

# Variação morfológica de *Laguncularia racemosa* (L.) C. F. Gaertn. (Combretaceae) em áreas de manguezal e de transição entre manguezal e floresta de restinga

Magda Carrion Bartz <sup>1</sup>

João Carlos Ferreira de Melo Júnior <sup>1\*</sup>

Letícia Larcher <sup>2</sup>

<sup>1</sup> Universidade da Região de Joinville, Campus Universitário de Joinville  
CEP 89219-710, Joinville – SC, Brasil

<sup>2</sup> Universidade Federal do Paraná, Curitiba – PR, Brasil

\* Autor para correspondência  
jcmelo\_wood@hotmail.com

Submetido em 19/06/2014  
Aceito para publicação em 01/12/2014

## Resumo

Respostas adaptativas à interação de fatores abióticos que atuam em diferentes escalas espaciais e temporais podem refletir na distribuição das espécies, em decorrência de sua interação com o ambiente. Este estudo teve por objetivo verificar as diferenças na estrutura dos indivíduos entre populações de *Laguncularia racemosa* (L.) C. F. Gaertn. (Combretaceae) distribuídas em áreas de manguezal e de transição manguezal e restinga, utilizando características morfológicas foliares e arquitetura da planta. Foram analisadas variáveis ambientais, como nutrientes do solo e teor de salinidade. A área de transição apresentou menor salinidade da água intersticial e pH do solo, provavelmente em decorrência dos altos índices de alumínio. Indivíduos de *L. racemosa* da área de manguezal apresentaram folhas maiores que a população da área de transição, com maior área foliar, área específica foliar, densidade foliar e menor volume foliar. No manguezal, indivíduos de *L. racemosa* apresentaram maior altura e diâmetro basal do tronco e menor densidade de copa e percentual de folhas herbivoradas, porém, maior número de folhas senescentes. Tais resultados possivelmente relacionam-se com as contrastantes condições ambientais e com expressivas diferenças na salinidade da água e nos nutrientes dos solos.

**Palavras-chave:** Ecótono; Interação planta-solo; Mangue-branco; Plasticidade morfológica

## Abstract

**Morphological variation of *Laguncularia racemosa* (L.) C. F. Gaertn. (Combretaceae) in mangrove areas and in transition areas between mangrove and restinga forest.** Adaptive responses to the interaction of abiotic factors that operate at different spatial and temporal scales may reflect on the distribution of species, due to their interaction with the environment. This study aimed to check differences in the structure of individuals between populations of *Laguncularia racemosa* (L.) C. F. Gaertn. (Combretaceae) distributed in mangrove areas and in transition areas between mangrove and restinga forest, using leaf morphological characteristics and plant architecture. Environmental variables were analyzed, such as soil nutrients and salinity level. The transition area showed lower salinity of pore water and soil pH, probably due to the high levels of aluminum. *Laguncularia*

*racemosa* individuals in the mangrove area had larger leaves than the population in the transition area, with larger leaf area, specific leaf area, and leaf density, and smaller leaf volume. In mangrove, *L. racemosa* individuals had higher height and basal trunk diameter and lower canopy density and percentage of leaves subject to herbivory, but a higher number of senescent leaves. Such results may be related to the contrasting environmental conditions and significant differences in water salinity and soil nutrients.

**Key words:** Ecotone; Morphological plasticity; Plant-soil interaction; White mangrove

## Introdução

Manguezais são ecossistemas de interface entre o ambiente marinho e terrestre, característicos de regiões tropicais e subtropicais (SHAEFFER-NOVELLI, 1995). Ocorrem em regiões costeiras como estuários e baías, e apresentam características ambientais consideradas limitantes para a ocorrência de espécies vegetais (SCHAEFFER-NOVELLI et al., 2000; KATHIRESAN; BINGHAM, 2001; SILVA et al., 2005). A instabilidade do solo, provocada pela alta acidez, alta salinidade e a baixa concentração de oxigênio, faz com que as espécies vegetais que ali ocorram possuam adaptações morfológicas, fisiológicas e ecológicas específicas para se estabelecerem e sobreviverem em tal ambiente (SCHAEFFER-NOVELLI, 1995; KATHIRESAN; BINGHAM, 2001).

Por isso, os manguezais apresentam estruturação relativamente simples e baixa diversidade de espécies, quando comparada com outras florestas tropicais (KATHIRESAN, 2008). Cerca de apenas 65 espécies, distribuídas em 20 gêneros e 16 famílias são encontradas neste ambiente (TOMLINSON, 1986; DUKE, 1992; KATHIRESAN; BINGHAM, 2001). Nos manguezais brasileiros há ocorrência de quatro espécies (*Rhizophora mangle* L. – Rhizophoraceae, *Avicennia schaeuriana* Stapf & Leechm. ex Moldenke e *Avicennia germinans* (L.) Stearn – Acanthaceae, e *Laguncularia racemosa* (L.) C. F. Gaertn. – Combretaceae) e outros gêneros associados como *Conocarpus* (Combretaceae), *Hibiscus* (Malvaceae) e *Spartina* (Poaceae) (MATNI et al., 2006; BERNINI; REZENDE, 2010).

Apesar das espécies vegetais que ocorrem nos manguezais compartilharem um conjunto de adaptações que as permitem se estabelecer neste ambiente, estas apresentam diferentes requerimentos ecológicos e

fisiológicos (CHRISTIAN, 2005; SÉRGIO et al., 2006). Adaptações no sistema radicular permitindo maior superfície de trocas gasosas e maior suporte da planta, e na morfologia das folhas, com função de adequar o sistema de trocas gasosas às condições de alta salinidade, são comuns à maioria das espécies, porém, com diferentes graus de adaptação, associados a diferentes graus de tolerância ao estresse salino (KATHIRESAN; BINGHAM, 2001).

Por ser um ambiente de grande heterogeneidade ambiental, estudos demonstram que os manguezais também diferem em características estruturais ao longo da costa brasileira (CARMO et al., 1995; 2000; SOUZA et al., 1996; SOARES, 1999; SILVA et al., 2005; ABREU et al., 2006; MATNI et al., 2006; MARTINS et al., 2013). Esta é uma resposta à interação de vários fatores abióticos (salinidade, radiação solar, precipitação, vento, temperatura do ar, aporte de água doce, nutrientes, marés e ondas) e antrópicos que atuam em diferentes escalas espaciais e temporais (SOARES et al., 2003; BERNINI; REZENDE, 2010), gerando gradientes ambientais que refletem na distribuição das espécies (SNEDAKER, 1982; SCHAEFFER-NOVELLI, 1999; FELLER et al., 2003; HOGARTH, 2007; LEMOS; MELO-DE-PINA, 2011). Twilley e Day (1999) acrescentam ainda que os atributos estruturais e funcionais de cada manguezal resultam de interações entre as variáveis acima mencionadas e fatores em escala regional, que representam a assinatura energética das plantas.

No Sul do Brasil, as espécies *R. mangle*, *A. schaueriana* e *L. racemosa* co-ocorrem, porém com distintas distribuições ao longo dos manguezais. Ao analisar áreas de manguezal no litoral paranaense, alguns autores verificaram a ausência de padrões de zonação bem definidos, porém destacaram a ocorrência de bancos de *L. racemosa* nas zonas de contato com a floresta

quaternária, e águas menos profundas (MAACK, 1946; MARTIN, 1992; SESSEGOLO, 1997). Considerada como intolerante à sombra (BALL, 1980), autores afirmam que sua predominância está condicionada a manguezais em estágios iniciais ou médios de sucessão, e áreas de transição entre manguezal e floresta quaternária (SOARES, 1999; MENGHINI, 2004; SILVA et al., 2005; KILCA et al., 2011).

Na baía da Babitonga, *L. racemosa* é a espécie arbórea com maiores valor de importância, densidades (absoluta e relativa) e frequência relativa (KILCA et al., 2011). Apesar da variação nas condições de solos e salinidade dentro dos manguezais, *L. racemosa* pode ser encontrada em grandes densidades tanto em áreas de borda quanto em áreas de transição entre manguezal e floresta de restinga (LARCHER, comunicação pessoal).

Espera-se que uma espécie, com capacidade para ocupar ambientes heterogêneos como zonas distintas nos manguezais, apresente grande potencial plástico em suas características fisiológicas e/ou morfológicas (FUZETO; LOMÔNACO, 2000; SULTAN, 2000; CARDOSO; LOMÔNACO, 2003). Desta forma, este trabalho teve como objetivo identificar diferenças nas características morfológicas de indivíduos de *L. racemosa* ocorrentes em área de manguezal e área de transição entre manguezal e Floresta de Restinga. A magnitude da resposta morfológica funcional/estrutural que a espécie apresenta, possibilita às plantas explorarem nichos diversos em recursos e ampliarem suas possibilidades de distribuição geográfica (SULTAN, 1995; 2000; BRADSHAW, 2006).

## Material e Métodos

### Área de estudo

O estudo foi realizado no Parque Natural Municipal da Caieira, Unidade de Conservação de Proteção Integral com área de 1000 km<sup>2</sup> e localizada na porção centro-leste do município de Joinville/SC, às margens da Lagoa do Saguauçu (26°18'24"S - 48°47'36"W) (Figura 1). Recebe contribuições da bacia hidrográfica do rio Cachoeira, além de outras

pequenas sub-bacias que deságuam diretamente na Lagoa do Saguauçu. Possui gradiente de salinidade típico de regiões estuarinas e amplitude de marés em torno de 1,3 m. O clima é mesotérmico com estação seca definida, com verões quentes (Cfa na classificação de Köppen). A precipitação média anual é de 1.874 mm com cerca de 180 dias de chuva por ano (GAPLAN, 1986). A temperatura média anual é de 20,3°C, sendo a média das máximas 25,9°C e a média das mínimas 16,5°C (CREMER et al., 2006). Neste parque foram caracterizados dois ambientes distintos:

- a) Manguezal – o solo é caracterizado como Halomórfico e se desenvolve a partir de sedimentos marinhos e fluviais com presença de matéria orgânica, ocorrendo em regiões de topografia plana na faixa costeira sob a influência constante do mar (EMBRAPA, 2013). A vegetação é composta por três espécies arbóreas: *Avicennia schaueriana* Stapf & Leechman (Acanthaceae); *Rhizophora mangle* L. (Rhizophoraceae); e *Laguncularia racemosa* (L.) C. F. Gaerten (Combretaceae) (LACERDA, 2003).
- b) Transição Manguezal-Restinga – o solo é do tipo Neossolo, constituído por material mineral ou por material orgânico pouco espesso (EMBRAPA, 2013). A área está localizada entre a zona de manguezal e a floresta de restinga, onde se inicia o desenvolvimento do *Talipariti tiliaceum* (L.) Fryxell (Malvaceae), o qual se comporta como espécie arbustiva de transição para a flora de restinga.

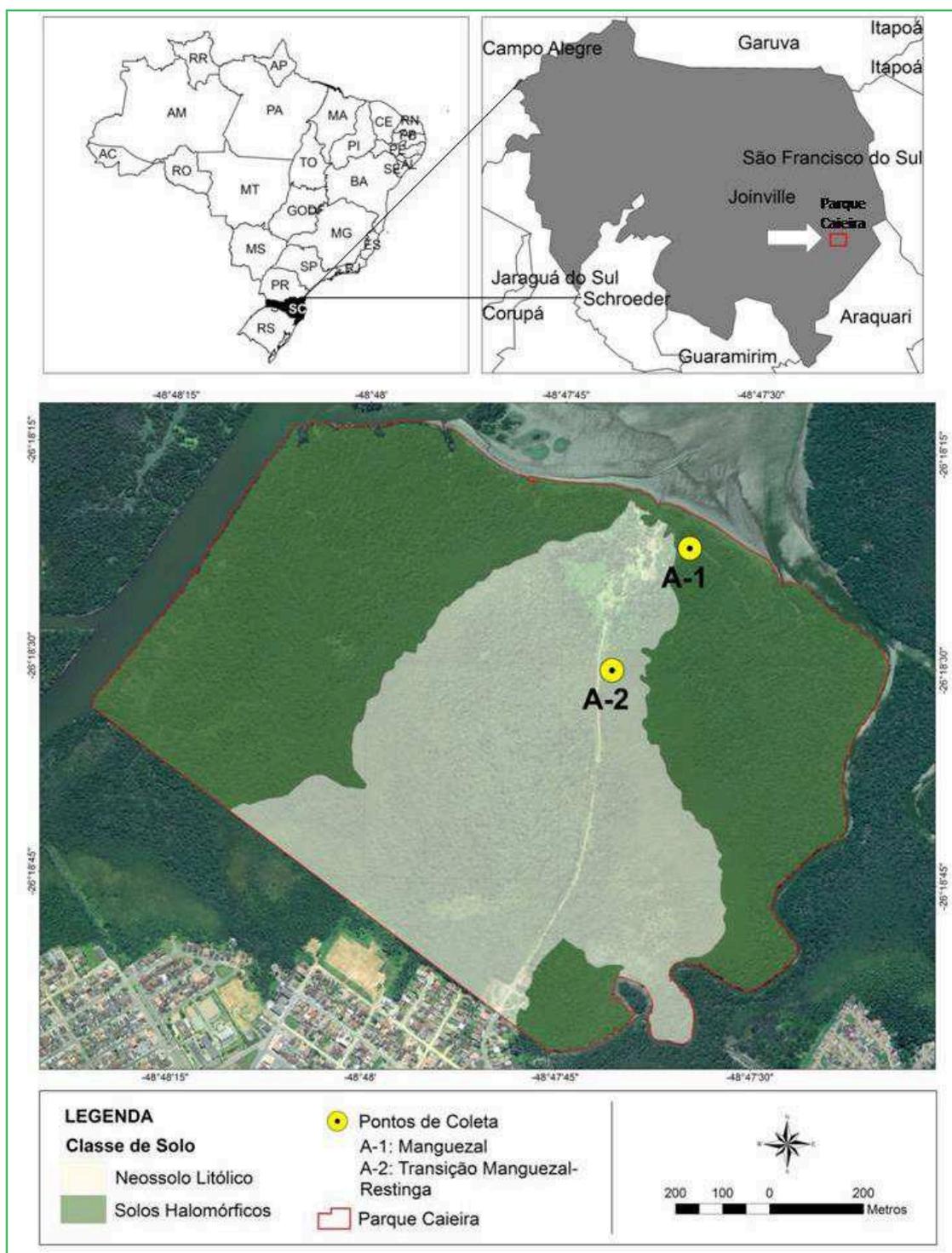
### Análise de solo

A caracterização do solo considerou o status nutricional e a textura, realizada pelo Laboratório de Análise de Solos da Epagri, a partir de cinco amostras homogeneizadas, tomadas de 15 cm superficiais dos solos de cada ambiente, segundo protocolo definido pela EMBRAPA (2013). Para mensuração do teor de salinidade nos dois ambientes foi realizada a coleta de água intersticial (NBR 9898).

### Análise da morfologia foliar

Em cada ambiente, foram selecionados dez indivíduos de *L. racemosa*, totalizando um grupo amostral de 20 plantas. De cada indivíduo foram

FIGURA 1: Localização do Parque Natural Municipal da Caieira e pontos de coleta. A1 – manguezal e A2 – transição entre manguezal e restinga.



coletadas 20 folhas totalmente expandidas e expostas ao sol, a partir do ápice dos ramos no 3º e 4º nós para avaliação dos caracteres morfológicos. Foram estimadas a massa fresca (g), massa seca (g), espessura do limbo (mm), área foliar (cm<sup>2</sup>) por meio de imagem digitalizada em scanner de mesa acoplado ao software Sigma Scan Pro (versão 5.0, SPSS Inc., Chicago IL, USA) e área específica foliar (AEF, cm<sup>2</sup>/g<sup>-1</sup>) (WITKOWSKI; LAMONT, 1991). A partir dos dados foi estimada a densidade foliar (DF, mg.mm<sup>-3</sup>), onde  $DF = \text{massa seca (mg)} / \text{área foliar (mm}^2) \times 1 / \text{espessura da folha (mm)}$  de acordo com Witkowski e Lamont (1991). O volume da folha (mm<sup>3</sup>) foi obtido pela razão entre a área foliar (mm<sup>2</sup>) e a espessura (mm). O conteúdo de água foi estimado através da seguinte equação:  $[(\text{massa fresca (g)} - \text{massa seca (g)}) * \text{mols de água}] / \text{área foliar (cm}^2) (\text{mol. cm}^{-2})$ . O índice de esclerofilia (IE), proposto por Rizzini (1976), foi estimado de acordo com a seguinte relação:  $IE = [(\text{massa seca (g)} / 2) * \text{área foliar (cm}^2)]$ . Folhas com  $IE > 0,6$  são consideradas esclerófilas.

A arquitetura dos indivíduos foi baseada nas medidas de diâmetro basal (DB, cm), altura (m) e densidade da copa, sendo esta última obtida pela contagem do número de folhas íntegras e fotoativas em 25 ramos para cada indivíduo amostral. Folhas senescentes também foram contabilizadas nos mesmos ramos.

A porcentagem de folhas herbivoradas, foi estimada através da observação visual de presença ou ausência de sinais de herbivoria em 25 folhas, em cada ambiente. Para o cálculo do índice de herbivoria, as folhas foram divididas em cinco classes de acordo com o grau de herbivoria, através de uma estimativa visual: (1) de 0 a 5% da folha foi perdida na herbivoria; (2) 6 a 15%; (3) 16 a 25%; (4) 26 a 50%; (5) 51 a 100%. Ao final, calculou-se o índice de herbivoria (IH) dado pela fórmula:  $IH = \sum(n_i * i) / N$ , onde:  $n_i$  = número de folhas por categoria;  $i$  = categoria de herbivoria (0–6) e  $N$  = número total de folhas ( $n = 25$ ).

Para comparação entre as médias das variáveis analisadas aplicou-se o Teste t de Student com  $p < 0,05$  (ZAR, 1999).

## Resultados

O solo de manguezal apresentou maior salinidade da água intersticial e maiores índices de poder tampão do solo (SMP), teor dos nutrientes fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), soma de bases (SB) e porcentagem de saturação por bases (V%) (Tabela 1). O solo da área de transição apresentou menor salinidade e pH, provavelmente em decorrência dos altos índices de Alumínio (Al<sup>+3</sup>) e cátions trocáveis expressos pela saturação de alumínio (H+Al) e capacidade de trocas catiônicas (CTC) (Tabela 1).

TABELA 1: Análise de nutrientes dos solos dos ambientes de manguezal e de transição manguezal-restinga.

Variável	Manguezal	Transição
Salinidade	5,05%	0,68%
Textura (argila)	11,00%	9,00%
pH	6,40	3,00
Índice SMP	6,90	3,40
Fósforo	50,00 ppm	16,10 ppm
Potássio	142,00 ppm	10,00 ppm
Matéria orgânica	10,00%	10,00%
Alumínio	0,30 cmolc/L	6,30 cmolc/L
Cálcio	29,10 cmolc/L	12,2 cmolc/L
Magnésio	9,70 cmolc/L	9,50 cmolc/L
Sódio	685,00 ppm	471,00 ppm
H + Al	1,55 cmolc/L	86,34 cmolc/L
Soma Bases	42,24 cmolc/L	23,84 cmolc/L
Capacidade de troca catiônica	43,79 cmolc/L	110,00 cmolc/L
Saturação de bases	96,46%	21,64%
Enxofre	0,11 ppm	0,51 ppm
Boro	1,24 ppm	1,22 ppm

A população de *L. racemosa* do manguezal apresentou folhas maiores do que a população da área de transição, com maior área foliar, área específica foliar, densidade foliar e menor volume foliar densidade (Tabela 2). Apesar da diferença na densidade foliar, ambas as populações apresentaram folhas com índice de esclerofilia abaixo de 0,6. A altura e densidade de copas variaram significativamente entre os dois ambientes. No manguezal, *Laguncularia racemosa* apresentou maior altura, diâmetro basal do tronco, menor densidade de

copa e percentual de folhas herbivoradas, porém com maior e número de folhas senescentes (Tabela 2).

Na contagem do número de folhas, os indivíduos de manguezal apresentaram maior número de folhas senescentes (Tabela 2), 126 em 1.282 folhas. Na área de transição, foram coletadas 3.470 folhas, destas 27 folhas senescentes. Entretanto, as folhas dos indivíduos da área de transição apresentaram maior predação por herbivoria do que as folhas de indivíduos da área de manguezal (Tabela 2).

## Discussão

As populações de *L. racemosa* analisadas apresentam diferenças morfológicas nas folhas e na arquitetura dos indivíduos. Essas diferenças podem estar relacionadas às distintas condições de solo entre o manguezal e área de transição manguezal-restinga. Os solos de manguezal possuem propriedades muito variáveis em virtude das diversas origens, o que resulta em diferentes composições sedimentares (CINTRÓN; SCHAEFFER-NOVELLI, 1983). Por estarem em ambientes de baixa energia, os solos de manguezais apresentam elevadas quantidades de matéria orgânica e

de sais solúveis em decorrência do contato com o mar (PRADA-GAMERO et al., 2004). Porém, mesmo tendo altas concentrações de matéria orgânica e nutrientes, a salinidade do solo pode interferir na captação e troca de íons no sistema solo-planta, o que reflete na morfologia e estrutura dos indivíduos (ELLISON et al., 2000; KATHIRESAN; BINGHAM 2001).

Dependente de fatores como dinâmica de marés e frequência de inundação, a salinidade da água intersticial varia largamente no gradiente de inundação entre áreas mais próximas ao corpo hídrico ou próximas à transição entre manguezal e florestas de terras baixas (KATHIRESAN; BINGHAM, 2001), mesmo entre manguezais próximos dentro da mesma baía. Áreas de manguezal podem apresentar salinidade da água intersticial até 10 vezes maiores do que áreas de transição, assim como encontrado neste estudo. Vários autores relacionam gradientes edáficos de salinidade (ELLISON et al., 2000) e diferenças na concentração de nutrientes (FELLER et al., 2003; BOYER, 2006; LOVELOCK et al., 2007) como fatores limitantes para o desenvolvimento estrutural de florestas de manguezais.

As espécies de manguezal estão adaptadas ao ambiente, tendo características foliares morfoanatômicas

TABELA 2: Valores médios e respectivos desvios-padrão das características morfológicas e arquiteturas de *Laguncularia racemosa* em manguezal e área de transição manguezal-restinga.

Variável	Manguezal*	Transição*	n	t
Massa fresca	19,87 ± 7,74 g <sup>a</sup>	20,19 ± 2,98 g <sup>a</sup>	200	0,47
Massa seca	0,62 ± 0,17 g <sup>a</sup>	0,61 ± 0,18 g <sup>a</sup>	200	0,26
Área foliar	22,12 ± 4,12 cm <sup>2</sup> <sup>a</sup>	18,27 ± 5,73 cm <sup>2</sup> <sup>b</sup>	200	2,16
Volume foliar	1276 ± 369 mm <sup>3</sup> <sup>b</sup>	1482 ± 702 mm <sup>3</sup> <sup>a</sup>	200	3,68
Área específica foliar	29,03 ± 6,14 cm <sup>2</sup> g <sup>-1</sup> <sup>b</sup>	30,52 ± 7,72 cm <sup>2</sup> g <sup>-1</sup> <sup>a</sup>	200	2,13
Espessura foliar	0,73 ± 0,11 mm <sup>a</sup>	0,79 ± 0,17 mm <sup>a</sup>	200	0,83
Densidade foliar	0,52 ± 0,12 mm <sup>3</sup> g <sup>-1</sup> <sup>a</sup>	0,45 ± 0,12 mm <sup>3</sup> g <sup>-1</sup> <sup>b</sup>	200	3,69
Conteúdo de água	44,98 ± 11,87 mol cm <sup>-2</sup> <sup>a</sup>	44,55 ± 33,07 mol cm <sup>-2</sup> <sup>a</sup>	200	0,17
Índice de Esclerofilia	0,56 ± 0,27 <sup>a</sup>	0,59 ± 0,33 <sup>a</sup>	200	0,90
Diâmetro basal	11,65 ± 4,77 cm <sup>a</sup>	13,78 ± 1,71 cm <sup>a</sup>	10	1,33
Altura da planta	6,0 ± 0,20 m <sup>a</sup>	3,2 ± 0,54 m <sup>b</sup>	10	11,76
Densidade de copa	138,6 ± 63,33 n <sup>b</sup>	313,1 ± 105,0 n <sup>a</sup>	25	4,47
Folhas senescentes	12,7 ± 11,60 n <sup>a</sup>	2,0 ± 1,83 n <sup>b</sup>	25	15,2
Folhas herbivoradas	12%	64%	25	
Índice de Herbivoria	1,12	1,84	25	

\* Médias seguidas por letras diferentes na mesma em linha indicam diferença estatisticamente significativa, com p < 0,001.

que as permitem transpor as dificuldades devido às variações de salinidade e maré que ocorrem neste ambiente (KATHIRESAN; BINGHAM, 2001). Entretanto, quando estabelecidas no ambiente de transição entre manguezal e floresta de restinga, em que as condições ambientais se alteram para diferentes daquelas às quais estão adaptadas, outras pressões seletivas podem estar atuando, o que resulta em características foliares distintas (SNEDAKER, 1982). Neste estudo, os indivíduos de *L. racemosa* do ambiente de manguezal apresentaram folhas maiores e com maior densidade.

Folhas com maior densidade representam maior proporção de biomassa alocada no parênquima paliádico, e menor AEF, em decorrência da compactação do mesófilo (VENDRAMINI et al., 2002). O índice AEF evidencia o quanto está investido em tecido fotossintético por unidade de área. Por exemplo, folhas que expressam baixos valores de AEF alocam mais biomassa em material mecânico em detrimento do tecido fotossintético, o que torna as folhas mais coriáceas e duras (VENDRAMINI et al., 2002; DE WALT et al., 2004). A dureza das folhas parece decorrer da alta relação C:N do solo, onde o excesso de carbono é convertido em lignina (MARIN; MEDINA, 1981).

Primeiramente, o termo esclerofilia foi utilizado para distinguir folhas xerófilas por Schimper (1903), sendo posteriormente relacionado aos ambientes com baixa concentração de nutrientes no solo como nitrogênio e fósforo (LOVELESS, 1962) e à defesa contra herbivoria (CHOONG et al., 1992). No contexto atual, esclerofilia está associada a ambientes estressantes. Neste estudo, as folhas dos indivíduos de ambas as áreas estudadas apresentaram IE abaixo de 0,60, o que as classifica como mesófilas, segundo Rizzini (1976), o que não era esperado. Lima et al. (2013), estudando duas áreas de manguezal no estado do Paraná, afirmam que *L. racemosa* apresenta folhas esclerófilas, com valor de IE superior ao apresentado por *Avicenia schaueriana* e *Rhizophora mangle*, espécies arbóreas co-ocorrentes também na Baía da Babitonga.

Para espécies de manguezal que estão sujeitas à seca fisiológica provocada pela salinidade do solo, grandes áreas foliares podem representar maior superfície de

evaporação e trocas gasosas, levando à maior perda de água por transpiração. Wilson et al. (1999) afirmam que baixos valores de AFE ocorrem em ambientes com baixa disponibilidade de recursos.

As florestas de transição em ambientes de manguezal seriam aquelas expostas a condições ambientais limítrofes do ponto de vista fisiológico na transição com planícies hipersalinas, ou em regiões com limitação de nutrientes. Como resultado, os indivíduos localizados nas áreas de transição podem exibir diminuição da biomassa, da produtividade e do recobrimento de área (RAFFAELLI; HAWKINS, 1996; DAWES, 1998; BERTNESS, 1999). Na área de transição, *Laguncularia racemosa* apresentou árvores de menor porte. A redução de tamanho pode ser uma resposta plástica encontrada em ecossistemas estressados (ODUM et al., 1985).

Nas áreas de manguezal, o padrão de distribuição das espécies é uma resposta aos níveis de estresse ao longo da zona entre marés e influência de fatores bióticos, como competição e herbivoria (RAFFAELLI; HAWKINS, 1996; BERTNESS, 1999). Áreas próximas ao mar, em que há maior variação e interferência da dinâmica de marés, há a ocorrência de espécies mais tolerantes ao estresse. Áreas em que o ambiente é menos estressante, a distribuição e abundância das espécies sofre influência das interações bióticas (CUNHA; COSTA 2002).

As folhas dos indivíduos da área de transição apresentaram maior predação por herbivoria do que as folhas de indivíduos da área de manguezal. Estudos realizados por Mauseth (2003), concluíram que a excreção do sal, efetuada pelas glândulas de secreção, fornecem proteção contra herbivoria aos indivíduos. A área de transição apresenta menor teor de salinidade do que a área de manguezal, desta forma, é possível que ocorra menor excreção de sal pelas dos indivíduos de *L. racemosa* que ali ocorrem, tornando-as mais palatáveis e mais herbivoradas. Outros estudos avaliando a palatabilidade e a relação entre a frequência de herbivoria e dinâmicas de maré/salinidade são necessários para o melhor esclarecimento sobre a hipótese.

O conjunto dos resultados obtidos neste estudo demonstra que as diferenças observadas no meio físico

entre as áreas de manguezal e de transição manguezal-restinga, influenciam as variações estruturais adaptativas exibidas pelas populações de *L. racemosa*. Estudos relacionados à caracterização estrutural de espécies de manguezal e da própria dinâmica desse ambiente representam uma importante ferramenta para melhor se compreender o grau de respostas das plantas sob condições ambientais estressantes e limitantes ao crescimento vegetal. Outrossim, pode colaborar com a ampliação de conhecimentos sobre as áreas de transição entre ecossistemas, as quais são atualmente consideradas importantes áreas de formação de ecótipos em função das características ambientais que lhes são peculiares.

## Referências

- ABREU, M. M.; MEHLIG, U.; NASCIMENTO, R. E. S. A.; MENEZES, M. P. M. Caracterização estrutural e composição florística em um bosque de terra firme e um manguezal da península de Ajuruteua. **Ciências Naturais**, Bragança, v. 2, n. 3, p. 27-34, 2006.
- BALL, M. C. Patterns of secondary succession in a mangrove forest of southern Florida. **Oecologia**, Heidelberg, v. 44, p. 226-235, 1980.
- BERNINI, E.; REZENDE, C. E. Variação estrutural em florestas de mangue do estuário do Rio Itabapoana, ES-RJ. **Biotemas**, Florianópolis, v. 23, n. 1, p. 49-60, 2010.
- BERTNESS, M. D. **The ecology of atlantic shorelines**. Sunderland: Sinauer Associates, 1999. 417 p.
- BOYER, J. N. Shifting N and P limitation along a north-south gradient of mangrove estuaries in South Florida. **Hydrobiologia**, Brussels, v. 569, p. 167-177, 2006.
- BRADSHAW, A. D. Unravelling phenotypic plasticity – why should we bother? **New Phytologist**, Oak Ridge, v. 170, p. 644-648, 2006.
- CARDOSO, G. L.; LOMÔNACO, C. Variações fenotípicas e potencial plástico de *Eugenia calycina* Cambess. (Myrtaceae) em uma área de transição cerrado-vereda. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 26, p. 131-140, 2003.
- CARMO, T. M. S.; GÓES, P.; ALMEIDA, A. P. L. S.; SAMPAIO, F. D. F.; ASSIS, A. M. Caracterização do manguezal do rio Reis Magos, Fundão, Espírito Santo. In: SIMPÓSIO DE ECOSSISTEMAS BRASILEIROS, IV, 1995, São Paulo. **Anais...** São Paulo: ACIESP, 1995. Versão eletrônica.
- CHOONG, M. F.; LUCAS, P. W.; ONG, J. S. Y.; PEREIRA, B.; TAN, H. T. W.; TURNER, I. M. Leaf fracture toughness and sclerophylly: their correlations and ecological implications. **New Phytologist**, Oak Ridge, v. 121, p. 597-610, 1992.
- CHRISTIAN, R. Interactive effects of salinity and irradiance on photoprotection in acclimated seedlings of two sympatric mangroves. **Trees**, Berlin, v. 19, p. 596-606, 2005.
- CINTRÓN, G.; SCHAEFFER-NOVELLI, Y. **Introducción a la ecología del manglar**. San Juan: Rostlac, 1983. 109 p.
- CREMER, M. J.; MORALES, P. R. D.; OLIVEIRA, T. M. N. **Diagnóstico ambiental da baía da Babitonga**. Joinville: Editora da UNIVILLE, 2006. 256 p.
- CUNHA, S. R.; COSTA, C. S. B. Gradientes de salinidade e frequência de alagamento como determinantes da distribuição e biomassa de macroalgas associadas a troncos de manguezais na Baía de Babitonga, SC. **Notas Técnicas da Facimar**, Itajaí, v. 6, p. 93-102, 2002.
- DAWES, C. J. **Marine botany**. 2. ed. New York: John Wiley & Sons, 1998. 481 p.
- DE WALT, S. J.; DENSOOW, J. S.; HAMRICK, J. L. Biomass allocation, growth, and photosynthesis of genotypes from native and introduced ranges of the tropical shrub *Clidemia hirta*. **Oecologia**, Heidelberg, v. 138, p. 521-531, 2004.
- DUKE, N. C. Mangrove floristics and biogeography. In: ROBERTSON, A. I.; ALONGI, D. M. (Ed.). **Tropical mangrove ecosystems**. Coastal and estuarine series. Washington: American Geophysical Union, 1992. p. 63-100.
- ELLISON, A. M.; MUKHERJEE, B. B.; KARIM, A. Testing patterns of zonation in mangroves: scale dependence and environmental correlates in the Sundarbans of Bangladesh. **Journal of Ecology**, London, v. 88, p. 813-824, 2000.
- EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 3. ed. Brasília: Embrapa, 2013. 353 p.
- FELLER, I. C.; MCKEE, K. L.; WHIGHAM, D. F.; O'NEILL, J. P. Nitrogen vs. phosphorus limitation across an ecotonal gradient in a mangrove forest. **Biogeochemistry**, Dordrecht, v. 62, n. 2, p. 145-175, 2003.
- FUZETO, A. P.; LOMÔNACO, C. Potencial plástico de *Cabralea canjerana* subsp. *polytricha* (Adr. Juss.) Penn. (Meliaceae) e seu papel na formação de ecótipos em área de cerrado e vereda. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 23, p. 169-176, 2000.
- GAPLAN. **Atlas de Santa Catarina**. Rio de Janeiro: Aerofoto Cruzeiro, 1986. 173 p.
- HOGARTH, P. **The biology of mangroves and sea grasses**. Oxford: Oxford University Press, 2007. 272 p.
- KATHIRESAN, K. **Methods of study mangroves**. 2008. Disponível em: <<http://ocw.unu.edu/international-network-on-water-environment-and-health/unu-inweh-course-1-mangroves/unu-inweh-course-1-mangroves.zip/view>> Acesso em: 20 abr. 2014.
- KATHIRESAN, K.; BINGHAM, B. L. Biology of mangroves and mangrove ecosystems. **Advances in Marine Biology**, Plymouth, v. 40, p. 81-251, 2001.
- KILCA, R. V.; ALBERTI, L. F.; SOUZA, A. M.; WOLF, L. Estrutura de uma floresta de mangue na Baía da Babitonga, São Francisco do Sul, SC. **Ciência e Natureza**, Santa Maria, v. 33, p. 57-72, 2011.
- LACERDA, L. D. Os Manguezais do Brasil. In: VANNUCCI, M. (Ed.). **Os manguezais e nós**. São Paulo: EDUSP, 2003. p. 193-205.
- LEMO, R. C. C.; MELO-DE-PINA, G. F. A. Morpho-anatomical variations during stem development in some epiphytic Cactaceae. **Journal of the Torrey Botanical Society**, Athens, v. 138, p. 16-25, 2011.
- LIMA, C.; BOEGER, M. R. T.; LARCHER, L.; PELOZO, A.; SOFFIATTI, P. Sclerophylly in mangrove tree species from South Brazil. **Revista Mexicana de Biodiversidad**, Ciudad de México, v. 84, p. 1159-1166, 2013.

- LOVELESS, A. R. Further evidences to support a nutritional interpretation of sclerophyll. **Annals of Botany**, Oxford, v. 26, p. 549-561, 1962.
- LOVELOCK, C. E.; FELLER, I. C.; ELLIS, J.; SCHWARZ, A. M.; HANCOCK, N.; NICHOLS, P.; SORRELL, B. Mangrove growth in New Zealand estuaries: the role of nutrient enrichment sites with contrasting rates of sedimentation. **Oecologia**, Heidelberg, v. 153, p. 633-641, 2007.
- MAACK, R. Geologia e geografia da região de Vila Velha, estado do Paraná e considerações sobre a glaciação carbonífera no Brasil. **Arquivos do Museu Paranaense**, Curitiba, v. 5, p. 1-46, 1946.
- MARIN, D.; MEDINA, E. Duracion foliar, contenido de nutrientes y esclerofilia em arboles de un bosque muy seco tropical. **Acta Científica Venezolana**, Caracas, v. 32, p. 508-514, 1981.
- MARTIN, F. **Estude de l'écosystème mangrove de La Baie de Paranaguá (Parana, Bresil): analyse des impacts et propositions de gestion rationnelle**. 1992. 153 f. Thèse (Doctorat Biologie) - Université Paris VII, Paris. 1992.
- MARTINS, A. P. L.; BOEGER, M. R. T.; LARCHER, L.; PELOZO, A.; SERENESKI, C.; REISSMANN, C. B.; PADIAL, A. A. Estrutura do componente de regeneração natural e arbóreo de dois manguezais no estado do Paraná. **Ciência Florestal**, Santa Maria, 2013 (no prelo).
- MATNI, A. S.; MENEZES, M. P. M.; MEHLIG, U. Caracterização estrutural dos bosques de mangue na Península Bragantina. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi, Ciências Naturais**, Belém, v. 3, n. 2, p. 45-54, 2006.
- MAUSETH, J. D. **Botany** – an introduction to plant biology. 3. ed. Boston: Jones and Bartlett, 2003. 282 p.
- MENGHINI, R. **Ecologia de manguezais: grau de perturbação e processos regenerativos em bosques de mangue da Ilha Baranabé, Baixada Santista – São Paulo – Brasil**. 2004. 98 f. Dissertação (Mestrado em Oceanografia) – Universidade de São Paulo, São Paulo. 2004.
- ODUM, W. E.; MCLVOR, C. C.; SMITH, T. J. **The ecology of the mangroves of south Florida** – a community profile. Washington: Office of Biological Services. 1982. 144 p.
- PRADA-GAMERO, R. M.; VIDAL-TORRADO, P.; FERREIRA, T. O. Mineralogy and physical chemistry of mangrove soils from Iriri River at the Bertioga Channel. **Brazilian Journal of Soil Science**, São Paulo, v. 28, p. 233-243, 2004.
- RAFFAELLI, D.; HAWKINS, S. J. **Intertidal ecology**. London: Chapman & Hall, 1996. 356 p.
- RIZZINI, C. T. **Tratado de fitogeografia do Brasil**. São Paulo: Edusp, 1976. 317 p.
- SCHAEFFER-NOVELLI, Y. **Manguezal: ecossistema entre a terra e o mar**. São Paulo: Caribbean Ecological Research, 1995. 150 p.
- SCHAEFFER-NOVELLI, Y. **Avaliação e ações prioritárias para a conservação da biodiversidade da zona costeira e marinha – Grupo de ecossistemas: manguezal, marisma e apicum**. São Paulo: PROBIO, 1999. 119 p.
- SCHAEFFER-NOVELLI, Y.; CINTRÓN-MOLERO, G.; SOARES, M. L. G.; DE-ROSA, T. Brazilian mangroves. **Aquatic Ecosystem Health and Management**, Amsterdam, v. 3, p. 561-570, 2000.
- SCHIMPER, A. F. W. **Plant-geography upon a physiological basis**. Oxford: Clarendon Press, 1903. 159 p.
- SÉRGIO, C.; PITTERI, H.; MARTUSCELLI, J.; MACHADO, P. Caracterização morfofisiológica do manguezal de Cananéia – SP. In: ENVIRONMENTAL AND HEALTH WORLD CONGRESS, IV, 2006, Santos. **Anais...** Santos: EHW, 2006. Versão eletrônica.
- SESSEGOLO, G. C. S. **Estrutura e produção de serapilheira do manguezal do Rio Bagaçu, Baía de Paranaguá-PR**. 1997. 130 f. Dissertação (Mestrado em Oceanografia) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba. 1997.
- SILVA, M. A. B.; BERNINI, E.; CARMO, T. M. C. Características estruturais de bosques de mangue do estuário do rio São Mateus, ES, Brasil. **Acta Botanica Brasileira**, Feira de Santana, v. 19, p. 465-471, 2005.
- SNEDAKER, S. C. Mangrove species zonation: why? In: SEM, D. N.; RAJPUROHIT, K. S. (Ed.). **Tasks for vegetation science – Contributions to the ecology of halophytes**. Hague: Junk Publishers, 1982. p. 111-125.
- 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**, São Carlos, v. 59, n. 3, p. 503-515, 1999.
- SOARES, M. L. G.; CHAVES, F. O.; CORRÊA, F. M.; SILVA JR., C. M. G. 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**, Rio de Janeiro, v. 26, p. 101-116, 2003.
- SOUZA, L. S.; DINIZ, M. S.; CALDAS, R. C. Correção da interferência da variabilidade do solo na interpretação dos resultados de um experimento de cultivares/clones de mandioca. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campina Grande, v. 20, p. 441-445, 1996.
- SULTAN, S. Phenotypic plasticity and plant adaptation. **Acta Botanica Neerlandica**, Amsterdam, v. 44, p. 363-383, 1995.
- SULTAN, S. Phenotypic plasticity for plant development, function and life history. **Trends in Plant Science**, London, v. 5, p. 537-542, 2000.
- TOMLINSON, P. B. **The botany of mangroves**. New York: Cambridge University Press, 1986. 413 p.
- TWILLEY, R. R.; DAY, J. W. The productivity and nutrient cycling of mangrove ecosystem. In: YÁÑEZ-ARANCIBA, A.; LARA-DOMINGUEZ, A. L. (Ed.). **Ecossistemas de manglar en America Tropical**. Ciudad de México: Silver Springer, 1999. p. 127-151.
- VENDRAMINI, F.; DÍAZ, S.; GURVICH, D. E.; WILSON, P. J.; THOMPSON, K.; HODGSON, J. G. Leaf traits as indicators of resource-use strategy in floras with succulent species. **New Phytologist**, Oak Ridge, v. 154, p. 147-157, 2002.
- WILSON, P. J.; THOMPSON, K.; HODGSON, J. G. Specific leaf area and leaf density and thickness. **Oecologia**, Heidelberg, v. 88, p. 486-493, 1999.
- WITKOWSKI, E. T. F.; LAMONT, B. B. Leaf specific mass confounds leaf density and thickness. **Oecologia**, Heidelberg, v. 88, p. 486-493, 1991.
- ZAR, J. H. **Biostatistical analysis**. New Jersey: Prentice Hall, 1999. 662 p.