lagunularia racemosa* e *Rhizophora mangle* com altura igual ou superior a 2 m.

No horário da maré mais alta, avaliada visualmente, foram tomadas cinco medidas de altura da coluna d'água alcançada pela maré em cada parcela com uma trena (precisão de 1 mm). Os pontos escolhidos para as medidas foram os vértices de cada parcela e mais um ponto central. Para todas as análises foram utilizados os valores médios de altura de coluna d'água obtidos em cada parcela.

A premissa de que não há influência da distância das parcelas em relação ao mar na abundância das espécies foi testada por meio de um teste exato de Fisher sobre as abundâncias de *R. mangle* e *L. racemosa* entre as 11 parcelas mais próximas do mar e as 11 mais distantes. Para testar a relação entre a altura da coluna d'água e a abundância de cada espécie, foi realizada uma análise de regressão com erros binomiais, com ajuste a uma função logística, utilizando a função GLM do software R versão 2.7.0. O modelo de regressão com erros binomiais foi utilizado por melhor se ajustar a dados de proporção, devido a sua forma de assíntota em valores extremos, próximos de 0 ou de 1. Para avaliar sua significância, o modelo foi comparado a um modelo mais simples, simulando uma situação em que não há efeito da altura da coluna d'água na abundância das espécies. Essa avaliação foi feita por meio da análise de "Deviance", obtida pela função "anova" para comparação de modelos do programa R Versão 2.7.0.

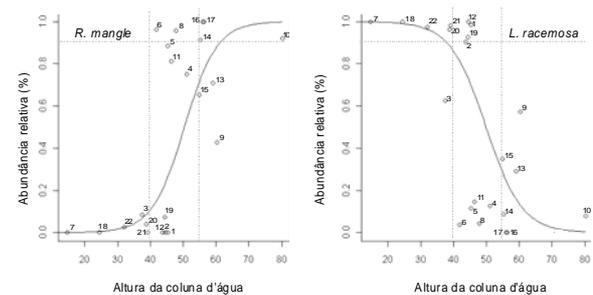
## RESULTADOS

No total, 867 indivíduos foram amostrados, sendo 274 de *R. mangle*, 572 de *L. racemosa* e 21 de *A. schaueriana*. O número médio de árvores por parcela foi de 39,4 ( $\pm 34,3$ ) indivíduos. Em média, o

nível da água atingiu 46,3 cm ( $\pm 13,43$ ) durante a maré alta.

A localização das parcelas em relação à barra do rio, e conseqüentemente, ao gradiente de salinidade, não influenciou a abundância de *L. racemosa* ou *R. mangle* (teste exato de Fisher,  $p = 0,71$ ). *Lagunularia racemosa* foi predominante em cinco das 11 parcelas mais próximas do mar, com abundância total de 303 indivíduos e *R. mangle* em seis, com 141 indivíduos. Nas áreas mais distantes, *L. racemosa* foi predominante em seis parcelas, com 269 indivíduos e *R. mangle* em cinco, com 133 indivíduos. Seis parcelas (27%) tiveram abundância relativa de *R. mangle* maior que 90% e oito (36%) tiveram abundância relativa de *L. racemosa* maior que 90%.

Nas parcelas em que a coluna d'água apresentou níveis mais altos, *R. mangle* predominou (Deviance = 315,6; g.l. = 1;  $p < 0,001$ , Figura 1), enquanto *L. racemosa* foi mais abundante nas áreas sob menor coluna d'água (Deviance = 286,8; g.l. = 1;  $p < 0,001$ ).



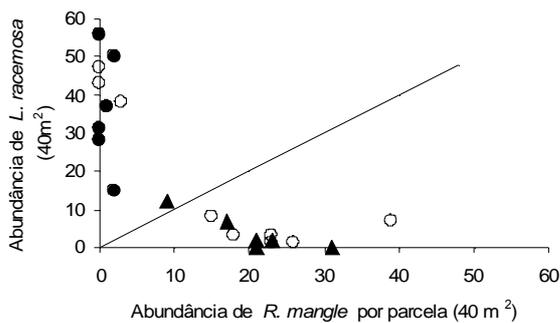
**Figura 1.** Abundância relativa de *Rhizophora mangle* e *Lagunularia racemosa* em áreas com diferentes alturas da coluna d'água ajustadas a uma função logística. Os números ao lado dos pontos indicam as parcelas correspondentes. A linha horizontal indica abundâncias relativas superiores a 90%, e o intervalo entre as linhas verticais representam alturas máximas entre 40 e 55 cm.

Pode-se observar que abaixo de 40 cm de coluna d'água todas as parcelas tiveram predomínio de *L. racemosa*, enquanto entre 40 e 55 cm houve tanto parcelas com predomínio de *R. mangle* quanto de *L. racemosa*, incluindo uma parcela com maior equitatividade entre as espécies. Acima de 55 cm há cinco parcelas com predomínio de *R. mangle* e 1 de *L. racemosa* (Figuras 1 e 2).

## DISCUSSÃO

A distribuição das espécies arbóreas no manguezal é influenciada pela altura máxima da coluna d'água, determinada pelo relevo da margem do rio Perequê, de modo que *R. mangle* é mais freqüente em áreas

de maior coluna d'água na maré alta e *L. racemosa*, em áreas sob menor coluna d'água. Com isso, ao longo da margem do rio Perequê, alternam-se manchas de *R. mangle* e *L. racemosa*, não relacionadas à distância em relação ao mar. Apesar de ser esperado um gradiente de salinidade ao longo do rio, ele parece não ter influenciado os resultados obtido neste estudo, pois a proporção entre parcelas dominadas por *R. mangle* e parcelas dominadas por *L. racemosa* se manteve igual na porção mais próxima e mais distante do mar.



**Figura 2.** Abundância de *Rhizophora mangle* e *Laguncularia racemosa* por amostra no manguezal do rio Perequê, Ilha do Cardoso. Cada ponto representa uma parcela e símbolos diferentes representam alturas máximas de coluna d'água diferentes: % = < 40 cm, % = 40 - 55 cm e % = > 55 cm. A reta representa situações hipotéticas de co-dominância total, e parcelas mais próximas dela têm maior equitatividade entre as duas espécies. Para melhor visualização dos outros 21 pontos, não foi representada no gráfico uma parcela com 181 indivíduos de *L. racemosa* e nenhum de *R. mangle*.

Este padrão de substituição de espécies é comum em manguezais de outras partes do mundo, podendo ocorrer diferentes graus de sobreposição na distribuição das espécies arbóreas (Kathiresan & Bingham 2001). A associação de *R. mangle* às zonas mais alagadas pode estar relacionada à sua maior tolerância ao solo encharcado, pouco estruturado e rico em matéria orgânica devido à presença das raízes-escora (Rodrigues 1998), enquanto *L. racemosa* está associada a solos mais arenosos, estruturados e melhor drenados (Rodrigues 1998). Essas características podem gerar a distribuição em manchas observada em nosso estudo, em que 64% das parcelas tiveram abundância relativa de mais de 90% para a espécie dominante.

Existem diversos outros fatores influenciados pelo regime de marés que podem determinar a distribuição das espécies no manguezal (Carter 1993). Entre eles, as flutuações na salinidade, o acúmulo de matéria orgânica no solo e a deposição de sedimentos no solo. Para isolar o efeito da inundação dos fatores ligados ao solo, a amostragem deveria ser realizada em áreas sujeitas ao mesmo

regime de inundação, mas sobre diferentes tipos de solo. No entanto, é possível que o tipo de solo seja determinado pelo regime de inundações, impossibilitando o isolamento dos fatores. Desse modo, a influência do nível de inundação na distribuição das espécies pode ser direta ou indireta, e não parece ser possível afirmar que a zonação seja decorrente exclusivamente da intensidade de alagamento ao qual as plantas estão sujeitas. Porém, os diferentes regimes de inundação aos quais os mangues estão sujeitos explicam boa parte do padrão observado e parecem gerar uma distribuição em manchas mesmo nas margens dos rios.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço às companheiras de “sol, lama & água salobra” Lucia e Ana Z. pela canoa e parcelas compartilhadas, à Camila Castanho, à Camila Mandai, ao Glauco e ao Selmo pela ajuda nas coletas, ao Paulo Inácio pelas orientações nas análises estatísticas, à Adriana e Camila pela revisão do texto, aos amigos do curso de campo pela companhia, pela força e pelas piadas e à coordenação do curso pelo suporte.

## REFERÊNCIAS

- Begon M., Townsend C.R. & Harper J.L. 2006. *Ecologia: de indivíduos a ecossistemas*. ArtMed, Porto Alegre.
- Carter R.W.G. 1993. *Coastal environments. An introduction to the physical, ecological and cultural systems of coastlines*. Academic Press Limited. London.
- Lüttge U. 1997. *Physiological ecology of tropical plants*. Springer-Verlag, Berlim.
- Kathiresan K. & Bingham B.L. 2001. Biology of mangrove ecosystem. *Advances in marine biology* 40: 81-251.
- Nascimento E.R., Lokschin L.X., Lapate M.E. & Valdujo P.H. 2008. Distribuição de espécies arbóreas no gradiente de inundação no manguezal. *Livro do Curso de Campo de Ecologia da Mata Atlântica*. Disponível em <http://ecologia.ib.usp.br/curso>.
- Rodrigues M.G. 1998. *Análise do status de conservação das unidades de paisagens no complexo estuarino-lagunar de Iguape-Cananéia-Garaqueçaba*. Tese de Mestrado. Universidade de São Paulo. São Paulo.