UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

ELLEN ELUIZA KOSLIAK BATISTA

CARACTERIZAÇÃO QUANTITATIVA E DESCRIÇÃO ANATÔMICA DO LENHO DE DUAS ESPÉCIES ARBÓREAS DO MANGUEZAL DA BAÍA ANTONINA E GUARATUBA.

CURITIBA

2011

ELLEN ELUIZA KOSLIAK BATISTA

CARACTERIZAÇÃO QUANTITATIVA E DESCRIÇÃO ANATÔMICA DO LENHO DE DUAS ESPÉCIES ARBÓREAS DO MANGUEZAL DA BAÍA ANTONINA E GUARATUBA.

Trabalho de conclusão do Curso de Ciências Biológicas da Universidade Federal do Paraná, apresentado como requisito parcial da disciplina de Estágio em Botânica, para obtenção do grau de Bacharel.

Orientador: Prof ª. Dra. Maria Regina Torres Boeger

Coorientador: Prof ª. Dra. Patrícia Soffiatti

CURITIBA

2011

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar a Deus pela dádiva da vida, ao meu Papai (Sergio) e Mamãe (Helena) por todo amor e esforço que fizeram para que eu conseguisse chegar até mais esta etapa. Aos meus irmãos queridos Oberdan e Carme por todo apoio.

À professora Dra. Leila Teresinha Maranho que despertou meu amor pela Botânica com suas aulas. À minha orientadora Dra. Maria Regina Torres Boeger por me acolher em seu laboratório quando cheguei a Universidade Federal do Paraná e por toda a oportunidade, apoio e carinho. A Dra. Patrícia Soffiati pela orientação e carinho.

Ao técnico do laboratório de Botânica Estrutura Nilson Belém, por todos os ensinamentos, todo carinho e amizade.

A todos os meus amigos da universidade, do laboratório e da vida, por todos os anos de convivência, amizade, e por todos os momentos difíceis em que me ajudaram de forma direta ou indiretamente; pela motivação e carinho constantes, vocês foram essenciais, agradeço muito.

Agradeço a todos que contribuíram de forma direta ou indireta em todas as etapas, para que esse estudo fosse possível, muito obrigada.

RESUMO

O manguezal é um ecossistema costeiro localizado em regiões tropicais e subtropicais do mundo, ocupando áreas de entremarés, têm seu crescimento influenciado por muitos fatores ambientais que variam em intensidade e periodicidade. A caracterização da vegetação dos manguezais constitui uma valiosa ferramenta às repostas desse ecossistema às condições ambienteis existentes, como também as alterações do meio ambiente, auxiliando assim, nos estudos e ações que favoreçam a conservação deste ecossistema. Esse estudo teve como objetivo analisar a anatomia quantitativa e qualitativa do lenho de duas espécies presentes na Baía de Antonina e Guaratuba (*Laguncularia racemosa* e *Rhizhophora mangle*). Foram confeccionadas lâminas histológicas com seções transversal, longitudinal tangencial e longitudinal radial e com material dissociado. As espécies apresentam o xilema secundário com porosidade difusa, vasos solitários e múltiplos de 2 a 3; placa de perfuração simples em *L. racemosa* e escalariforme em *R. mangle*; pontoações intervasculares alternas e areoladas em L. racemosa e escalariforme em *R. mangle*; parênquima axial paratraqueal aliforme losangular a confluente, com amido em *L. racemosa* e difuso a paratraqueal escasso e em faixas de em *R. mangle*; fibras com pontoações simples a diminutas areoladas; faixas de fibras com paredes espessas alternadas com faixas paredes pouco espessas em *L. racemosa*; raio heterocelular composto por células eretas e quadradas em *L. racemosa* e homocelular composto por células procumbentes, contendo cristais prismáticos, em *R. mangle*. Estatisticamente, houve diferença significativa para a maioria dos parâmentos analisados, elementos de vaso, fibras e raios entre Antonina e Guaratuba, para as duas espécies. *R. mangle* apresenta valores maiores para quase todos os parâmetros. Comparando-se as áreas, *L. racemosa* apresenta os maiores valores para Guaratuba, destacando-se o aumento da freqüência e do diâmetro dos elementos de vaso em Guaratuba, indicando um aumento da condução. *R. mangle* apresentou maior freqüência de vasos de menor diâmetro em Antonina e menor freqüências de vasos de maior diâmetro em Guaratuba. Estes dados refletem as diferentes estratégias para as espécies sobreviverem ao ambiente.

Palavras-chave: anatomia, madeira,manguezal.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO..... 8

2 OBJETIVOS..... 10

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA 11

3.1 MANGUEZAIS- IMPORTÂNCIA E LOCALIZAÇÃO..... 11

3.2 DESCRIÇÃO BOTÂNICA..... 11

3.3 ANATOMIA ECOLÓGICA..... 13

4 MATERIAL E MÉTODOS..... 15

4.1 ÁREA DE ESTUDO..... 15

4.2 COLETA DO MATERIAL..... 17

5 RESULTADOS..... 19

5.1 CARACTERÍSTICAS DAS ÁREAS DE ESTUDO..... 19

5.2 DESCRIÇÃO MICROSCÓPICA DO LENHO..... 20

5.3 CARACTERIZAÇÃO QUANTITATIVA..... 20

6 DISCUSSÃO..... 29

7 CONCLUSÃO..... 33

8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS……... 33

LISTA DE FIGURAS

Figura 01- Fluxograma do Projeto Manguezal..... 10

Figura 02- Glândula peciolar em *Laguncularia racemosa*..... 12

Figura 03- Propágulo de *Rhizophora mangle*..... 13

Figura 04- “Raízes aéreas” de *Rhizophora mangle*..... 13

Figura 05- Mapa das áreas de estudo..... 16

Figura 06-Vista geral do manguezal em Antonina..... 16

Figura 07-Vista geral do manguezal em Guaratuba..... 17

Figura 08- Gráfico comparativo da salinidade entre Antonina e Guaratuba no período do projeto..... 19

Figura 09- Xilema secundário de *Laguncularia racemosa* em Antonina..... 21

Figura 10- Xilema secundário de *Laguncularia racemosa* em Guaratuba..... 22

Figura 11- Xilema secundário de *Rhizophora mangle* em Antonina..... 23

Figura 12- Xilema secundário de *Rhizophora mangle* em Guaratuba..... 24

LISTA DE TABELAS

Tabela 01- Coordenadas geográficas dos pontos amostrais..... 16

Tabela 02- Dados dendrométricos médios..... 19

Tabela 03- Valores médios e desvios padrão das variáveis anatômicas do xilema secundário da espécie *Laguncularia racemosa* nas subáreas estudadas. Letras diferentes na mesma linha indicam valores estatisticamente significativos (p<0,05)..... 25

Tabela 04- Valores médios e desvios padrão das variáveis anatômicas do xilema secundário da espécie *Rhizophora mangle* nas subáreas estudadas. Letras diferentes na mesma linha indicam valores estatisticamente significativos (p<0,05)..... 26

Tabela 05-. Valores médios e desvios padrão e valores mínimos e máximos das variáveis anatômicas do xilema secundário da espécie *Laguncularia racemosa* nas áreas estudadas. Letras diferentes na mesma linha indicam valores estatisticamente significativos (p<0,05)..... 27

Tabela 06- Valores médios e desvios padrão e valores mínimos e máximos das variáveis anatômicas do xilema secundário da espécie *Rhizophora mangle* nas áreas estudadas. Letras diferentes na mesma linha indicam valores estatisticamente significativos (p<0,05)..... 28

1 INTRODUÇÃO

As florestas de manguezais estão entre os ecossistemas mais produtivos do mundo (KATHIRESAN e BINGHAM, 2001). O ecossistema do mangue recebe grande aporte de matéria e energia, tanto de origem marinha e terrestre, devido sua localização estratégica na interface entre a terra e o mar, o que explica sua alta produtividade (BABA *et al*, 2004). A riqueza biológica destes ecossistemas costeiros faz com que essas áreas sejam os grandes "berçários" naturais, tanto para as espécies vegetais características desses ambientes, como para peixes, entre outros animais que migram para as áreas costeiras durante, pelo menos, uma fase do ciclo de sua vida (SCHAEFFER-NOVELLI, 2002).

Os manguezais são compostos por plantas lenhosas halófitas facultativas de porte arbóreo-arbustivo, às quais se associam espécies herbáceas, epífitas, hemiparasitas e aquáticas típicas, altamente adaptadas a condições pedológicas especiais: ação das marés e grande variação de salinidade (SCHAEFFER-NOVELLI, 1995). Este ambiente apresenta heterogeneidade das características estruturais da floresta, atribuída às variações de radiação solar, precipitação, vento, temperatura do ar, aporte de água doce, nutrientes, marés, ondas e diferentes tensores antrópicos (BERNINI e REZENDE, 2010).

Os manguezais brasileiros são constituídos principalmente por quatro genêros de plantas lenhosas: *Rizophora* (Rhizophoraceae), *Avicennia* (Acanthaceae) *Laguncularia e Conocarpus* (Combretaceae). A comunidade vegetal dos manguezais é diferente de qualquer outro tipo de comunidade vegetal, uma vez que as condições adversas e peculiares do ambiente condicionam o aparecimento de poucas espécies (RAMOS e GERALDO, 2007).

Uma série de dispositivos legais reconhece a necessidade de proteção dos ecossistemas costeiros, dada sua fragilidade, bem como o papel dos manguezais na manutenção da produtividade biológica destas áreas (NASCIMENTO, 2007). A legislação ambiental brasileira tem evoluído de maneira significativa. Entretanto, apesar do extenso referencial normativo para a proteção ambiental das áreas de mangue, este tem mostrado pouca eficácia prática (FIDELMAN, 2000).

De acordo com Field (1999) devido às pressões humanas crescentes, como produção de alimentos, desenvolvimento urbano e industrial, está ocorrendo uma

redução mundial dos recursos dos manguezais e existe uma dificuldade em quantificar a taxa de desaparecimento das florestas de mangue. Verjabedian (1995) relaciona algumas das atividades humanas que causam impactos sobre os manguezais como, por exemplo, desmatamento, agricultura, portuária, industrial, oleodutos/gasodutos, aterros sanitários, salinas, barragens.

Segundo Soares (1999), a caracterização da vegetação dos manguezais constitui uma valiosa ferramenta de conhecimento das repostas desse ecossistema às condições ambienteis existentes, como também às alterações do meio ambiente, auxiliando assim, nos estudos e ações que favoreçam a conservação deste ecossistema. Diversos trabalhos mostram que as plantas possuem plasticidade na organização anatômica do lenho que permitem às espécies sobreviver em locais com características ambientais contrastantes (JONO, 2009). Carlquist (1975) afirma que a anatomia ecológica do lenho fornece informações acerca das relações ambientais com as características do tecido condutor da planta.

As respostas ecofisiológicas e morfoanatômicas das espécies presentes nos manguezais frente aos fatores ambientais e antrópicos podem refletir na estrutura anatômica do lenho destas espécies. Compreender tais alterações pode tornar possível a utilização da caracterização quantitativa e qualitativa da madeira como uma ferramenta na interpretação de processos ecológicos, ambientais e antropogênicos aos quais os manguezais estão sujeitos.

Este projeto faz parte de um projeto maior sobre a estrutura e dinâmica da comunidade arbórea dos manguezais das Baias de Antonina e Guaratuba, que inclui diferentes sub-projetos (Figura 1) como levantamento fitossociológico do componente arbóreo, regeneração natural, teores de nutrientes foliares, caracterização física e fertilidade do solo, fenologia das espécies arbóreas, anatomia da madeira de espécies arbóreas e chuva de sementes.

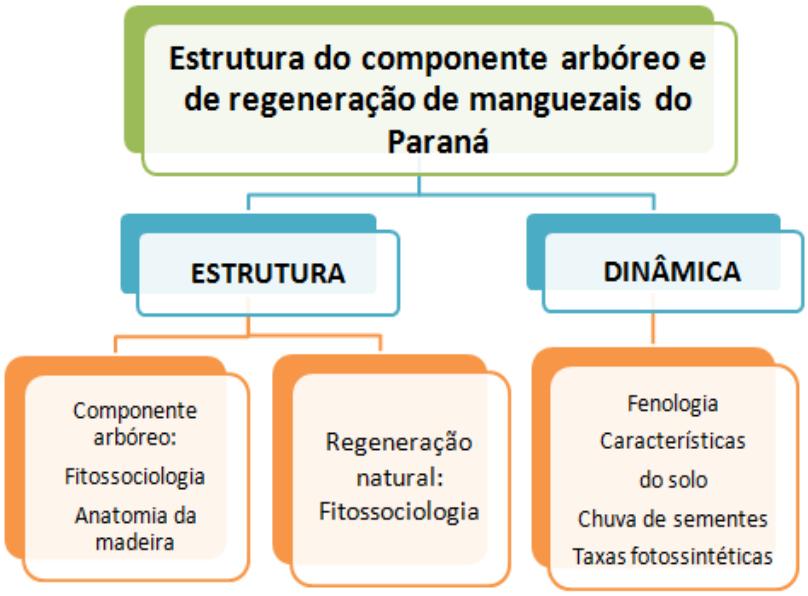

Figura 1. Fluxograma do Projeto Manguezal.

2 OBJETIVOS

Caracterizar quantitativa e qualitativamente o lenho das espécies arbóreas que ocorrem em diferentes fragmentos de manguezais da Baía Antonina e Guaratuba.

Relacionar a estrutura da madeira das espécies (*Rhizophora mangle* L., *Laguncularia racemosa* (L.) C. F. Gaertn. com as condições ambientais de cada local, utilizando o lenho como indicador fisionômico.

Descrever as possíveis variações anatômicas presentes nas duas espécies procedente da influência dos ambientes onde os indivíduos analisados ocorrem.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 MANGUEZAIS - IMPORTÂNCIA E LOCALIZAÇÃO

Manguezal é um ecossistema costeiro localizado em regiões tropicais e subtropicais do mundo, ocupando áreas de entremarés (SOARES *et al*, 2003). Os manguezais têm seu crescimento influenciado por muitos fatores ambientais que variam em intensidade e periodicidade (SCHAEFFER-NOVELLI *et al*. (1990), e apresentam elevada importância ecológica, social ecônomica, sendo considerado dominante na fisiografia do litoral do Brasil (BERNINI e REZENDE, 2004). Os manguezais tem desempenhado um importante papel na economia das sociedades tropicais por milhares de anos, fornecendo uma grande variedade de produtos e serviços incluindo a produção de madeira, pesca, produção de sal, proteção do litoral e controle de erosão costeira (PARIDA e JHA, 2010).

Estima-se que existam cerca de 15 milhões de hectares de floresta de manguezais em todo o mundo, 6,9 milhões de hectares na região do Indo-Pacífico, 3,5 milhões de hectares na África e cerca de 4,1 milhões de hectares na região nas Américas e Caribe (ZHANG *et al*. 2003). No Brasil, as florestas de mangue possuem uma área total que varia entre 10000 km^2 (HERZ,1987) e 25000 km^2(SCHAEFFER-NOVELLI *et al.*, 2000) devido às diferentes metodologias adotadas e apenas a costa do Estado do Rio Grande do Sul não apresenta cobertura de mangue (SCHAEFFER-NOVELLI *et al.*, 2000).

Os manguezais do litoral do Estado do Paraná estendem-se por largas áreas, nas baías de Paranaguá e Guaratuba, nos rios que aí deságuam e naqueles que correm diretamente para o oceano. Também estão presentes nas ilhas desses locais. O manguezal desenvolve-se com maior exuberância nas baías e nas margens dos rios com algum teor de salinidade. Não é encontrado em áreas onde o teor de sal é mínimo, também não existe ou é escasso nos locais de correnteza mais forte, dando lugar às praias arenosas com barrancos (BIGARELLA, 1946).

3.2 DESCRIÇÃO BOTÂNICA

A espécie *Laguncularia racemosa* (L.) C. F. Gaertn. também conhecida como mangue branco, é uma espécie pertencente à família Combretaceae, que inclui 14

gêneros e 500 espécies. *Laguncularia racemosa* apresenta adaptações para o fluxo diário de água salgada. As folhas contêm glândulas excretoras de sal, as sementes germinam quando ainda estão presas na árvore (viviparidade) e as árvores podem apresentar pneumatóforos (JUDD *et al*, 2009). Está espécie possuí folhas opostas, um par de glândulas peciolares, glândulas sésseis diminutas; um disco nectarífero; pétalas glabras; 5-10 estames; 2-5 óvulos; germinação hipógea (STACE, 2007).

Figura- 2 Detalhe do par de glândulas peciolar (fonte:http://128.253.177.189/index.html)

A espécie *Rhizophora mangle* L. também conhecida como mangue vermelho, pertence à família Rhizhophoraceae que inclui 16 gêneros e cerca de 150 espécies. Em *Rhizophora*, a semente germina ainda dentro do fruto preso à planta-mãe e permanece presa a esta pelos cotilédones que formam um colar dentro do qual está incluída a gema primordial da plântula. Quando a plântula (propágulo = “caneta”) se desprende da planta-mãe, os cotilédones permanecem presos a ela, sendo assim, a estrutura que alcança o substrato é constituída por um grande hipocótilo e pela plúmula (TOMLINSON, 1986).

Uma das características mais marcantes em *Rhizophora mangle* é a presença de estruturas que se projetam em várias direções em torno do seu caule em direção ao solo, denominadas “raízes aéreas” ou de suporte, que de fato são ramos especiais com geotropismo positivo, que formam grande número de raízes quando em contato com o solo, esses ramos especiais são rizóforos, isto é, ramos portadores de raízes, com geotropismo negativo (MENEZES, 2006).

Rhizophora mangle possui folhas opostas, elíticas, glabras, sem glândulas; flores apopétalas, diclamídeas; fruto glabro, castanho-escuro; floresce e frutifica o ano todo e tem como distribuição geográfica América, África Ocidental e algumas ilhas do Pácifico (PRACE *et al*, 1975)

Figura 3 e 4 – Propágulo (canetas) ainda na planta-mãe e “raízes aéreas” ou suportes.
(fonte: http://128.253.177.189/index.html)

3.3 ANATOMIA ECOLÓGICA

Os estudos de anatomia ecológica da madeira buscam investigar o comportamento dos elementos xilemáticos face às mudanças nas condições do meio onde a planta se desenvolve (SANTOS, 2008). Condições como seca, inundação, constituição e fertilidade do solo, estádios sucessionais da vegetação e poluição podem alterar significativamente sua estrutura anatômica (BAAS, 1973; CARLQUIST e HOEKMAN, 1985; BAAS e SCHWEINGRUBER, 1987), e pouco se conhece sobre os mecanismos que possibilitam a sobrevivência de espécies vegetais em áreas naturalmente inundáveis que reduzem a disponibilidade de oxigênio para a planta, podendo alterar seu crescimento (LUCHI, 2004)

No Brasil, diversos estudos de anatomia ecológica da madeira relacionados com o ambiente já foram realizados. Mina – Rodrigues (1986) estudou *Pera glabrata* proveniente da mata mesófila semidecídua e do Cerrado; Ceccantini (1996) estudou as estrutura anatômica do lenho de duas espécies que ocorrem concomitantemente no Cerrado e na mata mesófila; Alves & Angyalossy-Afonso (2000,2002) realizaram dois estudos com 22 famílias da flora brasileira, o primeiro associando a presença de anéis de crescimento em diferentes ambientes e o

segundo estudo relacionando a estrutura da madeira com a latitude; Luchi (2004) analisou a anatomia do lenho da espécie *Croton urucurana* em solos com diferentes níveis de umidade e verificou diferenças significativas entres os indivíduos das áreas alagadas e secas; Luchi *et al.* (2005) estudaram também a anatomia do lenho de *Xylopia aromatica* (Lam.) Mart. em ambiente de cerrado e de plantio de plantação de *Pinus elliottii* Engelm; Cosmo (2008) relacionou aspectos funcionais e ecológicos da anatomia da madeira de *Sebastiania commersoniana* (Baillon) em diferentes condições geomorfológicas e pedológicas na planície do rio Iguaçu. Ainda com o objetivo de analisar a estrutura do lenho em diferentes ambientes, Maranho *et al.* (2009) analisou a estrutura anatômica do lenho de *Podocarpus lambertii* em ambiente contaminado com poluição por petróleo.

Diversas pesquisas já foram realizadas com anatomia da madeira de diferentes espécies arbóreas que ocorrem em manguezais de todo mundo. Robert *et al.* (2009) através da análise da arquitetura da madeira de *Avicennia marina* e *Rhizophora mucronata* verificaram que o sistema de transporte de água das duas espécies são muito diferentes e que a anatomia dos vasos muito diferente entre as duas espécies também pode contribuir para explicação biogeográfica *Avicennia marina* e *Rhizophora mucronata* na região estudada. Schmitz *et al.* (2006) estudaram a influência da salinidade sobre os vasos da espécies *Rhizophora mucronata* e verificaram que existe uma tendência do aumento da freqüência de vasos com o aumento da salinidade. Schmitz *et al.* (2007) compararam as características quantitativas e qualitativas das pontoações intervasculares, com técnicas de microscopia eletrônica das espécies *Avicennia marina* e *Rhizophora mucronata* em diferentes gradientes de salinidade, os autores não encontraram uma tendência intraespecífica do tamanho das pontoações intravasculares com as diferentes condições de salinidade e sugerem que a adaptabilidade ecológica da arquitetura hidráulica está restrita às dimensões e freqüências de vasos.

Sobrado (2006) estudou a relação do transporte de água com as características anatômicas da espécie *Laguncularia racemosa* em diferentes gradientes de salinidade e observou que ocorreu um aumento da densidade dos vasos e um menor diâmetro com o aumento da salinidade em ramos da espécie estudada. Ewers *et al*. (2004) analisaram a condutividade hidráulica e o embolismo

em *Laguncularia racemosa* e verificaram que a embolia pode limitar o crescimento e a distribuição da espécie no manguezal.

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 ÁREA DE ESTUDO

As áreas de estudo estão localizadas na costa sul brasileira, no litoral do Paraná, cuja planície é profundamente recortada pelos complexos estuarinos das baías de Paranaguá, Antonina, Laranjeiras, Pinheiros e Guaratuba, resultando em inúmeras ilhas. Possui um comprimento de aproximadamente 90 km (ANGULO, 1992). Esta região litorânea engloba principalmente duas bacias hidrográficas: a de Paranaguá, com aproximadamente 3.882 km^2 de extensão e a de Guaratuba, com uma área de 1.886 km^2 (SUREHMA , 1987)

O clima do Complexo Estuarino de Paranaguá (CEP), do qual faz parte a Baía de Antonina, é classificado segundo Köpen como Cfa , com pluviosidade média de 2.500 mm (máximo 5.300 mm) e, aproximadamente, 85% de umidade média do ar e as salinidades e temperaturas médias durante o verão e o inverno são, respectivamente, de 12-29 e 23-30°C e 20-34 e 18-25°C. (LANA *et al.*, 2001). O período de maior pluviosidade é o verão, destacando-se o mês de fevereiro e o período mais seco durante o inverno, principalmente de julho a agosto. A temperatura média anual é de 21°C, com predominância de ventos leste e sudeste (CASTILHO, 2006).

Guaratuba apresenta dois tipos de clima segundo a classificação de Köppen, uma para região de escarpada e outra as porções mais baixas (planície litorânea), para última o clima é do tipo Af, tropical superúmido, sem estação seca, com temperatura média de todos os meses superior a 18ºC, isento de geadas e com precipitação no mês mais seco acima de 60 mm. A precipitação média anual é de 2100 mm e a média anual da umidade relativa do ar é de 85% (NEGRELLE, 2007).

O local de estudo está dividido em duas áreas: Baía de Antonina e Baía de Guaratuba cada uma com três pontos de coleta (Figuras 5,6 e 7 e Tabela 1). No local de estudo foram identificadas três espécies lenhosas típicas: *Rhizophora mangle*, *Laguncularia racemosa* e *Avicennia schaueriana*.

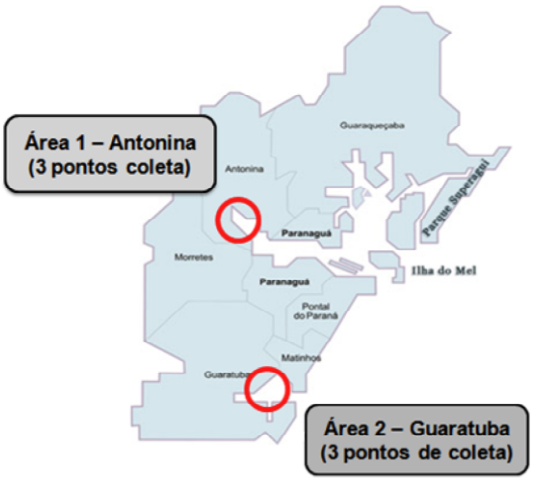

Figura 5. Áreas de estudo (Fonte: Governo do Paraná).

Tabela 1. Coordenadas geográficas dos pontos amostrais

	Antonina	**Guaratuba**
Subárea 1	25°29’50.97’’S e 48°41’29.46’’W	25°50’00.35”S e 48°34’52.52’’W
Subárea 2	25°29’57.20’’S e 48°42’40.44’’W	25°49’43.47’’S e 48°34’52.08’’W
Subárea 3	25°29’51.91’’S e 48°42’43.67’’W	25°49’43.37’’S e 48°34’57.36’’W

Figura 6. Vista geral da área de Antonina.

Figura 7. Vista geral da área de Guaratuba.

Os tipos de solos das áreas de estudo pertencem a grupos distintos. Na área de Antonina, predomina o Organossolo tiomórfico sáprico sálico/sódico. Em Guaratuba na subárea I e III ocorre Gleissolo tiomórfico húmico/sáprico, sálico/sódico e para a subárea II Organossolo tiomórfico sáprico sálico/sódico. (dados não publicados). Durante o período do ano do projeto mediu-se a salinidade da água das duas áreas estudadas com o auxilio de um refratômetro.

4.2 COLETA DO MATERIAL

Para a coleta das amostras empregou-se um método não-destrutivo, utilizando-se de serrote, formão e martelo. As amostras foram coletadas em regiões do tronco livres de tortuosidades e, sempre que possível, à altura do DAP (1,30 m), para cada indivíduo foi estimado a altura e medido o diâmetro na altura do peito (DAP), com o auxílio de uma fita métrica. Foram coletados amostras de 5 indivíduos por subárea, totalizando 15 indivíduos em Antonina e 15 indivíduos em Guaratuba por espécie. O material coletado foi fixado em FAA 70% (JOHANSEN, 1940) e após uma semana armazenado em etanol 70% (BERLYN e MIKSCHE, 1976).

De cada amostra coletada, foram confeccionados corpos de provas da região mais externa da amostra, que foram amolecidos por cozimento e obtidos seções histológicas em micrótomo rotativo, nos planos transversal, longitudinal tangencial e longitudinal radial, com aproximadamente 15 µm – 20 µm de espessura. As seções foram, posteriormente, clarificadas em hipoclorito de sódio 3%, lavadas em água destilada e submetidas à coloração com safranina 1% em etanol 50% e Azul de Astra. As seções foram desidratadas em série etanólica e acetato de butila e montadas entre lâmina e lamínula com Verniz de Vitral (PAIVA *et al*, 2006).

Para os estudos dos elementos celulares dissociados foi realizado macerado de fragmentos do material da região mais próxima do câmbio, utilizando uma mistura de peróxido de hidrogênio 3% e ácido acético glacial 98% na proporção 1:1 (v/v), corados em safranina aquosa 1% e montados em Verniz de Vitral (FRANKLIN 1945 apud KRAUS & ARDUIN, 1997).

A descrição microscópica do lenho foi realizada a partir da análise das seções das lâminas permanentes e também das lâminas com o material dissociado do lenho (macerado).

Foram analisadas quantitativamente as seguintes características: diâmetro e comprimento dos elementos de vaso e fibras, freqüência de vasos, espessura da parede de fibras, altura e largura dos raios (em µm e em número de células). As medidas do comprimento dos elementos de vaso, comprimento e espessura das fibras foram realizadas em material dissociado. As descrições das características anatômicas do lenho estão de acordo com as normas do IAWA Committee (1989).

Para as mensurações de diâmetro e comprimento dos elementos de vaso e fibras, espessura da parede de fibras, altura e largura dos raios foram capturadas imagens através da câmera Canon Pawer Shot S50 acoplada ao microscópio óptico BIOVAL modelo L 2000 e as medidas foram feitas por meio do software SIGMASCAN PRO (versão 5.0, SPSS Inc. Chicago, IL, USA). E a freqüência dos vasos foi realizada em câmera clara.

Para todas as variáveis quantitativas, foram calculadas as médias e os respectivos desvios-padrão, o número de medições para cada característica foi de n=30 por indivíduo. A análise de variância (ANOVA One-way) foi utilizada para comparar as médias das variáveis quantitativas entre áreas e subáreas, por meio do

Teste Tukey, com o auxílio do programa STATISTICA versão 7.0 (StatSoft, Inc., Tulsa, OK, USA), com um nível de significância de 5% para os testes.

5 RESULTADOS

5.1 CARACTERÍSTICAS DAS ÁREAS DE ESTUDO

Os dados médios referentes à altura e diâmetro dos indivíduos das duas espécies são apresentados na Tabela 2. Pode-se observar que *Laguncularia recemosa* apresentou uma homogeneidade nos valores de DAP e altura entre as subáreas e as áreas, enquanto *Rhizophora mangle* tem maiores valores de DAP em Guaratuba. A salinidade, durante o período de um ano (Maio/2010-Maio/2011), foi maior em Guaratuba (Figura 8).

Tabela 2. Dados dendrométricos médios.

	Laguncularia racemosa		*Rhizophora mangle*	
Antonina	DAP (cm)	Altura (m)	DAP (cm)	Altura (m)
Área 1	10,31 ± 1,58	8,2 ± 0,84	8,15 ± 1,90	7,0 ± 1,87
Área 2	9,19 ± 1,47	7,0 ± 1,00	6,77 ± 1,78	6,6 ± 1,34
Área 3	10,19 ± 2,90	7,2 ± 1,30	8,81 ± 1,62	7,2 ± 1,64
Guaratuba				
Área 1	10,38 ± 0,77	7,4 ± 1,14	12,16 ± 3,05	8,0 ± 1,58
Área 2	12,67 ± 1,44	7,4 ± 1,14	9,48 ± 1,83	7,8 ± 1,64
Área 3	10,31 ± 2,10	6,2 ± 0,84	11,14 ± 2,08	5,6 ± 1,14

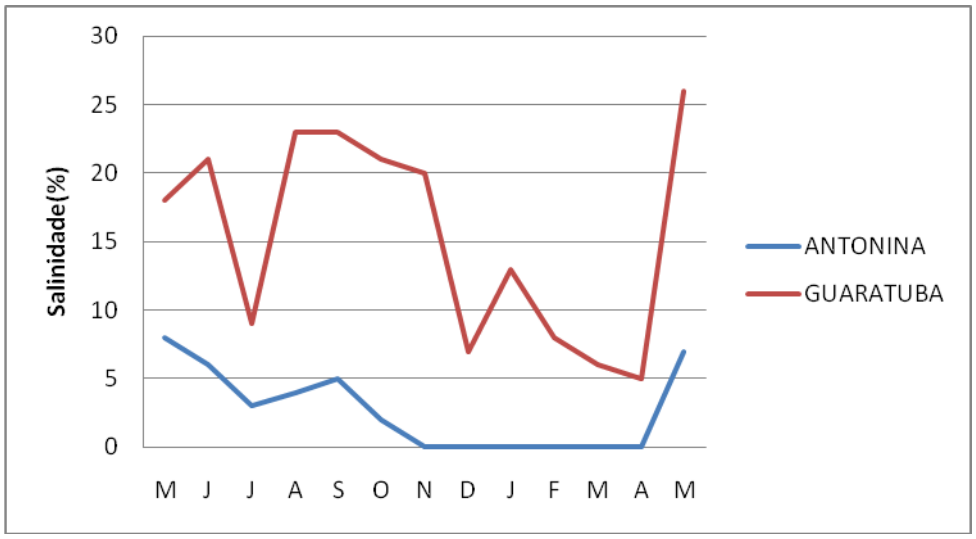

Figura 8- Gráfico comparativo da salinidade entre Antonina e Guaratuba no período do estudo.

5.2 DESCRIÇÃO MICROSCÓPICA DO LENHO

De uma maneira geral, a análise da estrutura anatômica do lenho das espécies estudadas não indicaram variações significativas entre as amostras das duas espécies quando comparadas entre as duas áreas estudadas. A seguir é apresentada a descrição anatômica por espécie:

Laguncularia racemosa apresenta madeira com anel de crescimento indistinto; porosidade difusa; sem arranjo de vasos característico; agrupamentos de vasos solitários e mútiplos de 2 a 3, eventualmente 4 a 5; vasos com apêndices em uma ou nas duas extremidades; placa de perfuração simples; pontoações intervasculares alternas e areoladas; pontoações raiovasculares areoladas e maiores e mais largas que as pontoações intervasculares; pontoações das fibras simples a diminutas areoladas; faixas de fibras com paredes espessas alternadas com faixas de fibras com paredes pouco espessas; parênquima axial paratraqueal aliforme losangular a confluente; parênquima axial com amido; raio unisseriado; raio heterocelular com células eretas e quadradas (Fig. 9 e 10) .

Rhizophora mangle apresenta madeira com anel de crescimento indistinto, porosidade difusa; sem arranjo de vasos característicos; vasos solitários, múltiplos de 2-3 e eventualmente múltiplos de 4-5; apêndices presentes em uma ou ambas as extremidades dos elementos de vaso, algumas vezes ausentes; placa de perfuração escalariforme; pontoações intervasculares escalariformes; pontoações raio-vasculares areoladas, arredondadas a alongadas; parênquima axial difuso a paratraqueal escasso; faixas de parênquima apotraqueal presentes; raios multisseriados; homocelular composto por células procumbentes; fibras libriformes com pontoações simples a diminutas, areoladas. Cristais: prismáticos presentes nas células do raio (Fig 11 e 12).

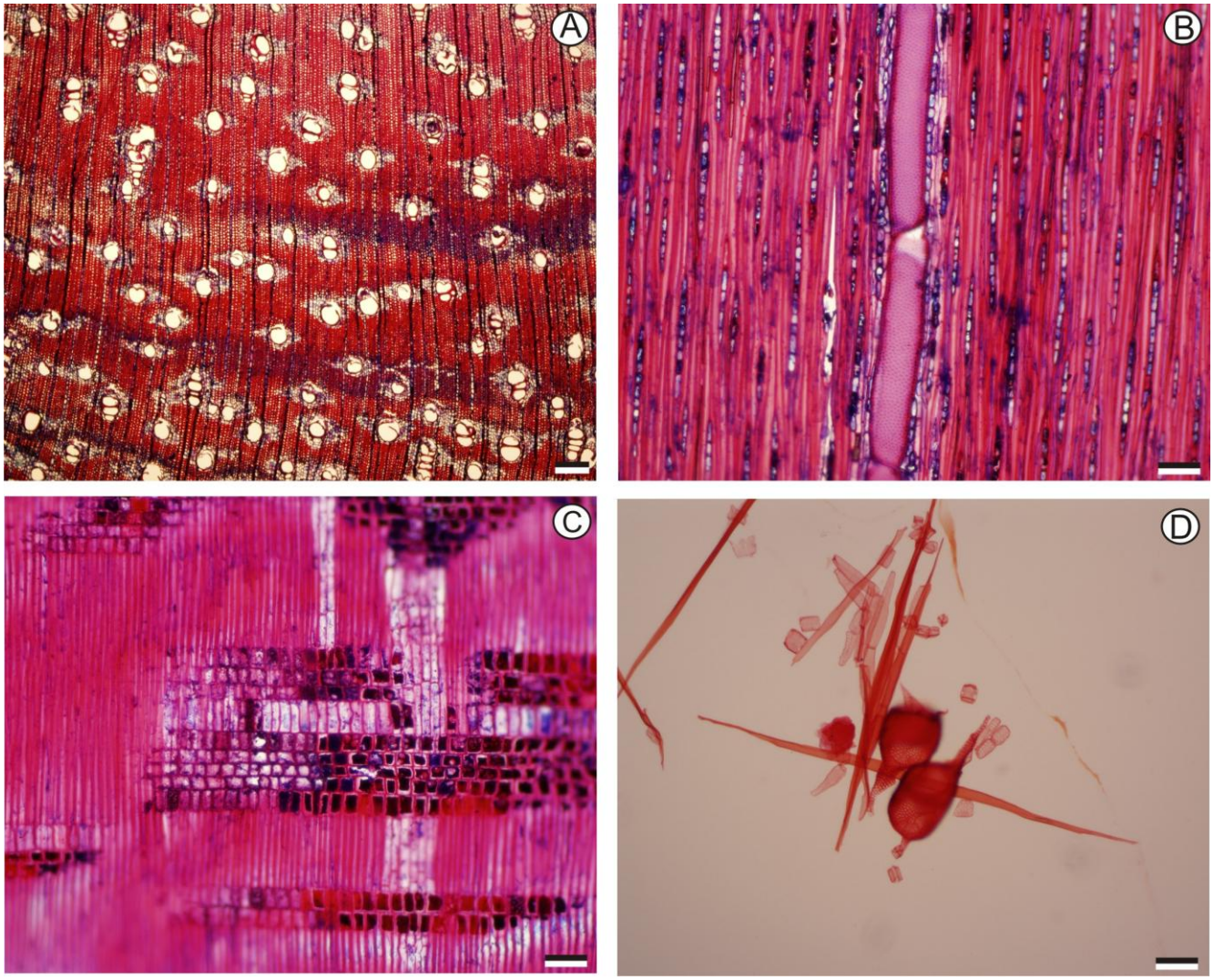

Figura 9 – Xilema secundário de *Laguncularia racemosa* em Antonina: A - Seção transversal (4X); B – Seção longitudinal tangencial (10x); C- Seção longitudinal radial (10X); D – Detalhe dos elementos de vaso e fibras (10x). Escala barra A- 200µm; B,C,D - 100 µm.

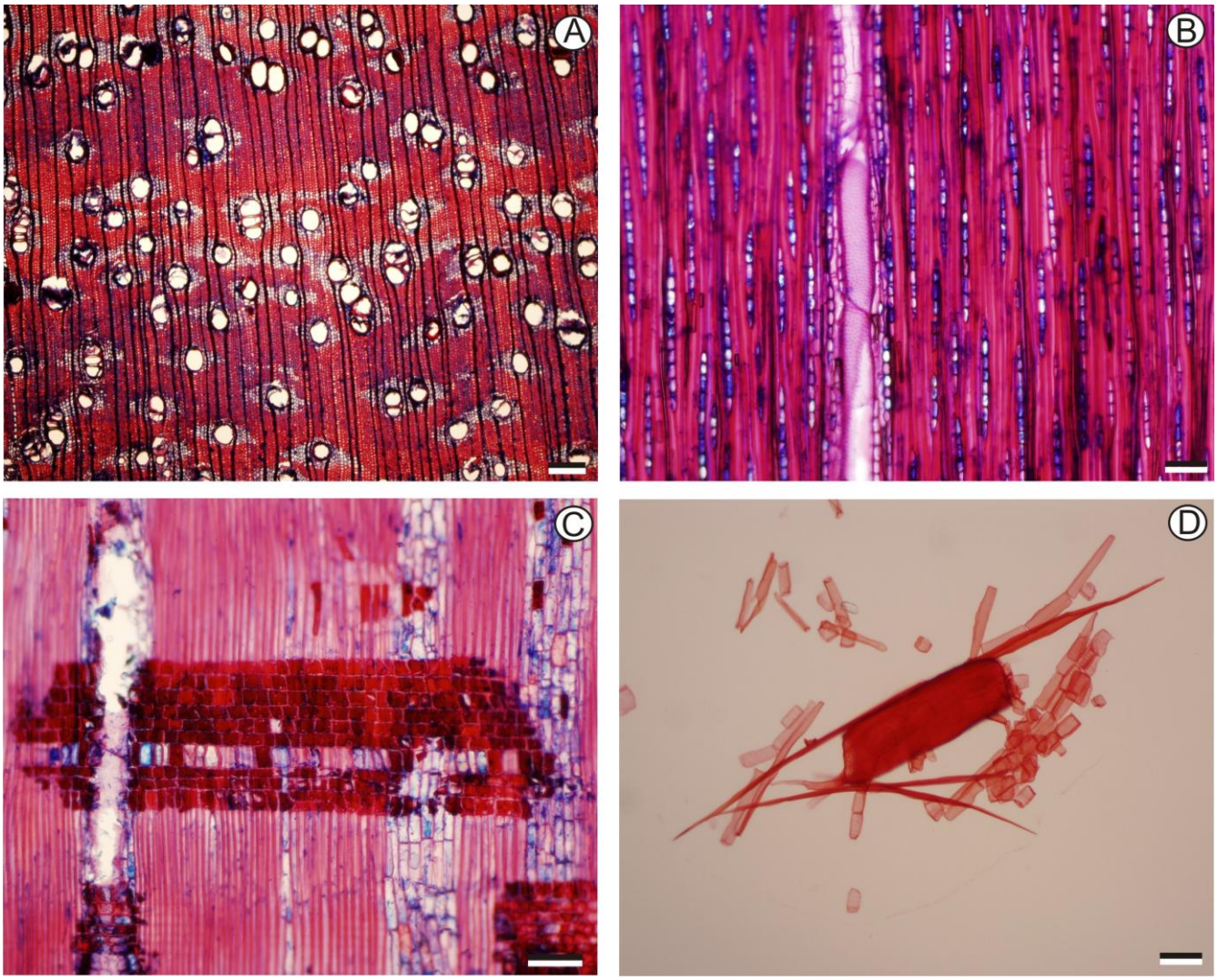

Figura 10 - Xilema secundário de *Laguncularia racemosa* em Guaratuba: A - Seção transversal (4X); B – Seção longitudinal tangencial (10X); C- Seção longitudinal radial (10x); D – Detalhe dos elementos de vaso e fibras (10x). Escala barra A- 200µm; B,C,D - 100 µm.

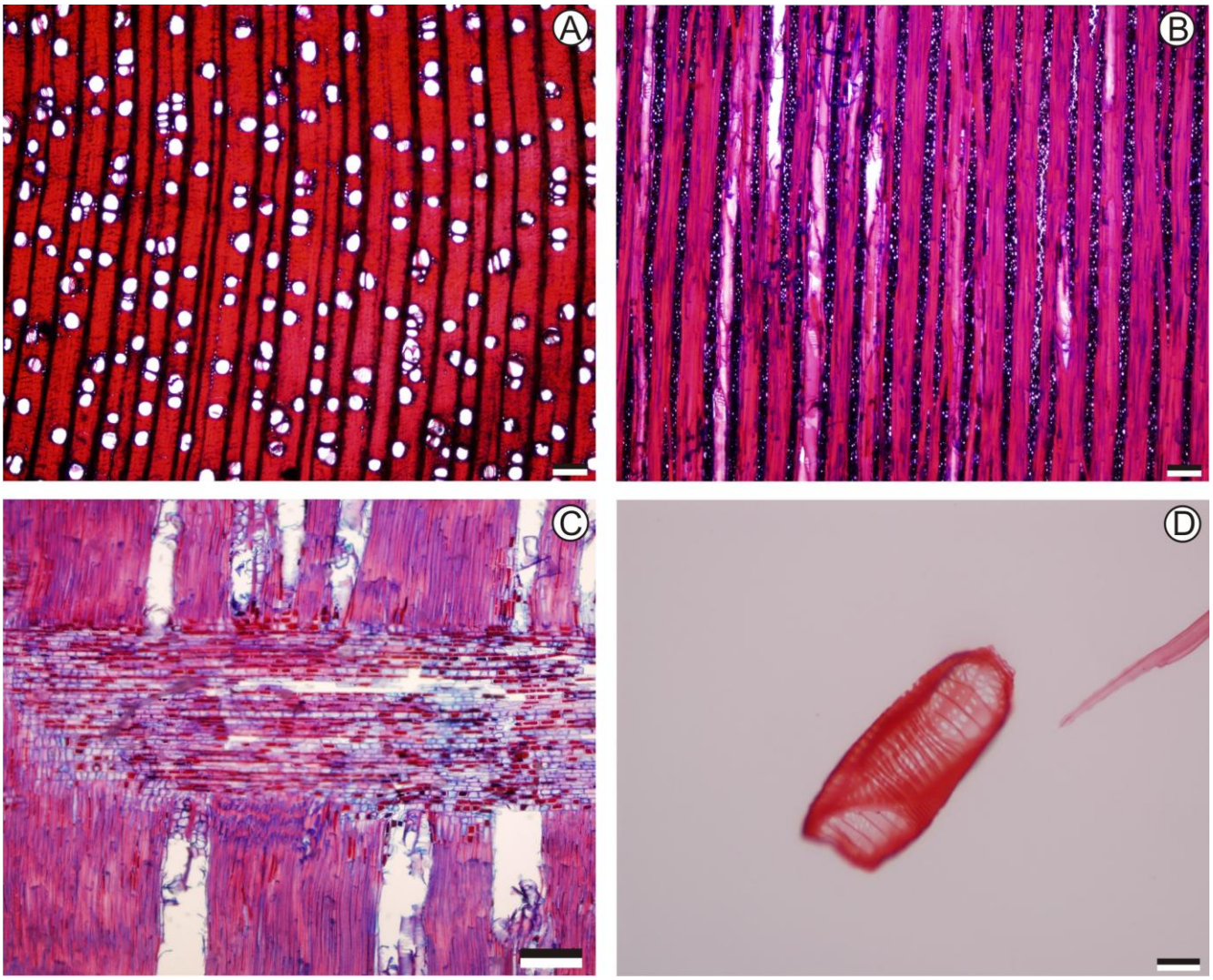

Figura 11 – Xilema secundário de *Rhizophora mangle* em Antonina: A - Seção transversal (4X); B – Seção longitudinal tangencial (4X); C- Seção longitudinal radial (10x); D – Detalhe dos elementos de vaso (20x). Escala barra A, B- 200 µm; C - 100 µm; D- 50 µm.

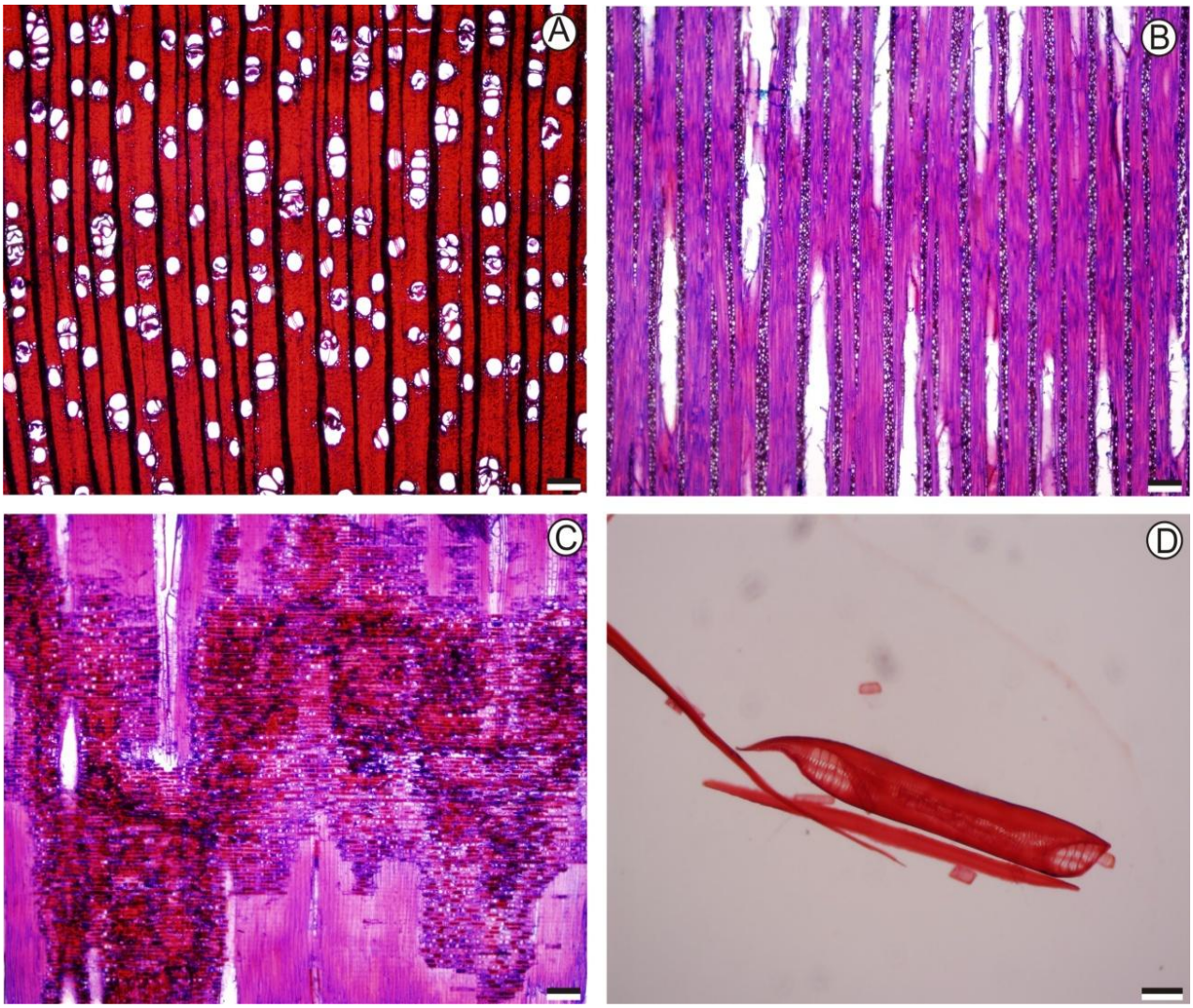

Figura 12 – Xilema secundário de *Rhizophora mangle* em Guaratuba: A - Seção transversal (4X); B – Seção longitudinal tangencial (4X); C- Seção longitudinal radial (4x); D – Detalhe dos elementos de vaso (10x). Escala barra A, B,C- 200 µm; D- 100 µm.

5.3 CARACTERIZAÇÃO QUANTITATIVA

Os dados referentes às dimensões dos elementos anatômicos para cada espécie analisada nas diferentes sub-áreas estão expostos nas tabelas 3 e 4. Os valores médios comparativos entre áreas, por espécie, são apresentados nas tabelas 5 e 6.

Tabela 3. Valores médios e desvios-padrão das variáveis anatômicas do xilema secundário da espécie *Laguncularia racemosa* nas subáreas estudadas. Letras diferentes na mesma linha indicam valores estatisticamente significativos (p<0,05).

Laguncularia racemosa			
Antonina			
Variáveis analisadas	**Subárea 1**	**Subárea 2**	**Subárea 3**
Comprimento da fibra (µm)	898,4 ± 256,6 b	1013,4 ± 224,5 a	919,8 ± 195,6 ab
Diâmetro da fibra (µm)	14,77 ± 5,89 a	15,52 ± 7,22 a	15,29 ± 6,75 a
Espessura da parede fibra (µm)	4,97 ± 1,25 a	4,20 ± 1,09 b	4,84 ± 1,06 a
Altura raio (µm)	229,78 ± 74,73 a	202,95 ± 70,71 b	213,61 ± 75,45 ab
Altura raio n°c	7,81 ± 3,01 a	6,80 ± 2,53 b	6,92 ± 2,62 b
Largura raio (µm)	12,2 ± 2,51 ab	12,70 ± 2,65 a	11,90 ± 2,40 b
Freqüência de vasos (vasos/mm2)	10,20 ± 3,41 a	10,42 ± 3,32 a	10,81 ± 4,10 a
Diâmetro dos vasos (µm)	123,28 ± 42,62 ab	131,45 ± 47,16 b	115,63 ± 53,46 a
Comprimento dos elementos de vaso (µm)	434,1 ± 142,3 a	487,5 ± 104,5 b	416,2 ± 94,9 a
Guaratuba			
Variáveis analisadas	**Subárea 1**	**Subárea 2**	**Subárea 3**
Comprimento da fibra (µm)	924,44 ± 176,77 c	1129,70 ± 184,60 a	1001,67 ± 193,74 b
Diâmetro da fibra (µm)	12,86 ± 3,86 a	13,43 ± 3,77 a	11,61 ± 3,43 b
Espessura da parede fibra (µm)	4,72 ± 1,13 a	4,93 ± 0,87 a	5,26 ± 1,12 b
Altura raio (µm)	197,58 ± 54,47 a	204,00 ± 52,29 ab	215,76 ± 54,95 b
Altura raio n°c	7,07 ± 2,75 a	7,31 ± 3,13 a	7,25 ± 2,92 a
Largura raio (µm)	12,62 ± 2,31 a	12,06 ± 2,15 a	12,08 ± 2,44 a
Freqüência de vasos (vasos/mm2)	12,10 ± 5,30 a	11,1 ± 3,3 a	12,3 ± 5,1 a
Diâmetro dos vasos (µm)	121,10 ± 38,55 a	125,58 ± 38,85 a	125,58 ± 35,76 a
Comprimento dos elementos de vaso (µm)	459,99 ± 101,04 b	512,10 ± 131,45 a	516,20 ± 150,99 a

Tabela 4. Valores médios e desvios-padrão das variáveis anatômicas do xilema secundário da espécie *Rhizophora mangle* nas subáreas estudadas. Letras diferentes na mesma linha indicam valores estatisticamente significativos (p<0,05).

Rhizophora mangle			
Antonina			
Variáveis analisadas	**Subárea 1**	**Subárea 2**	**Subárea 3**
Comprimento da fibra (µm)	1389,72 ± 229,54 ab	1353,82 ± 230,47 a	1446,95 ± 222,36 b
Diâmetro da fibra (µm)	11,23 ± 3,70 b	13,65 ± 3,57 a	14,46 ± 3,61 a
Espessura da parede fibra (µm)	5,16 ± 1,29 a	4,79 ± 1,07 b	5,03 ± 1,07 ab
Altura raio (µm)	1684,69 ± 677,09 a	1625,72 ± 570,81 a	1577,18 ± 585,41 a
Largura raio (µm)	53,3 ± 12,3 c	58,66 ± 17,16 b	70,35 ± 17,36 a
Largura raio n°c	3,57 ± 0,88 a	3,61 ± 1,02 a	3,99 ± 1,01 b
Freqüência de vasos (vasos/mm2)	23,9 ± 6,1 a	19,0 ± 4,8 c	20,7 ± 5,2 b
Diâmetro dos vasos (µm)	74,15 ± 17,60 a	70,33 ± 16,77 a	73,02 ± 16,29 a
Comprimento dos elementos de vaso (µm)	885,07 ± 179,21 a	831,04 ± 194,18 b	905,00 ± 186,81 a
Guaratuba			
Variáveis analisadas	**Subárea 1**	**Subárea 2**	**Subárea 3**
Comprimento da fibra (µm)	1310,26 ± 222,52 a	1362,47 ± 238,66 a	1353,10 ± 212,39 a
Diâmetro da fibra (µm)	13,81 ± 3,25 a	13,91 ± 3,21 a	14,14 ± 3,37 a
Espessura da parede fibra (µm)	5,63 ± 1,17 a	5,28 ± 1,18 a	5,46 ± 1,19 a
Altura raio (µm)	1713,68 ± 573,41 a	1824,32 ± 689,92 a	1662,99 ± 699,31 a
Largura raio (µm)	58,69 ± 14,16 a	56,06 ± 15,48 a	50,49 ± 18,89 b
Largura raio n°c	3,51 ± 0,71 a	3,18 ± 0,71 b	3,25 ± 0,77 b
Freqüência de vasos (vasos/mm2)	20,9 ± 5,0 a	19,6 ± 5,6 a	17,7 ± 4,9 b
Diâmetro dos vasos (µm)	80,65 ± 12,48 a	73,03 ± 17,14 b	83,69 ± 16,05 a
Comprimento dos elementos de vaso (µm)	891,33 ± 171,31 a	902,04 ± 187,59 a	856,01 ± 194,34 a

Tanto *Laguncularia recemosa* quanto *Rhizophora mangle* apresentaram diferenças significativas para alguns parâmetros analisados entre as subáreas de Antonina e de Guaratuba. Para *Laguncularia racemosa*, em Antonina, o comprimento das fibras, espessura da parede da fibra, altura do raio em µm foram diferentes entre as sub-áreas 1 e 2. Para largura do raio e diâmetro de vasos, na

mesma área, as diferenças foram entre as ares 2 e 3. Em Guaratuba, o comprimento da fibra foi o único parâmetro analisado que apresentou diferença significativa entre as três subáreas. O diâmetro das fibras foi diferente na área 3 em relação as demais áreas e a altura do raio (n°c), foi diferente entre as sub-áreas 1 e 3.

Para *Rhizophora mangle*, em Antonina, a largura de raio e a freqüência de vasos foram as características que diferiram entre as três sub-áreas. O diâmetro das fibras foi diferente na sub-área 1 em relação as outras sub-áreas. A espessura da parede da fibra diferiu entre as sub-áreas 1 e 2 e o comprimento diferiu entre a sub-área 2 em relação as demais sub-áreas. Em Guaratuba, a largura de raios e a freqüência de vasos diferiram na sub-área 3 em relação as demais sub-áreas e o diâmetro de vaso diferiu na sub-área 2 em relação as sub-áreas 1 e 3.

Considerando a área de Guaratuba, o lenho apresentou um maior número de parâmetros semelhantes entre as subáreas para as duas espécies, quando comparado com as espécies de Antonina.

Tabela 5. Valores médios e desvios-padrão e valores mínimos e máximos das variáveis anatômicas do xilema secundário da espécie *Laguncularia racemosa* nas áreas estudadas. Letras diferentes na mesma linha indicam valores estatisticamente significativos (p<0,05).

Laguncularia racemosa				
Variáveis analisadas	**Antonina**	**Guaratuba**	**Antonina**	**Guaratuba**
	Média ± DP	**Média ± DP**	**Mínimo/Máximo**	**Mínimo/Máximo**
Comprimento da fibra (µm)	943,86 ± 231,91 b	1018,60 ± 203,26 a	478,24/1825,35	426,36/1393,63
Diâmetro da fibra (µm)	15,19 ± 6,63 a	12,63 ± 3,73 b	2,54/37,61	7,00/21,89
Espessura da parede fibra (µm)	4,67 ± 1,18 b	4,97 ± 1,07a	2,05/8,93	2,81/6,49
Altura raio (µm)	215,45 ± 74,32 a	205,78 ± 54,32 b	73,58/522,19	142,94/ 403,53
Altura raio n°c	7,19 ± 2,73 a	7,21 ± 2,93 a	2,00/17,00	4,00/14,00
Largura raio (µm)	12,26 ± 2,54 a	12,25 ± 2,31 a	6,95/21,31	9,06/16,76
Freqüência de vasos (vasos/mm2)	10,49 ± 3,62 b	11,87 ± 4,68 a	2,00/25,00	7,00/36,00
Diâmetro dos vasos (µm)	123,45 (48,28) a	124,08 ± 37,72 a	14,71/ 294,30	44,90/188,10
Comprimento dos elementos de vaso (µm)	445,93 ± 119,39 b	496,09 ± 131,69 a	190,/988,81	185,37/772,27

Para *Laguncularia racemosa*, a ANOVA indicou que as diferenças entre as áreas foram significativas para 6 das 9 características analisadas, todas as variáveis para fibras, altura do raio (µm), freqüência de vasos e comprimento dos elementos de vasos apresentaram diferenças significativas entre Antonina e Guaratuba. Foram observados maiores valores médios para freqüência, diâmetro e comprimento de vasos nos indivíduos de Guaratuba, demonstrando ter maior condutividade hidráulica nesta área. Os maiores valores médios para comprimento e espessura da parede da fibra foram observados em indivíduos de Guaratuba, enquanto que o maior diâmetro médio de fibra em indivíduos de Antonina. Em relação ao raio, a única característica que variou significativamente foi à altura do raio (µm) tendo maior valor médio em Antonina.

Tabela 6. Valores médios e desvios-padrão e valores mínimos e máximos das variáveis anatômicas do xilema secundário da espécie *Rhizophora mangle* nas áreas estudadas. Letras diferentes na mesma linha indicam valores estatisticamente significativos (p<0,05).

Rhizophora mangle				
Variáveis analisadas	**Antonina**	**Guaratuba**	**Antonina**	**Guaratuba**
	Média ± DP	**Média ± DP**	**Mínimo/Máximo**	**Mínimo/Máximo**
Comprimento da fibra (µm)	1396,83 ± 230,20 a	1341,94 ± 225,43 b	700,20/1980,71	724,53/1960,51
Diâmetro da fibra (µm)	13,11 ± 3,87 b	13,96 ± 3,27 a	3,52/24,82	4,18/26,09
Espessura da parede fibra (µm)	4,99 ± 1,16 b	5,49 ± 1,18 a	2,28/9,28	1,54/9,16
Altura raio (µm)	1629,20 ± 613,13 b	1733,67 ± 658,71a	453,17/4004,89	322,49/3922,63
Largura raio (µm)	60,75 ± 17,31 a	55,08 ± 16,62 b	25,45/119,91	9,22/116,11
Largura raio n°c	3,72 ± 0,99 a	3,31 ± 0,74 b	2,00/6,00	2,00/6,00
Freqüência de vasos (vasos/mm2)	21,19 ± 5,75 a	19,38 ± 5,34 b	2,00/48,00	8,00/46,00
Diâmetro dos vasos (µm)	72,50 ± 16,93 b	80,12 ± 15,64 a	25,23/125,65	35,09/123,61
Comprimento dos elementos de vaso (µm)	873,70 ± 189,02 a	883,13 ± 185,30 a	227,38/1628,48	230,13/1304,39

Para *Rhizophora mangle*, a ANOVA indicou que as diferenças entre as áreas foram significativas para 8 das 9 características analisadas. Diâmetro da fibra, espessura da parede da fibra, altura do raio (µm), diâmetro de vasos e comprimento de vasos apresentaram os maiores valores médios em indivíduos de Guaratuba,

enquanto comprimento da fibra, largura do raio (µm) e número de células, freqüência de vasos apresentaram maiores valores médios nos indivíduos de Antonina. O único parâmetro analisado em *Rhizohora mangle* que não apresentou diferença significativa entre Antonina e Guaratuba foi o comprimento dos elementos de vasos.

6 DISCUSSÃO

As descrições anatômicas do lenho das duas espécies estudadas estão de acordo com as descrições realizadas por Metcalfe & Chalk (1965) para as famílias Combretaceae e Rhizophoraceae. Estes autores também descrevem para Combretaceae vasos solitários e múltiplos, placa de perfuração simples, pontoações intervasculares alternas, parênquima axial paratraqueal aliforme a confluente, raio unisseriado e fibras com pontoações simples. Para Rhizophoraceae, foi descrito vasos solitários e múltiplos, placa de perfuração escalariforme, pontoações intervasculares escalariformes, parênquima paratraqueal escasso, raios homogêneo (homocelular) com células procumbentes para o gênero *Rhizophora*, raios com cristais e fibras com pontoações simples, estas descrições corroboram com o que foi descrito paras as espécies nas duas áreas.

A ANOVA revelou diferenças significativas para alguns parâmetros nas duas espécies, sendo que essas diferenças podem ocorrer por diversos fatores abióticos como tipo de solo, nutrientes, precipitação. No entanto, alguns estudos têm demonstrado que a salinidade é um dos fatores de maior impacto sobre a anatomia da madeira de espécies de manguezais (SCHMITZ *et al*, 2006; ROBERTS *et al*., 2009). As áreas de Antonina e Guaratuba compartilham algumas características abióticas semelhantes como precipitação média, umidade relativa do ar, mas também apresentam características distintas que podem influenciar na anatomia da madeira das espécies estudadas, como por exemplo, os tipos de solos que na área de Antonina é do tipo Organossolo tiomórfico sáprico sálico/sódico nas três subáreas, e em Guaratuba na subárea I e III ocorre Gleissolo tiomórfico húmico/sáprico, sálico/sódico e para a subárea II Organossolo tiomórfico sáprico sálico/sódico.

A alta salinidade torna mais difícil para as plantas de mangue absorver água do solo, embora os solos sejam geralmente alagados, causando uma seca

fisiológica. Conseqüentemente muitas espécies de mangue apresentam características morfológicas e alta eficiência de uso de água de plantas com características xeromorfas (CLOUGH *et al*. 1982; CLOUGH e SIM 1989). O sucesso ecológico dos manguezais se dá através de diversos mecanismos morfológicos, anatômicos e fisiológicos, entre outros (PARIDA & JHA, 2010). Espécies de manguezais desenvolvem vários mecanismos associados características anatômicas, a fim de tolerar a salinidade elevada (PARIDA e JHA, 2010).

Cada espécie utiliza de diferentes recursos para sobreviver ao estresse salino, *Laguncularia racemosa* tem como mecanismo aumento da espessura da folha (suculência) com o acúmulo de sal excedente nas células do mesófilo e glândulas de sal (SOBRADO, 2004) enquanto *Rhizophora mangle* não apresenta glândulas de sal, mas mantêm a seiva do xilema livre de NaCl por ultra filtração nas membranas das células das raízes (PARIDA e JHA, 2010).

As duas espécies apresentam mecanismos diferentes para lidar com o estresse salino. Ao analisar a estrutura anatômica da madeira das duas espécies pode-se inferir que os sistemas de transporte de água não são semelhantes, em função da estrutura do lenho, além dos fatores genéticos e taxonômicos de cada espécie. Essas características podem ser expressas na estrutura hidráulica de cada espécie, observado pelas respostas distintas que as mesmas desenvolveram as condições ambientais.

A ANOVA entre as sub-áreas mostrou que são poucos os parâmetros que apresentam diferenças significativas entre as três sub-áreas estudadas em Antonina e em Guaratuba. Apenas o comprimento das fibras de *Laguncularia racemosa* em Guaratuba e largura do raio (µm) e freqüência de vasos para *Rhizophora mangle* em Antonina apresentaram diferenças significativas para as três subáreas. Apesar do tipo de solo ser diferente na sub-área 2 em Guaratuba, essa característica parece não ter influenciado nas análise quantitativa das características estudadas, visto que em Guaratuba observou-se um maior número de parâmetros semelhantes estatisticamente entre as subáreas para as duas espécies, mesmo ocorrendo um tipo de solo diferente entre as sub-áreas.

A ANOVA entre as áreas mostrou as diferenças principalmente em relação ao sistema de condução. *Laguncularia racemosa* apresentou menor freqüência de vasos com maior diâmetro nas duas áreas, enquanto que *Rhizophara mangle*

apresentou um sistemas de transporte considerado mais seguro por apresentar maior freqüência de vasos menores em Antonina e uma menor freqüência de vasos maiores em Guaratuba. Robert *et al.* (2009) também encontraram diferenças nos sistemas de condução das espécies *Rhizophora mucronata* e *Avicennia marina*, sendo que *Avicennia marina* apresentou seu sistema condutor mais seguro que *Rhizophora mucronata*, com uma alta densidade de vasos de menor diâmetro, diminuindo assim o risco de cavitação.

Espécies de manguezais enfrentam um conflito entre a proteção contra a cavitação e uma condução hidráulica máxima (SOBRADO, 2006; ROBERT *et al.*, 2009). Como já mencionado anteriormente, o sal em excesso torna o ambiente mais xérico e segundo Dickison (2000), as espécies de ambientes xéricos apresentam maior risco de cavitação do que espécies mésicas. Para Carlquist & Hoekman (1985), a xeromorfia é caracterizada por vasos numerosos e estreitos, por elementos vasculares curtos. Considerando essas características, *Laguncularia racemosa* neste estudo apresentou características morfológicas mais mésicas, pois apresenta uma menor densidade de vasos, e vasos de maior diâmetro nas duas áreas. Isso indica que esta espécie parece investir mais em condução do que em proteção.

Um dado que chama a atenção é a freqüência de vasos para as duas espécies. Carlquist (1988) menciona que a freqüência de vasos acima de 100 vasos/mm^2 é considerada alta e são típicos de xerófitas, enquanto baixas freqüências de vasos estão associadas a florestas tropicais úmidas, típicas de mesófitas. Neste estudo, devido ao estresse hídrico causado pelo sal, poderia se esperar uma alta freqüência de vasos, porém as duas espécies estudadas apresentaram baixas freqüências de vasos. Alguns estudos também encontraram baixa densidade de vasos, principalmente em *Rhizophora mucronata* (VERHEYDEN *et al*, 2005; SCHMITZ *et al*,2006; ROBERT *et al.*, 2009) e Yáñez-Espinosa *et al*, (2004) encontrou baixa freqüência de vasos para *Laguncularia racemosa* em um manguezal do México.

Outro resultado que não corrobora com a literatura é em relação à freqüência de vasos e a salinidade, onde vários estudos mostram que há uma tendência em aumentar a freqüência de vasos com o aumento da salinidade (YÁÑEZ-ESPINOSA *et al,* 2004; SCHMITZ *et al*, 2006; ROBERT *et al.*, 2009). No período estudado, observou-se que a salinidade da água foi maior para a área de Guaratuba, com

valores superiores aos de Antonina durante todo ano. No entanto, as análises químicas do solo (dados ainda não publicados), mostraram teores de Na semelhantes entre as áreas, o que poderia explicar parcialmente os dados obtidos, considerando o Na como um indicador de salinidade. No entanto, maiores estudos sobre a dinâmica do Na no solo e salinidade da água intersticial são necessários, para talvez esclarecer se existe realmente está tendência já encontrada em outros estudos.

Em condições de maior disponibilidade hídrica do ambiente, as iniciais fusiformes apresentarão maior turgor celular, resultando em elementos axiais de tamanho maior (LEVITT,1980). Devido os manguezais serem naturalmente alagados, torna-ser difícil tal comparação, entretanto como a salinidade pode alterar a disponibilidade hídrica, provavelmente as diferenças encontradas neste estudo, como maior comprimento de fibra para *Laguncularia racemosa* em Guaratuba e para *Rhizophora mangle* em Antonina, possam estar relacionadas com a salinidade e aos diferentes mecanismos de respostas de cada espécie. Yáñez-Espinosa *et al*, (2004) sugerem que pode ocorrer uma influência da salinidade sobre o comprimento e espessura da parede das fibras relacionada ao efeito do estresse hídrico, esta autora encontrou menores valores de comprimento de fibras e espessura da parede da fibra para *Laguncularia racemosa* em áreas com maior salinidade.

Alguns estudos relacionaram a maior ocorrência de fibras com paredes mais espessas em ambientes mais secos (ALVES & ANGYALOSSYALFONSO, 2002; LUCHI, 2004), e os dados encontrados mostram que as duas espécies apresentaram fibras com paredes mais espessas na área de Guaratuba, o que pode estar relacionado com o estresse hídrico.

Os dados quantitativos das dimensões do raio em *Laguncularia racemosa* mostraram apenas diferença significativa para altura (µm) entre Antonina e Guratuba, enquanto que *Rhizophora mangle* apresentou diferenças significativas para todas as mensurações do raio entre as áreas. Devido à escassez de dados na literatura que avaliem os parâmetros de raio, principalmente em espécies de mangue, a discussão deste parâmetro ficou dificultada.

7 CONCLUSÃO

As duas espécies estudadas (*Laguncularia racemosa* e *Rhizophora mangle)* apresentaram a mesma estrutura anatômica para Antonina e Guaratuba, o que indica que as características encontradas em cada espécie foram selecionadas positivamente pelo ambiente. No entanto, a ANOVA revelou que as duas espécies estudadas respondem de formas distintas as diferentes condições ambientais em relação às variáveis quantitativas analisada, devido provavelmente fatores ecológicos, além dos fatores genéticos e taxonômicos de cada espécies. *Laguncularia racemosa* parece investir mais em condução enquanto que *Rhizophora mangle* apresenta seu sistema de condução mais seguro. Devido à complexidade do ecossistema dos manguezais torna-se difícil estabelecer tendências relacionadas às diferentes características apresentadas pelas duas espécies neste estudo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, E. S.; ANGYALOSSY-ALFONSO, V. Ecological trends in the wood anatomy of some Brazilian species. 1. Growth rings and vessels. **IAWA Journal**, Leiden, v. 20, n. 1, p. 3-30, 2000.

ALVES, E. S.; ANGYALOSSY-ALFONSO, V. Ecological trends in the wood anatomy of some Brazilian species. 2. Axial parenchyma, rays and fibres. **IAWA Journal**, Leiden, v. 23, n. 4, p. 391-418, 2002.

ANGULO, R. J. **Geologia da planície costeira do Estado do Paraná**. Tese de Doutorado, Setor de Geologia Sedimentar, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1992.

BAAS, P. The wood anatomical range in Ilex (Aquifoliaceae) and its ecological and phylogenetic significance. **Blumea**, Leiden, v. 21, p. 193-258, 1973.

BAAS, P.; SCHWEINGRUBER, F.H. Ecological trends in the wood anatomy of trees, schrubs and climbers from Europe. **IAWA Bulletin New Series,** Utrecht, v.8, p.245-274, 1987.

BABA, S.; GORDON, C.; KAINUMA, M.; AVIYOR, J.S.; DAHDOUH-GUEBAS, F: The global mangrove database and information system (GLOMIS): present status and future trends. Proceedings of 'The Colour of Ocean Data' Symposium, Bruxelles, 25-27 Novembre 2002. Edited by Vanden Berghe E, Brown M, Costello M, Heip C, Levitus S, Pissierssens P. IOC Workshop Reports 188, **UNESCO/IOC**, Paris; 2004

BERLYN, G.P., MIKSCHE, J.P. **Botanical microtechnique and cytochemistry**. Ames: Iowa State University, p. 121, 276. 1976.

BERNINI, E.; REZENDE, C. E. Estrutura da vegetação em florestas de mangue do estuário do rio Paraíba do Sul, Estado do Rio de Janeiro, Brasil**. Acta bot. bras**. 18(3): 491-502. 2004

BERNINI, E. ; REZENDE, C.E. . Variação estrutural em florestas de mangue do estuário do rio Itabapoana, ES-RJ. **Biotemas** (UFSC), v. 23, p. 49-60, 2010.

BIGARELLA, J.J.. Contribuição ao estudo da planície litorânea do Estado do Paraná. In: **Arquivos de Biologia e Tecnologia**. Curitiba, 1946. p.75-111. Separata.

CARLQUIST, S. **Ecological strategies of xylem evolution.** Berkeley, Los Angeles: University of Califórnia Press,1975. 259 p.

CASTILHO, G. G. **Aspectos reprodutivos do caranguejo-uçá, Ucides cordatus (L.) (Crustacea, Brachyura, Ocypodidae), na Baía de Antonina, Paraná, Brasil**. Curitiba, 119 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Veterinária) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná. 2006.

CARLQUIST, S. **Comparative wood anatomy - systematic ecological and evolutionary aspects of dicotyledonean wood**. Springer Verlag, Berlin.1988.

CARLQUIST, S.; HOEKMAN, D.A. Ecological wood anatomy of the woody southern Californian flora. **IAWA Bulletin New Series**, Utrecht, v. 6, n. 4, p. 319–347, 1985.

CECCANTINI, G.C.T. **Anatomia ecológica do lenho de espécies de cerrado e mata: *Casearia sylvestris* Sw. e *Machaerium villosum* Vog. São Paulo**, 1996. Dissertação (Mestrado em Botânica) - Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo.

CLOUGH B.F.; ANDREW T.J.; COWAN I.R. Physiological processes in mangroves. In: Clough BF (ed) Mangrove ecosystems in **Australia: structure, function and management.** Australian National Press, Canberra, pp 193–210.1982.

CLOUGH B.F.; SIM R.G. Changes in gas exchange characteristics and water use efficiency of mangroves in response to salinity and vapor pressure deficit. **Oecologia** 79:38–44.1989.

DICKISON, W. C. **Integrative plant anatomy**. San Diego: Harcourt Academic Press, 2000.

EWERS F.W., LÓPEZ-PORTILLO J., ANGELES G. & FISHER J.B.Hydraulic conductivity and embolism in the mangrove tree *Laguncularia racemosa*. **Tree Physiology** 24, 1057–1062.2004.

FÁVARO, L. F.; OLIVEIRA, E. C. & VERANI, N. F. Estrutura da população e aspectos reprodutivos do peixe-rei *Atherinella brasiliensis* (Quoy & Gaimard) (Atheriniformes, Atherinopsidae) em áreas rasas do complexo estuarino de Paranaguá, Paraná, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia,** Curitiba, v. 24, n. 4, dez./2007.

FIDELMAN, P. I. J. **Aspectos legais da proteção do ecossistema manguezal e a realidade no município de Ilhéus**, **Bahia.** In: XII SEMANA NACIONAL DE OCEANOGRAFIA, 2000, Itajaí - SC, p.9-11

FIELD C.D."Rehabilitation of mangrove ecosystems: An overview" **Marine Pollution Bulletin** 37, no.8-12 (1999) p. 383-392

HERZ, R. **A regional program on coastal monitoring and management of mangrove in Brazil.** In: Symposium on Coastal and Ocean Management, 5. 1987. Seattle. Proceedings. New York: American Society of Civil Engineers. 1987. v. 2, p. 2262-2268.

IAWA Committee. IAWA list of microscopic features for hardwood identification. **IAWA Bulletin New Series**, Utrecht, v. 10, n 3, p. 219-332, 1989.

JOHANSEN, D. A. **Plant microtechnique**. New York, London: McGraw - Hill Book Company, Inc, 1940.

JONO, V. **Anatomia Ecológica do Lenho e Atividade Cambial de *Roupala rhombifolia* (Proteaceae) na Serra do Cipó (MG).** Dissertação (Mestrado em Ciências , na área de Botânica) – Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo. 2009.

JUDD, W.S., CAMPBELL, C.S., KELLOGG, E.A., STEVENS, P.F., DONOGHUE,M.J. **Sistemática Vegetal: Um Enfoque FilogenÈtico**. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009. 612p

KATHIRESAN, K. E BINGHAM, B.L. Biology of mangroves and mangrove ecosystems. **Advances in Marine Biology**, v.40, p.81–251, 2001

KRAUS, J.E. & ARDUIN, M. Manual **básico de métodos em morfologia vegetal**. EDUR. Seropédica. Rio de Janeiro.1997.

LANA, P. C.; MARONE, E.; LOPES, R. M.; MACHADO, E. C. The subtropical estuarine complex of Paranaguá Bay, Brazil, in: SEELIGER, U.; KJERFVE, B. **Ecologycal Studies – Coastal Marine Ecosystems of Latin America**, v. 144, Berlin: Springer – Verlag Berlin Heidelberg, 2001. p. 131-145.

LEVITT, J. **Physiological Ecology**: a series of monographs, texts, and treatises, 2 nd ed. New York: Academic Press, 1980. v. 2: Responses of plants to environmental stresses: water, radiation, salt, and other stresses.

LUCHI, A.. Anatomia do lenho de *Croton urucurana* Baill. (Euphorbiaceae) de solos com diferentes níveis de umidade. **Revista Brasileira de Botânica** 27: 271- 280. 2004.

LUCHI, A.E. SILVA, L.C.P., MORAES, M.A.,. Anatomia comparada do lenho *de Xylopia aromatica* (Lam.) Mart. em áreas de cerrado e de plantação *de Pinus elliottii* Engelm. **Revista Brasileira de Botânica** 28(4): 809-820. 2005.

MARANHO, LT.; DZIEDZIC, M.;MUÑIZ, G.I.B., KUNIYOSHI, Y.S.; GALVÃO, F.. Effects of the pollution by petroleum on the tracheids along the stem of *Podocarpus lambertii* Klotzsch ex Endl., Podocarpaceae. **Braz. J. Biol**. 2009, vol.69, n.2, pp. 263-269. ISSN 1519-6984.

METCALFE, C.R. & CHALK, L. **Anatomy of the dicotyledons** - Vol 1. Oxford, 724 p.1965.

MENEZES, N.L. Rhizophores in *Rhizophora mangle* L.: an alternative interpretation of socalled “aerial roots”. **Anais da Academia Brasileira de Ciências** 78: 213-226. 2006.

MINA-RODRIGUES, E.M.C. **Estudo morfo-anatômico dos órgãos vegetativos de *Pera glabrata* Baill. (Euphorbiaceae), em material procedente de mata mesófila semidecídua e de cerrado**. Dissertação de Mestrado, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro.1986.

NASCIMENTO, I. A. Manguezal e Carnicicultura: o conflito da ecocompatibilidade. In: **Revista Diálogos & Ciência**. Salvador, Ano V, n.10, Maio. 2007.

NEGRELLE, R.R.B.; FORNAZZARI, K.R.C. Estudo etnobotânico em duas comunidades rurais (Limeira e Ribeirão Grande) de Guaratuba (Paraná, Brasil). **Revista Brasileira de Plantas Medicinais**, v.9, n.2, p.36-54, 2007.

PAIVA, J.G.A.; FANK-DE-CARVALHO, S.M.; MAGALHÃES, M.P. & GRACIANO-RIBEIRO, D. Verniz vitral incolor 500®: uma alternativa de meio de montagem economicamente viável. **Acta Botanica Brasílica** 20: 257-264.2006.

PARIDA, A.K. AND B. JHA. Salt tolerance mechanisms in mangroves: A review. **Trees**, 24: 199-217.2010.

PRANCE, G.T.; SILVA, M.F.; ALBUQUERQUE, B.; ARAÚJO, I.J.F.; CARREIRA, L.M.; BRAGA, M.M.; MACEDO, M.; CONCEIÇÃO, P.N.; LISBOA, P.L.; BRAGA, P.I.; LISBOA, R.L.; VILHENA, R.Q. Revisão taxonômica das espécies amazônicas de Rhizophoraceae. **Acta Amazonica** 5(1):5-22. 1975.

RAMOS, M. G. M.; GERALDO, L. P. Avaliação das espécies de plantas *Avicennia schaueriana*, *Laguncularia racemosa* e *Rhizophora mangle* como bioindicadoras de poluição por metais pesados em ambientes de mangues. **Eng. Sanit. Ambient**. v.12, n.4, 2007.

ROBERT, E.M.R.; KOEDAM, N; BEECKMAN, H; SCHMITZ, N. A safe hydraulic architecture as wood anatomical explanation for the difference in distribution of the mangroves *Avicennia* and *Rhizophora*. **Funct Ecol** 23:649–65. 2009.

SANTOS, S.R. **Estudo anatômico do lenho e descrição morfológica de cinco espécies sul-rio-grandenses da família Rhamnaceae**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal de Santa Maria. 2008.

SCHAEFFER-NOVELLI Y, CINTRÓN-MOLERO G, ADAIMA RR. Variability of mangrove ecosystemsalong the Brazilian coast. **Estuaries**, 13: 204-218. 1990.

SCHAEFFER-NOVELLI, Y. Manguezal: ecossistema entre a terra e o mar. São Paulo: **Caribbean Ecological Research**, 64p. 1995.

SCHAEFFER-NOVELLI, Y.; CINTRÓN-MOLERO, G.; SOARES, M. L. G.; DE-ROSA, I.**Brazilian mangroves Aquatic Ecosystem Health and Management**, v. 3, n. 4, p. 561-570, 2000.

SCHAEFFER-NOVELLI, Y. **Relatório do grupo manguezal, marisma e apicum**. in: *Workshop para avaliação e ações prioritárias para a conservação da biodiversidade das zonas costeira e marinha:* Relatório técnico, 1., 1999, Porto Seguro: MMA, 2002

SCHMITZ, N.; VERHEYDEN, A.; BEECKMAN, H.; KAIRO, J.G. & KOEDAM, N. Influence of a salinity gradient on the vessel characters of the mangrove species *Rhizophora mucronata*. **Annals of Botany**, 98, 1321–1330.2006.

SCHMITZ, N., JANSEN, S., VERHEYDEN, A., KAIRO, J.G., BEECKMAN, H. & KOEDAM, N. Comparative anatomy of intervessel pits in two mangrove species growing along a natural salinity gradient in Gazi Bay, Kenya. **Annals of Botany,** 100, 271–281.2007.

SOARES, M.L.G.. Estrutura vegetal e grau de perturbação dos manguezais da Lagoa da Tijuca, Rio de Janeiro, RJ, Brasil. **Revista Brasileira de Biologia** 59(3): 503-515. 1999.

SOARES, M. L. G.; CHAVES, F. O.; CORRÊA, F. M.; SILVA JUNIOR, 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.

SOBRADO M. A. Influence of external salinity on the osmolality of xylem sap. leaf tissue and leaf gland secretion of the mangrove *Laguncularia racemosa* (L.) Gaertn.**Trees Struct Funct** 18:422–427.2004.

SOBRADO, M.A. Relationship of water transport to anatomical features in the mangrove *Laguncularia racemosa* grown under contrasting salinities. **New Phytologist,** 173, 584–591.2006.

STACE C.A. Combretaceae In: **The Families and Genera of Vascular Plants**, Volume 9, 67-82. 2007 DOI: 10.1007/978-3-540-32219-1_11

SUREHMA. **Qualidade das águas interiores do Estado do Paraná.** Curitiba, 1987.

VARJABEDIAN, R. Impactos sobre os manguezais. In: SCHAEFFER-NOVELLI, Y. **Manguezal: ecossistema entre a terra e o mar**. São Paulo: Caribbean Ecological Research, p. 49-52. 1995.

VERHEYDEN A, DE RIDDER F, SCHMITZ N, BEECKMAN H, KOEDAM N. High resolution time series of vessel density in Kenyan mangrove trees reveal a link with climate. **New Phytologist** 167: 425–435. 2005.

TOMLINSON, P. B. **The botany of mangroves**. Cambridge University Press, Cambridge,United Kingdom. 1986.

YÁÑEZ-ESPINOSA, L., TERRAZAS, T., LOPEZ-MATA, L. & VALDEZ-HERNANDEZ, J.I. .Wood variation in *Laguncularia racemosa* and its effect on fibre quality. **Wood Science and Technology**, 38, 217–226.2004.

ZANELATTO, R. C. **Dieta do boto-cinza, *Sotalia fluviatilis* (Cetacea, Delphinidae), no Complexo Estuarino da Baía de Paranaguá e sua relação com a ictiofauna estuarina**. Dissertação de Mestrado, Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2001.

ZHANG, Z.; SU, Z. ZHAG, Q.; SHEN, A. The Current Status of World Protection for Mangrove Forest. **Chinese Journal of Oceanology and Liumology**. Vol.21, No.3, P.261 – 269. 2003.