

**DANIELLA DEL CASTANHEL KNESS**

**ANATOMIA COMPARADA DO LENHO DE ESPÉCIES  
ARBÓREAS EM GRADIENTES ALTITUDINAIS DE FLORESTA  
OMBRÓFILA MISTA**

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-graduação em Engenharia Florestal do Centro de Ciências Agroveterinárias da Universidade do Estado de Santa Catarina, como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Engenharia Florestal.

Orientadora: Prof.<sup>a</sup> Dra. Poliana D'Angelo Rios Coorientadores: Prof. Dr. Pedro Higuchi Dra. Martha Andreia Brand.

**LAGES, SC  
2016**

Ficha catalográfica elaborada pelo(a) autor(a), com  
auxílio do programa de geração automática da  
Biblioteca Setorial do CAV/UDESC

Kniess, Daniella Dell Castanhel  
Anatomia comparada do lenho de espécies arbóreas  
em gradientes altitudinais de Floresta Ombrófila  
Mista / Daniella Dell Castanhel Kniess. Lages -  
2016.  
139 p.

Orientadora: Polliana Rios  
Co-orientador: Pedro Higuchi  
Co-orientadora: Martha Andrea Brand  
Dissertação (Mestrado) - Universidade do Estado  
de Santa Catarina, Centro de Ciências  
Agroveterinárias, Programa de Pós-Graduação em  
Engenharia Florestal, Lages, 2016.

1. Anatomia da madeira. . 2. Adaptação  
ecológica... 3. Altitude.. I. Rios, Polliana. II.  
Higuchi, Pedro. Brand, Martha Andres.III.  
Universidade do Estado de Santa Catarina, Centro de  
Ciências Agroveterinárias, Programa de Pos-Graduação  
em Engenharia Florestal. IV. Título.

**DANIELLA DEL CASTANHEL KNESS**

**ANATOMIA COMPARADA DO LENHO DE ESPÉCIES  
ARBÓREAS EM GRADIENTES ALTITUDINAIS DE FLORESTA  
OMBRÓFILA MISTA**

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-graduação em Engenharia Florestal do Centro de Ciências Agroveterinárias da Universidade do Estado de Santa Catarina, como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Engenharia Florestal.

**Banca examinadora**

Orientadora: \_\_\_\_\_

Prof. Dra. Poliana D'Angelo Rios  
Universidade do Estado de Santa Catarina

Membro: \_\_\_\_\_

Prof. Dr. Pedro Higuchi  
Universidade do Estado de Santa Catarina

Membro: \_\_\_\_\_

Prof. Dra. Teresa Quilhó  
Universidade Técnica de Lisboa

Membro: \_\_\_\_\_

Prof. Dr. Ugo Leandro Belini  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

**Lages, SC 14/07/2016**



Aos meus familiares e amigos  
que acreditaram na minha  
determinação para mais esta  
conquista,

DEDICO.



## **AGRADECIMENTOS**

Gostaria de agradecer primeiramente a Deus por mais uma oportunidade de conhecimento. Agradecer por poder contribuir de alguma forma para a ciência.

Gostaria de agradecer imensamente a meus pais Márcia e Luizinho por acreditarem mais uma vez em mim, pela dedicação, pelas orações, pelo afeto, pela paciência, pela presença em todos os momentos da minha vida.

A FAPESC pela concessão da bolsa de estudos.

Aos meus irmãos Rafaela e Osvaldo pela compreensão, o companheirismo e a amizade sempre.

Aos meus avós Anita e Osvaldo e ao meu tio Jaison que juntamente com meus pais e meus irmãos foram a minha torcida mais fiel sempre. Obrigada pelas orações pelas palavras de carinho, conforto, pelos momentos de descontração e de acolhida.

Aos meus tios Raimundo e Marilu por me receberem em sua casa para que eu pudesse dar continuidade aos meus estudos.

A minha professora orientadora Poliana Rios por me ajudar em todos os momentos na realização da minha pesquisa, pela confiança e amizade.

Ao meu coorientador professor Pedro Higuchi, pelo auxílio desde o início do projeto.

Aos amigos do que me ajudaram de alguma forma na realização deste estudo: Amélia, Amanda, Bruna, Cleide, Dianessa, Gabriela, Guilherme, Helena, Maísa, Mariana, Rafael, Rafaela, Rodrigo Buss e Talitha.

Obrigada a todos!



"Quando você toma uma iniciativa, seja ela qual for, o seu mundo parece que se transforma. Você se sente mais confiante para fazer o que antes não tinha coragem.

Novas possibilidades se abrem e, de repente... Aquele lugar que você sempre quis ir, já não fica mais tão longe. Então a vida fica mais clara, ganha mais sentido. E descobrir, agora é uma palavra constante no seu dia-a-dia.

Você descobre que o seu poder de decisão é muito mais forte do que imaginava. E que a palavra 'cuidado' faz muito mais sentido quando você a transpõe para outras pessoas. Descobre que cuidar de si, é a melhor forma de continuar cuidando das pessoas que você ama. Descobre também, que se dar valor é, antes de tudo, dar valor à vida. E quando você se conhece e acredita no seu potencial, os sonhos que antes pareciam inalcançáveis, podem se tornar surpreendentemente reais. De repente, você olha para trás e nem acredita que conseguiu realizar tanta coisa.

Então descobre o melhor de tudo: Realizar seus sonhos não começa por coisas complicadas e não começa pelos outros; começa por um ponto, um ponto dentro de você!"

(Autor desconhecido)



## RESUMO

O estudo do xilema de espécies arbóreas permite identificar caracteres anatômicos que podem evidenciar possíveis variações no crescimento e no desenvolvimento dos indivíduos. Considerando que os níveis de organização das plantas são altamente integrados e harmonizados com o ambiente físico, o presente trabalho teve como objetivos (i) - caracterizar anatomicamente (quantitativa e qualitativa) o lenho de seis espécies arbóreas em três fragmentos de Floresta Ombrófila Mista; (ii) - estudar as relações intraespecífica dos caracteres anatômicos das espécies; (iii) - estudar as relações interespecífica dos caráteres anatômicos e das variáveis climáticas regionais. As amostras foram coletadas em fragmentos de Floresta Ombrófila Mista, no Estado de Santa Catarina, nos Municípios de Otacílio Costa (840 m), Painel (1340 m) e Urubici (1603 m) com o auxílio de trado de incremento. Foram confeccionados cortes em micrótomo de deslize, nos planos anatômicos: transversal, tangencial e radial. Os cortes foram tingidos com safranina, desidratados em série alcoólica ascendente e fixados em acetato de butila, para a montagem das lâminas permanentes com auxílio de Entellan®. Também foram analisados os elementos dissociados, sendo corado com safranina e montado em lâminas semipermanentes. As características quantitativas foram mensuradas em software Software LAS Interactive Measurements e as qualitativas descritas conforme às recomendações do IAWA Committee para o lenho. Para os dados quantitativos, foram apresentados os valores mínimo, médio e máximo. A normalidade das variáveis anatômicas foi verificada por meio do teste de Shapiro-Wilk. Os dados da análise intraespecífica foram comparados por meio de Análise de Variância (ANOVA) ou pelo teste de Kruskal-Wallis, para distribuições não normais, seguidas pelo teste de Tukey HSD ou pelo teste de



comparações múltiplas não-paramétrico. Para o estudo das relações entre os atributos anatômicos da madeira das espécies e o clima regional utilizou-se uma abordagem multivariada com a combinação da análise RLQ e o método “fourth corner” por meio do programa R junto com as bibliotecas vegan, usdm e a raster e RFc. O comprimento, o diâmetro e a frequência dos vasos foram as características anatômicas que mais apresentaram influências do gradiente de altitude. A condição de floresta nebulosa, revelou a ocorrência de um padrão de estratégia ecológica relacionado a eficiência hídrica.

**Palavras-chave:** Anatomia da madeira. Adaptação ecológica. Altitude.



## ABSTRACT

The xylem study of arboreal species allows us to identify anatomical characters that show changes in growth and development of individuals. Whereas the plant organization levels are highly integrated and harmonized with the physical environment, this paper aimed to (i) - featuring anatomically (quantitative and qualitative) the wood six species in three Araucaria Forest fragments; (ii) - study the intraspecific relationships of anatomical characters of the species; (iii) - to study the interspecific relationships of anatomical characters and regional climate variables. The samples were collect in Araucaria Forest fragments, in the state of Santa Catarina in the municipalities of Otacílio Costa (840 m), Painel (1340 m) and Urubici (1603 m) with increment borer. Anatomical cuts were obtain in a microtome slide, in anatomical planes: transverse, tangential and radial. Sections were stained with 0.8% safranin, thus dehydrated in ascending alcohol series and fixed in butyl acetate, for mounting the permanent histological blade with Entellan® adhesive. Dissociated elements of wood were also analyzed, it was stained with safranin 0.8%, and mounted on histological blade. Quantitative characteristics were measure in LAS Interactive Measurements software and qualitative, described as the IAWA Committee's recommendations. For quantitative data, the minimum, average and maximum values were presente. The normality of anatomical variables was verified by the Shapiro-Wilk test. Data from the intraspecific analysis were compared using analysis of variance or Kruskal-Wallis test for non-normal distributions, after by Tukey HSD test or test for multiple comparisons non-parametric. To study the relationship between the anatomical characteristics of the wood and the regional climate used a multivariate approach with the combination of RLQ analysis and the fourth corner



method by R program along with the vegan libraries, usdm and raster and RFC. The vessel member length, vessel diameter and frequency were the anatomical features that showed more altitudinal gradient influences. The condition of nebular forest, revealed the occurrence of a pattern of ecological strategy associated to water efficiency.

**Key-words:** Wood anatomy. Ecological adaptation. Altitude.



## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 -	Fluxograma com descrição da metodologia utilizada. ....	54
Figura 2 -	Mapa de localização dos municípios de Urubici, Painel e Otacílio Costa ao longo do gradiente altitudinal no Estado de Santa Catarina.....	55
Figura 3 -	Áreas de estudo em Santa Catarina. A – Local 1 - Otacílio Costa com 840 m de altitude; B – Local 2 - Painel com 1340 m e C – Local 3 - Urubici: 1603 m.....	56
Figura 4 –	A - <i>Araucaria angustifolia</i> . B – Destaque para a casca da espécie. ....	58
Figura 5 –	A - <i>Cinnamomum amoenum</i> . - B – Destaque para a casca da espécie. ....	58
Figura 6 –	A – <i>Ocotea pulchella</i> . - B – Destaque para a casca da espécie.....	59
Figura 7-	A – <i>Ilex microdonta</i> . B – Destaque para a casca da espécie. ....	59
Figura 8-	A – <i>Myrceugenia euosma</i> . B – Destaque para a casca da espécie.....	60
Figura 9 –	A – <i>Prunus myrtifolia</i> . – B – Destaque para a casca da espécie. ....	60
Figura 10 –	Retirada das baguetas pelo método não destrutivo com auxílio de trado de incremento. .	61
Figura 11–	(A) - Suporte para o transporte das baguetas. (B) – Baguetas armazenadas submersas em solução de álcool 70%. ....	61
Figura 12–	Esquema de seccionamento da bagueta.....	62
Figura 13–	Micrótomo de deslize com o corpo de prova. ....	62
Figura 14–	Lascas de madeira colocadas em vidros para submeter ao processo de maceração.....	64
Figura 15 –	<i>Araucaria angustifolia</i> . A – (4x) Anéis de crescimento distintos com transição gradual	



(seção transversal); B e E – (10 e 40x) raios unisseriados com pontoações do campo de cruzamento do tipo cupressóide (seção radial); C – (10x) Raios unisseriados (seção tangencial); D – (4x) Traquéideo (macerado); F – (40x) Pontoações areoladas unisseriadas e bisseriadas alternas (seção radial). ..... 71

Figura 16 – *Cinnamomum amoenum*. A – (4x) Anéis de crescimento distintos com porosidade difusa (seção transversal); B – (10x) Raios heteroceulares e célula oleífera associada aos raios (seção radial); C e F – (10 e 40x) Raios heterocelulares, vaso com conteúdo, pontoações intervasculares alternas (seção tangencial); D – (10x) Vasos com placas de perfuração simples e escalariforme (macerado); E – (40x) Células oleíferas e células de amido (seção radial). ..... 74

Figura 17 – *Ocotea pulchella*. A – (4x) Anéis de crescimento com faixas distintas, com porosidade difusa (seção transversal); B – (10x) Raios heterocelulares com células de amido e células oleífera (seção radial); C – F (10 e 40x) Células oleífera associada aos raios, pontoações intercelulares alternas (seção tangencial); D – (40x) Vaso com apêndice em ambas as extremidades e fibras libriforme (macerado); E – (40x) Tilos (seção transversal). ..... 77

Figura 18 – *Ilex microdonta*. A – (4x) Anéis de crescimento distintos porosidade difusa (seção transversal); B e D – (10 e 40x) Raios heterocelulares, pontoações intervasculares opostas (seção radial); C – (10x) Raios heterocelulares (seção tangencial), E – (40x) Placa de perfuração escalariforme (macerado); F – (10x) Fibras bifurcadas (macerado). ..... 80



- Figura 19 – *Myrceugenia euosma*. A – (4x) Anéis de crescimento distinto por camadas de fibras com parede mais espessa, porosidade difusa (seção transversal); B – (10x) Raios heterocelulares (seção radial); C – (10x) Raios heterocelulares (seção tangencial); D – (40 x) Vasos com apêndice nas duas extremidades (macerado); E – (40x) Placa de perfuração escalariforme (seção transversal); F – (40x) Pontoações raio-vasculares horizontais escalariforme (seção radial). ..... 83
- Figura 20 – *Prunus myrtifolia*. A – (4x) Anéis de crescimento distintos, com porosidade difusa (seção transversal); B – (10x) Raios heterocelulares (seção radial); C – (40x) Cristais tipo drusas (seção tangencial); D – (10x) Fibra libriforme (macerado); E – elemento de vaso com placa de perfuração simples, espaçamento espiralado e apêndice em ambas as extremidades (macerado); F – (40x) Fibrotraqueídeo, pontoação areolada (seção tangencial). ..... 86
- Figura 21 – Comprimento dos vasos, diâmetro lúmen dos poros, número de poros por mm<sup>2</sup>, comprimento médio dos apêndices, pontoações intervaculares e raio – vasculares das espécies estudadas ao longo do gradiente de altitude. ..... 88
- Figura 22 - Pontoações areoladas e do campo de cruzamento para *A. angustifolia*. ..... 98
- Figura 23 – Comprimento dos raios em micrometros e em número de células, largura dos raios em micrometros e em número de células e raios por mm linear das espécies estudadas ao longo do gradiente de altitude. ..... 99



- Figura 24 - Comprimento e espessura da parede das fibras das espécies estudadas ao longo do gradiente de altitude. (Em termos de discussão, foi considerado traqueídeos como fibras para a espécie *A. angustifolia*) ..... 106
- Figura 25 - *Loadings* (correlação) das variáveis climáticas (a) e características anatômicas (c) em relação aos eixos 1 e 2 da RLQ, com os respectivos scores dos locais (b) e espécies avaliadas (d)... 112



## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 -	Espécies de comum ocorrência amostradas nos três diferentes gradientes altitudinal nos fragmentos. ....	57
Tabela 2 -	Parâmetros anatômicos mensurados. ....	65
Tabela 3 -	Ficha biométrica das caraterísticas anatômicas quantitativas de <i>Araucaria angustifolia</i> . ....	70
Tabela 4 -	Ficha biométrica das caraterísticas anatômicas qualitativas de <i>Araucaria angustifolia</i> . ....	70
Tabela 5 -	Ficha biométrica das caraterísticas anatômicas quantitativas de <i>Cinnamomum amoenum</i> . ....	73
Tabela 6 -	Ficha biométrica das caraterísticas anatômicas qualitativas de <i>Cinnamomum amoenum</i> . ....	73
Tabela 7 -	Ficha biométrica das caraterísticas anatômicas quantitativas de <i>Ocotea pulchella</i> .....	76
Tabela 8 -	Ficha biométrica das caraterísticas anatômicas qualitativas de <i>Ocotea pulchella</i> .....	76
Tabela 9 -	Ficha biométrica das caraterísticas anatômicas quantitativas de <i>Ilex microdonta</i> . ....	79
Tabela 10 -	Ficha biométrica das caraterísticas anatômicas qualitativas de <i>Ilex microdonta</i> . ....	79
Tabela 11 -	Ficha biométrica das caraterísticas anatômicas quantitativas de <i>Myrceugenia euosma</i> .....	82
Tabela 12 -	Ficha biométrica das caraterísticas anatômicas qualitativas de <i>Myrceugenia euosma</i> .....	82
Tabela 13 -	Ficha biométrica das caraterísticas anatômicas quantitativas de <i>Prunus myrtifolia</i> .....	85
Tabela 14 -	Ficha biométrica das caraterísticas anatômicas qualitativas de <i>Prunus myrtifolia</i> .....	85
Tabela 15 –	Variáveis climáticas utilizadas para a matriz R da análise RLQ, com suas respectivas correlações com os eixos 1 da RLQ. Valores em negrito e p corrig indicam respectivamente	



variáveis com correlação significativa com o Eixo 1 da RLQ, de acordo com a estatística de fourth-corner [modelo 6 com 49.999 permutações] e valor de p com correção fdr para comparações múltiplas.....	110
Tabela 16 – Caracteres anatômicos utilizados para matriz Q da análise RLQ, com suas respectivas correlações com o primeiro eixo da RLQ. Valores em negrito e p corrig indicam respectivamente variáveis com correlação significativa com o Eixo 1 da RLQ, de acordo com a estatística de fourth-corner [modelo 6 com 49.999 permutações] e valor de p com correção fdr para comparações múltiplas. ....	111



## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO GERAL .....</b>	<b>35</b>
<b>2</b>	<b>OBJETIVO GERAL .....</b>	<b>36</b>
2.1	OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	37
<b>3</b>	<b>REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....</b>	<b>37</b>
3.1	ESTRUTURA ANATÔMICA DA MADEIRA .....	37
3.2	ANATOMIA ECOLÓGICA DA MADEIRA .....	40
3.3	FLORESTA OMBRÓFILA MISTA (FOM).....	43
3.4	FLORESTA NEBULAR .....	44
3.5	FAMÍLIAS BOTÂNICAS DAS ESPÉCIES PARA O ESTUDO DA ANATOMIA COMPARADA .....	46
3.5.1	<i>Araucariaceae – Araucaria angustifolia</i> .....	46
3.5.2	<i>Aquifoliaceae – Ilex microdonta</i> .....	47
3.5.3	<i>Lauraceae – Cinnamomum amoenum e Ocotea pulchella</i> .....	48
3.5.4	<i>Myrtaceae – Myrceugenia euosma</i> .....	50
3.5.5	<i>Rosaceae – Prunus myrtifolia</i> .....	52
<b>4</b>	<b>MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>53</b>
4.1	ÁREA DE ESTUDO .....	55
4.2	COLETA DO MATERIAL.....	57
4.3	CONFECÇÃO DAS LÂMINAS HISTOLÓGICAS PARA A CARACTERIZAÇÃO ANATÔMICA .....	62
4.4	ELEMENTOS DISSOCIADOS – MACERAÇÃO .	63
4.5	MENSURAÇÃO DOS ELEMENTOS ANATÔMICOS .....	64
4.6	ANÁLISE DOS DADOS .....	66
<b>5</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>69</b>



5.1 DESCRIÇÃO ANATÔMICA DA MADEIRA DAS ESPÉCIES ESTUDADAS .....	69
5.1.1 <i>Araucaria angustifolia</i> (Bertol.) Kuntze.....	69
5.1.2 <i>Cinnamomum amoenum</i> (Nees) Kosterm. ....	72
5.1.3 <i>Ocotea pulchella</i> Mart.....	75
5.1.4 <i>Ilex microdonta</i> Reissek.....	78
5.1.5 <i>Myrceugenia euosma</i> (O. Berg) D. Legrand .....	81
5.1.6 <i>Prunus myrtifolia</i> (L.) Urb. .....	84
5.2 RELAÇÕES INTRAESPECÍFICA DOS CARACTERES ANATÔMICOS DAS ESPÉCIES .....	87
5.3 RELAÇÃO DOS CARACTERES ANATÔMICOS E DAS VARIÁVEIS CLIMÁTICAS REGIONAIS E AS RELAÇÕES INTERESPECÍFICAS ENTRE OS CARACTERES ANATÔMICOS .....	109
6 CONCLUSÕES.....	116
7 RECOMENDAÇÕES .....	117
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	118
ANEXOS.....	137



## 1 INTRODUÇÃO GERAL

As florestas naturais se constituem de um conjunto de características muito peculiares que proporcionam a distribuição das espécies, em associação com as condições ambientais do meio, as quais influenciam diretamente nos hábitos de crescimento (HUSCH et al., 1972; CORAIOLA; NETTO, 2003).

Desde o estágio primário de crescimento e durante o desenvolvimento das árvores, podem ser observados o surgimento de constantes modificações, tanto em aspectos morfológicos externos, como na estrutura anatômica da madeira. Estas modificações afetam diretamente o metabolismo e os processos reprodutivos, resultando em variações nos indivíduos. Estas variações também podem estar associadas a condições externas do ambiente físico, sendo assim, considerados estudos de anatomia ecológica (NIKLAS, 1994).

Os estudos de anatomia ecológica buscam esclarecer se as variações encontradas no xilema secundário das plantas que ocorrem em diferentes locais ou condições, podem ou não estar associadas as características do ambiente ou a fatores genéticos da própria planta (COSMO, 2012).

Appezzato-da-Glória & Carmello-Guerreiro (2013), consideram como fatores ambientais que afetam diretamente o desempenho fisiológico das árvores e, consequentemente a estrutura anatômica do xilema secundário: o regime hídrico, a inundação, a altitude, a latitude, a constituição do solo, até os estádios de sucessão da floresta em estudo. Porém, os elementos que compõem o meio ambiente não atuam sozinhos. A altitude, por exemplo, é um fator que age associado principalmente com as variações de temperatura, e de umidade, as quais podem estar na forma de precipitação ou de neblina, e podem cobrir áreas montanhosas por longos períodos (BRUIJNZEEL & VENEKLAAS, 1998). A diferença de

altitude influencia diretamente na ocorrência das espécies, podendo ocasionar uma substituição das mesmas, sendo que em locais de maiores altitudes apresentam um menor número quando comparados as menores (LIEBERMAN et al., 1996).

Além disso, o gradiente de altitude também vai influenciar na altura das árvores, devido ao fato de que os solos tornam-se mais rasos, e em locais mais altos ocorre a diminuição da competição por luz, limitando o crescimento da planta (GRUBB, 1977; RODRIGUES, 2010).

Diante da possível influência dos fatores ambientais, e das características da própria planta em estudo na estrutura anatômica da madeira, estudos sobre a caracterização do xilema das plantas são de grande importância. Os trabalhos que predominam nas comunidades florestais, compreendem uma abordagem fitossociológica de cada espécie, onde, são realizadas estimativas de abundância, frequência, densidade, dominância, valor de importância e valor de cobertura, para a descrição estrutural das florestas. No entanto, pesquisas em que avaliam a interação e a respostas ocorridas nas plantas em termos de estrutura anatômica em relação aos fatores internos e externos, principalmente em relação aos gradientes altitudinais, ainda são escassos.

Assim, este estudo torna-se fundamental pois contribuirá para o conhecimento de estruturas especializadas à partir das espécies, permitindo e assegurando vantagens ecológicas em relação à adaptação e estabelecer observações de tendências, as quais podem identificar algum padrão que caracterize a evolução das espécies em estudo.

## 2 OBJETIVO GERAL

Estudar a anatomia do lenho de espécies arbóreas em fragmentos de Floresta Ombrófila Mista em Santa Catarina ao longo de um gradiente altitudinal.

## 2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Caracterizar anatomicamente (quantitativa e qualitativa) o lenho das espécies arbóreas: *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze, *Cinnamomum amoenum* (Nees) Kosterm, *Ocotea pulchella* Mart., *Ilex microdonta* Reissek, *Myrciaria euosma* (O. Berg) D. Legrand e *Prunus myrtifolia* (L.) Urb. em três fragmentos de Floresta Ombrófila Mista;
- Estudar as relações intraespecífica dos caracteres anatômicos das espécies;
- Estudar as relações interespecífica dos caráteres anatômicos e das variáveis climáticas regionais.

## 3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 3.1 ESTRUTURA ANATÔMICA DA MADEIRA

A anatomia da madeira é o estudo das diferentes células que constituem o lenho, também chamado xilema secundário. O conhecimento da organização e as funções dos conjuntos de células possibilitam identificar espécies, e entender o comportamento da madeira permitindo, assim, o uso adequado desse material (BURGER; RICHTER, 1991).

Os grupos vegetais que produzem madeira são as Angiospermas e as Gimnospermas. As Gimnospermas apresentam uma estrutura anatômica um pouco mais simples que as Angiospermas, sendo formadas basicamente de traqueídeos e raios. Outros caracteres, como o parênquima axial são pouco expressivos, sendo encontrados em alguns gêneros associados aos canais resiníferos. Já as Angiospermas, são caracterizadas pela presença de vasos, sendo que em alguns gêneros mais primitivos, podem ser encontrados apenas traqueídeos. O parênquima axial varia de escasso a muito abundante e podem ser visualizados em diferentes arranjos,

também é encontrado fibras de vários tipos (APPEZZATO-DA-GLÓRIA; CARMELLO-GUERREIRO, 2013).

As células que constituem internamente o xilema secundário das plantas são compostas de traqueídeos, vasos, fibras (fibrotraqueídeos ou fibras libriformes), células de parênquima axial e radial. Estas células possuem propriedades específicas, desempenhando as funções vitais da planta, como: condução de líquidos e substâncias nutritivas, transformação, armazenamento e sustentação da planta (KOLLMANN; CÔTÉ, 1968; ESAU, 1976).

Os tecidos vasculares do xilema secundário são formados a partir da adição de novos tecidos a formação primária, o qual foi desenvolvido pela atividade do meristema apical e forma a medula. Esta junção de tecidos resulta em um aumento de espessura o qual impulsiona a atividade do câmbio vascular (ESAU, 1976).

O câmbio vascular é constituído de uma camada de células meristemáticas responsáveis por formar uma camada externa com células de floema e uma camada interna com células de xilema. Essa sobreposição de camadas sucessivas que formam os anéis de crescimento ou camadas de crescimento distintas ou não, podem ser resultantes de um período estacional de crescimento, chamados de lenho inicial e lenho tardio. O lenho inicial correspondente ao crescimento da árvore no início do período vegetativo, onde as plantas reassumem suas atividades fisiológicas. As células formadas neste período são caracterizadas por apresentarem paredes finas e lúmens grandes. Já o lenho tardio apresenta células mais espessas formadas gradativamente com a diminuição da atividade fisiológica das células (ESAU, 1976; BURGER; RICHTER, 1991; RAVEN et al., 2007).

Os raios também são originados no câmbio vascular. Estes são células mais especializadas do xilema que possuem função de condução e armazenamento de água e substâncias nutritivas. Externamente ao câmbio, encontramos a casca da

madeira. Na parte interna podemos identificar o floema, tecido condutor de seiva elaborada, e externamente o córtex, periderme e ritidoma, tecido de revestimento, as quais possuem como principal função a proteção da planta contra temperaturas extremas evitando o superaquecimento das estruturas internas, sendo fundamental ainda na identificação de espécies florestais (ESAU, 1976; APPEZZATO-DA-GLÓRIA; CARMELLO-GUERREIRO, 2013).

As camadas de crescimento mais externas são fisiologicamente mais ativas quando comparadas com as internas. Estas se distanciam do câmbio formando geralmente o cerne, perdendo sua atividade fisiológica e consequentemente adquirindo coloração mais escura em algumas espécies, devido a deposição de gomas, resinas, gorduras, carboidratos e taninos. As camadas que permanecem ativas são chamadas de alburno (KOLLMANN; CÔTÉ, 1968; KLOCK et al., 2005).

Ainda, podem ser encontrados caracteres anatômicos especiais, como: canais intercelulares, células oleíferas, células mucilaginosas, floema incluso, estruturas estratificadas, espessamentos em espirais, identuras, pontuações intervesselares guarnevidas, cristais, sílica, tilos, entre outros (BURGER; RICHTER, 1991).

Wilkes (1988) afirma que as espécies podem ou não apresentarem alterações nas dimensões dos elementos anatômicos, e mudança de frequência nos sentidos medula-casca ou base topo, o que juntamente com características anatômicas especiais, pode caracterizar diferentes espécies.

O conhecimento dos diferentes elementos celulares e o arranjo formado entre eles, nos diferentes planos anatômicos da madeira, são fundamentais na utilização tecnológica da madeira (BARRICHELO; BRITO, 1979).

### 3.2 ANATOMIA ECOLÓGICA DA MADEIRA

A anatomia ecológica, ou anatomia comparada, refere-se ao estudo das correlações entre as relações ecológicas, morfológicas e florísticas de diferentes espécies de plantas em relação a dados climáticos, características geográficas e do solo, sobre a estrutura anatômica da madeira, sendo um importante instrumento para entender estas interações e estabelecer tendências (DICKISON, 2000). Segundo Baas (1973), os primeiros estudos sobre a influência de fatores ambientais na estrutura anatômica da madeira surgiram no final do século XIX.

Os estudos de anatomia ecológica podem ser realizados por meio de duas abordagens, uma se referindo ao estudo de uma ou mais áreas em diferentes regiões, e a outra estudando os grupos taxonômicos expostos as condições ambientais, sendo que estes dados podem ser contrastados (CARLQUIST, 2013).

Cada espécie tem no xilema um arranjo anatômico muito particular e as diferentes plantas podem utilizar o mesmo habitat de forma muito diversa. Assim, o conhecimento dos elementos anatômicos responsáveis pela condução no xilema permitem entender os mecanismos de evolução e de adaptação das espécies nos diferentes locais (CARLQUIST, 1975; 1977).

A morfologia e anatomia das árvores são diretamente influenciadas pelo ambiente em que elas se estabelecem. Fatores como: regime hídrico, temperatura ambiente e os atributos do solo, associados ainda as características genéticas e fisiológicas de cada indivíduo, refletem diretamente no crescimento e no desenvolvimento, alterando os componentes estruturais e consequentemente a madeira (METCALFE; CHALK, 1950; BAAS, 1973).

Cosmo (2012) afirma que o diâmetro e o comprimento dos vasos são parâmetros que determinam a eficiência e a segurança na condução hídrica. Para Zimmermann (1983),

vasos curtos e de pequeno diâmetro são mais seguros na condução de água, pois, são menos susceptíveis a formação de bolhas de ar, enquanto os vasos mais longos e largos são mais eficientes.

Larcher (2000) afirma que quando as condições ótimas para o desenvolvimento das espécies passam por alterações causadas tanto por fatores externos, quanto por fatores internos, essas variáveis induzem as mudanças e respostas em todos os níveis funcionais do organismo, que inicialmente podem ser reversíveis, mas que podem se tornar constantes.

As baixas temperaturas influenciam diretamente na porcentagem de vasos na formação do lenho inicial (CARLQUIST, 1975; ALLA; CAMARERO, 2012). As mudanças de temperatura também estão intimamente ligadas a quantidade de reservas da planta para suportar períodos de estresse. O tecido de parênquima é a principal fonte de reservas, pois armazena principalmente água e compostos de carbono, além de conduzir radialmente pelo xilema, câmbio e floema (GARTNER, 1995).

Muitos autores têm buscado identificar tendências gerais para determinados tipos de vegetação, por meio da comparação entre plantas em ambientes muito secos e muito úmidos, ou distribuídas em gradientes de latitude e altitude (COSMO, 2008). Whittaker (1967) já afirmava que trabalhos baseados em gradientes ecológicos são uma importante estratégia para o conhecimento de padrões de vegetação e controle ambiental. Os trabalhos baseados em gradientes, também podem estudar as relações de crescimento com o clima em escala espacial e temporal, ou até mesmo em cada árvore. Estes trabalhos revelam que pode ocorrer variações nas dimensões e frequência das células (LONGUI et al., 2009; GALVÁN et al., 2012).

Carlquist (1975), em seus estudos com madeiras das famílias Asteraceae, Goodeniaceae, Campanulaceae, Brassicaceae, e com os gêneros *Echium* e *Euphorbia*,

identificou alguns fatores correlacionados com ambientes mais secos, como: maior frequência de vasos por mm<sup>2</sup>, raios e vasos mais curtos, sendo estes mais estreitos.

Van Der Graff & Baas (1974), estudando o efeito da latitude e da altitude na estrutura anatômica da madeira de algumas espécies em regiões temperadas e em regiões montanhosas, verificaram que não há uma tendência para o agrupamento dos vasos, e nem para placas de perfuração. Os autores verificaram apenas um espessamento nas paredes celulares dos vasos em espécies de regiões temperadas e a presença de camadas de crescimento bem demarcadas nas espécies de regiões temperadas.

No Brasil, foram realizados trabalhos de investigação anatômica da madeira com um enfoque funcional. Alves & Angyalossy - Alfonso (2000) avaliaram a anatomia do xilema de 686 espécies nativas de diferentes regiões do Brasil. Neste estudo, foi constatado a formação de anéis de crescimento e padrões de porosidade relacionados ao clima, ao tipo de vegetação e a altitude, sendo que cerca de 80% das espécies analisadas apresentaram porosidade difusa e 95% apresentaram placas de perfuração simples. Ainda neste estudo, foi verificado uma tendência no território brasileiro em relação ao parênquima, sendo que o parênquima paratraqueal mostrou relação estatística significativa nas menores altitudes, enquanto o parênquima apotraqueal com maiores altitudes.

Outro estudo foi o realizado por Cosmo (2012), onde foi avaliado a ecologia do lenho de 19 espécies do Estado do Paraná. O autor verificou que em resposta aos diferentes tipos de solos, foi constatado variações em diversas das características analisadas. Para os solos hidromórficos, as espécies comuns apresentaram um sistema estrutural anatômico mais eficiente na condução hídrica.

Gimenez et al. (2015) com o objetivo de realizar a anatomia comparada da madeira de três espécies da família Anacardiaceae, gênero *Schinopsis* em diferentes regiões e

gradientes de umidade, verificaram que as espécies apresentam as características anatômicas já descritas por outros autores para o gênero em estudo. As espécies estudadas apresentaram poucas diferenças, sendo estas apenas em relação valores médios e porcentagens de raios e tipos de poros.

Assim, devido à grande diversidade de espécies nas regiões tropicais e subtropicais, são necessários estudos para um melhor entendimento da influência das características ambientais na estrutura do lenho, pois a mesma espécie, ocorrendo em ambientes diferentes, pode responder de forma distinta.

### 3.3 FLORESTA OMBRÓFILA MISTA (FOM)

A FOM, também conhecida como Mata de Araucárias, é uma das mais importantes formações florestais do Sul do Brasil e está localizada na área de domínio da Mata Atlântica (CAPOBIANCO, 2002).

A distribuição da FOM abrange quase todo o Planalto Catarinense, onde as altitudes variam de 500 a 1.500 metros com inverno rigoroso associadas a baixas temperaturas médias anuais, marcado pela presença de geadas e até neve o que pode explicar a distribuição e coexistência das espécies florestais (DO ROSÁRIO, 2001; HIGUCHI et al., 2012). Em altitudes superiores a 1.000 m, destaca-se a formação de Floresta Ombrófila Mista Alto – Montana (IBGE, 2012) também conhecida como Floresta Nebular.

O histórico da FOM é caracterizado pela exploração excessiva de madeiras de grande valor econômico. Durante um longo período de tempo e extração desordenada da madeira de várias espécies como a *Araucaria angustifolia* (pinheiro-brasileiro), a *Cedrela fissilis* Vell. (Cedro) a *Luehea divaricata* Mart. (Açoita-cavalo) e a *Ocotea porosa* (Mez) L. Barroso (imbuia), supriram a necessidade do mercado interno e externo (ROSOT et al., 2006; IBGE, 2012). Este fato, associado a

ocupação humana e a agropecuária, resultou na fragmentação da floresta alterando também a composição florística (LINGNER et al., 2007).

Hoje, a composição florística desta formação florestal é evidenciada por gêneros primitivos, como *Drymis*, *Araucaria* e *Podocarpus* e também gêneros provenientes de uma migração mais recente (IBGE, 2012). Segundo Higuchi et al. (2012) no dossel da floresta é bastante notável a presença da *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze, associadas a outras espécies características, como a *Lithraea brasiliensis* Marchand, o *Podocarpus lambertii* Klotzsch ex Endl., a *Jacaranda puberulla* Cham., e a *Dicksonia sellowiana* Hook.

Juntamente à presença marcante da *Araucaria angustifolia* na FOM, espécies das famílias botânicas Lauracea e Myrtacea, e também do gênero *Ilex* podem ser destacadas. Ainda pode ser observado um número expressivo de musgos, líquens, epífitas, lianas e pteridófitas associados a condição de umidade (SEIBERT et al., 1975).

As áreas de FOM que compõem o Planalto Serrano Catarinense também desempenham um papel fundamental na conservação e manutenção dos recursos hídricos devido ao afloramento do Aquífero Guarani, e por apresentar diversas nascentes de rios que formam a Bacia do Rio Uruguai (GOMES, et al., 2006).

### 3.4 FLORESTA NEBULAR

A ocorrência de Floresta Nebular na região Sul do Brasil é evidenciada nas montanhas de Serra do Mar e no Planalto da Serra Geral, onde a altitude pode variar entre 700 e 1600 m (FALKENBERG; VOLTOLINI, 1995).

Este tipo de floresta é caracterizada pela frequente presença de nuvens e nevoeiros, os quais podem ocorrer por aproximadamente 65 a 90% dos dias do ano. O nevoeiro torna-se um fator limitante na entrada de radiação solar e na

evapotranspiração da floresta, o que ocasiona elevada umidade associada a baixas temperaturas normalmente inferiores a 15°C. Nas florestas nebulares, também são notáveis a presença de musgos e líquens, bem como o acúmulo de matéria orgânica no solo devido as baixas temperaturas (BRUIJNZEEL; VENEKLAAS, 1998; ELLER et al., 2013).

A condição de floresta nebulosa associada a um aumento da altitude com consequente diminuição da temperatura, proporciona um ambiente seletivo, onde é notável a redução da estatura da floresta (FRANÇA; STEHMANN, 2004).

Um estudo realizado por Ferreira et al. (2015) em FOM na região do Planalto Catarinense, verificou uma alta substituição de espécies ao longo de um gradiente altitudinal, sendo a influência nebulosa um fator determinante, pois poucas espécies conseguem se estabelecer em altitudes acima de 1300 m.

Outros trabalhos já realizados em florestas nebulosas (BRUIJNZEEL; VENEKLAAS, 1998; KOEHLER et al., 2002; FRANÇA; STEHMANN, 2004) afirmam que a interação da altitude, umidade e temperatura ao longo de gradientes altitudinais favorecem a formação de árvores de menor porte, tronco retorcido, folhas menores e mais espessas. Em solos mais secos, o nevoeiro também pode contribuir melhorando a condição hídrica de algumas espécies por meio da absorção de água, considerada baixa, através das estruturas como estômatos e tricomas (SIMONIN et al., 2009; HIGUCHI et al., 2013).

O trabalho realizado por De Souza (2014) com objetivo de analisar a anatomia foliar de *Myrsine coriacea* (Sw.) R.Br. ex Roem. & Schult e *Myrsine umbellata* Mart. em um gradiente de altitude (1700 m, 1900 m e 2100 m) em uma Floresta Ombrófila Densa Altomontana, afirma que a condição do ambiente modifica a densidade estomática nas folhas em desenvolvimento para estas espécies. Em *Myrsine coriacea* a densidade estomática foi menor no nível de altitude mais

elevado, já em *Myrsine umbellata*, a densidade estomática aumentou na altitude mais elevada.

No Brasil, ainda são escassos os estudos no que diz respeito a estrutura anatômica do xilema de espécies como *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze, *Cinnamomum amoenum* (Nees) Kosterm., *Ocotea pulchella* Mart., *Ilex microdonta* Reissek, *Myrceugenia euosma* (O. Berg) D. Legrand e *Prunus myrtifolia* (L.) Urb. em relação a um gradiente atitudinal que abrange floresta nebulosa.

### 3.5 FAMÍLIAS BOTÂNICAS DAS ESPÉCIES PARA O ESTUDO DA ANATOMIA COMPARADA

#### 3.5.1 Araucariaceae – *Araucaria angustifolia*

Composta por dois gêneros e aproximadamente 32 espécies, a família Araucariaceae é originária da Oceania e da América do Sul, e possui plantas monóicas e dióicas. As árvores que compõem esta família são caracterizadas pelo tronco cilíndrico. Suas folhas são simples e algumas espécies apresentam acículas pontiagudas (MARCHIORI, 2005).

A espécie *Araucaria angustifolia*, também conhecida como Pinheiro Brasileiro, tem ocorrência natural principalmente no Sul do Brasil, onde predomina as baixas temperaturas e as chuvas são bem distribuídas ao longo do ano. Esta espécie imponente, caracteriza a paisagem por dominar o dossel da floresta. O pinhão, semente desta espécie, constitui uma importante fonte de alimento, tanto para avifauna, quanto para os seres humanos, pois são ricos em proteínas e minerais (SHIMIZU; OLIVEIRA, 1981; OLIVETTE; CRISOSTIMO, 2009).

A intensa formação de fragmentos de FOM naturais isolados ou não, e com diferentes estágios sucessionais, são ocasionados pelos processos de migração da espécie para áreas abertas, onde há condições para o recrutamento e

estabelecimento de outras espécies. Esta fragmentação pode ocasionar uma transformação das populações dificultando o desenvolvimento de técnicas de conservação e manutenção das florestas de Araucária (HIGUCHI et al., 2012; NEGRINI et al., 2014).

Por apresentar tronco cilíndrico, e alta disponibilidade, esta espécie foi alvo de uma exploração desordenada desde o século XIX. Concomitantemente com a redução da população natural da araucária, a sua retirada de forma desordenada proporcionou a ascensão da indústria madeireira nos primórdios, da agropecuária, e a expansão da fronteira agrícola (SHIMIZU; OLIVEIRA, 1981; DE CARVALHO, 2011).

A Araucária pode atingir entre 20 a 50 metros de altura, possui casca grossa e resinosa. Sua madeira apresenta cerne e alburno pouco distintos, cerne branco-amarelado, cheiro e gosto pouco acentuados e textura fina. A utilização consiste na construção civil, como forros, lambris, móveis, molduras, caixotaria utensílios domésticos e também na laminação. Em termos anatômicos, sua madeira é caracterizada por possuir pontoações areoladas, os raios serem homogêneos e o parênquima axial e canais resiníferos ausentes (REITZ; KLEIN, 1966; LORENZI, 2002; MARCHIORI, 2005; IPT, 2016).

### **3.5.2 Aquifoliaceae – *Ilex microdonta***

A família Aquifoliaceae tem grande importância na indústria, pois sua madeira pode ser utilizada em serrarias na fabricação de caixas de madeira (BROTTO et al., 2007).

Apresentam folhas simples, alternas, inteiras ou recortadas de diferentes formas. As flores são pequenas, pouco vistosas (SOBRAL et al., 2006).

A estrutura anatômica pode ser caracterizada por anéis de crescimento distintos ou indistintos, a porosidade apresenta-se difusa, com os vasos solitários ou múltiplos. As placas de

perfuração apresentam-se de forma escalariforme, as pontuações intervaseculares são opostas, parecidas com as pontoações raiovasculares. O parênquima encontra-se geralmente difuso e em agregados e paratraqueal escasso. Os raios são heterogêneos, uni e multisseriados (GONÇALVES et al., 2005).

Para o gênero *Ilex* vários estudos já foram realizados para caracterizar quimicamente as folhas das espécies deste gênero, visto que são utilizadas na fabricação de bebida tônica sendo consumidas na forma de chá. A espécie *Ilex paraguariensis* também conhecida como erva-mate, ganha destaque, e é uma espécie comum da FOM e de grande importância no Sul do Brasil. Os cultivos desta espécie, exigiu também estudos em termos de propagação da espécie, visto que a presença de embriões rudimentares que permanecem imaturos exigem técnicas para o cultivo da mesma. Alguns povoamentos, enfrentam problemas, assim como a baixa produção de mudas causada pela podridão-de-raízes. A doença leva a morte das plantas comprometendo a produção (SANSBERRO et al., 2001; LORENZI; MATOS, 2002; POLETTI et al., 2006; BROTTO et al., 2007). Para o gênero *Ilex* estudos anatômicos ainda são escassos.

### **3.5.3 Lauraceae – *Cinnamomum amoenum* e *Ocotea pulchella***

A família Lauraceae é constituída por aproximadamente 52 gêneros e 2.550 espécies. No Brasil são encontrados 24 gêneros com 441 espécies (MABBERLEY, 2008; QUINET et al., 2016).

A maioria das espécies apresentam folhas alternas, simples e inteiras e não possuem estípulas. Com exceção do Gênero *Cassytha*, as demais plantas desta família são lenhosas e aromáticas, apresentam odor peculiar nas folhas e possuem casca lisa (MARCHIORI, 1997; SANTOS; ALVES, 2013; GIANNERINI et al., 2015).

Os representantes desta família estão distribuídos em florestas tropicais e subtropicais dos continentes Americano e Asiático, porém, são encontrados um grande número de espécies na Austrália, e poucos exemplares na África (CRONQUIST, 1981).

As espécies que compõem esta família possuem grande importância econômica. Os óleos essenciais produzidos pelas espécies, podem ser utilizados pela indústria farmacêutica, de perfumaria, cosmética, e também de aromatizantes (GEETHAKUMARY et al., 2015).

Além dos usos medicinais, pode-se ainda destacar a família como produtora de madeira, a qual pode ser utilizada para diversos fins, sobressaindo seu uso na construção civil, e também a utilização na recuperação de áreas degradadas, sendo que a *Ocotea pulchella*, pertencente ao grupo das secundárias iniciais, apresentando boa adaptabilidade em áreas de preservação permanente próxima aos cursos d'água. Já a espécie *Cinnamomum amoenum* pertence ao grupo das secundárias tardias (REITZ et al., 1979; FERREIRA et al., 2013).

A estrutura anatômica das Lauraceae é constituída de vasos solitários. Possuem placas de perfuração simples ou escalariforme, pontoações intervacular opostas ou alternas. O parênquima axial encontra-se difuso ou vasicêntrico, e são presentes células oleíferas. Os raios são unisseriados e multisseriados. Suas fibras possuem comprimento moderado a muito longo (SUN et al., 2015).

O gênero *Cinnamomum* possui 250 espécies no mundo. Como características principais, geralmente presenta porosidade difusa, placas de perfuração simples, pontuações intervaginares alternas, parênquima vasicêntrico, e raios multisseriados, fibras com pontoações simples, e células oleíferas. Para diferenciar anatomicamente as espécies do deste gênero, são utilizados o tipo de parênquima e as pontoações raio - vasculares (WAHYUDI et al., 2015).

Wahyudi et al. (2015) estudaram a estrutura anatômica de quatro espécies de *Cinnamomum*, entre eles: *Cinnamomum burmannii* Blume, *Cinnamomum xanthoneureum* Blume, *Cinnamomum zeylanicum* Blume, *Cinnamomum coriaceum* Camm. Estudos anatômicos com a espécie *Cinnamomum amoenum* ainda são escassos.

Algumas espécies do gênero *Ocotea* já foram estudadas anatomicamente, como a *Ocotea catharinensis* (DA SILVA, 2000) *Ocotea odorifera* (DA SILVA, 2003), *Ocotea indecora*, *Ocotea diospyrifolia*, *Ocotea puberula* e *Ocotea pulchella* (VIEIRA et al., 2015).

A *Ocotea pulchella*, também conhecida como Canela-lageana, apresenta cerne e alburno indistintos e coloração creme-amarelada. Apresenta uma porosidade difusa e uma maior concentração de fibras no lenho tardio (INOUE et al., 1984; SPATHELF et al., 2000).

### 3.5.4 Myrtaceae – *Myrceugenia euosma*

A família Myrtaceae é originária da Austrália, e possui aproximadamente 140 gêneros com 3.500 espécies entre árvores e arbustos. No Brasil são encontrados 23 gêneros e 1.034 espécies, em regiões tropicais e subtropicais. Os representantes desta família podem ser encontrados em diversas formações florestais, sendo também apontada como a família com maior número de espécies no Brasil (SOARES-SILVA, 2000; MORAIS et al., 2014; SOBRAL et al., 2016).

A família apresenta uma importante função ecológica, pois seus frutos carnosos são depositados no ambiente servindo de alimento para a avifauna, permitindo, assim, a disseminação das sementes, e consequente manutenção das espécies. Pode-se destacar também o potencial econômico de algumas espécies como: *Eugenia uniflora* e *Psidium guajava*, as quais podem ser consumidas *in natura*, ou na forma de doces e geleias (PIZO, 2003; LORENZI et al., 2006).

Porém, uma das maiores dificuldades quando se estuda as espécies da família Myrtaceae é a dificuldade de separação dos gêneros (METCALFE; CHALK, 1950; LANDRUM; KAWASAKI, 1997). Souza & Lorenzi (2005) afirmam que a morfologia das folhas das espécies de Myrtaceae são muito parecidas, tornando complexa a identificação.

A maioria das espécies de Myrtaceae possuem folhas inteiras, opostas ou alternas, com glândulas oleíferas, ou cavidades secretoras no limbo, nervura submarginal e estípulas pequenas (METCALFE; CHALK, 1950; MARCHIORI; SOBRAL, 1997).

A estrutura anatômica desta família é caracterizada por vasos pequenos, solitários ou múltiplos e sem arranjo definido, sendo ainda de tamanho médio a grande. Alguns gêneros apresentam placa de perfurações escalariforme, porém, predominam placas de perfuração simples. O parênquima apresenta-se normalmente difuso, associado aos vasos, ou demarcando áreas de crescimento, sendo, em sua maioria, paratraqueal. Os raios apresentam-se, em sua maioria, unisseriado. Podem ser visualizados em alguns gêneros canais intercelulares de origem traumática (METCALFE; CHALK, 1950; MARCHIORI; SOBRAL, 1997).

O gênero *Myrceugenia* inclui 39 espécies, sendo que comumente são encontrado 25 no Sul do Brasil (GOMES-BEZERRA et al., 2014). Sua estrutura anatômica, segundo Metcalfe & Chalk (1972) apresenta vasos pequenos a muito pequenos, parênquima apotraqueal, raios heterogêneos, fibras com pontoações areoladas e séries cristalíferas presentes no parênquima axial.

A espécie *Myrceugenia euosma* pode ser encontrada nos Estados do Sul do Brasil: Paraná, Rio Grande do Sul e Santa Catarina, e também no Uruguai, Argentina e Paraguai. Conhecida popularmente como Guamirim, apresenta ritidoma rugoso com presença de tricomas. Sua madeira apresenta

densidade de 0,74 g/cm<sup>3</sup> e grã direita (MARCHIORI; SOBRAL, 1997; LORENZI, 1998).

O estudo feito por Dos Santos & Marchiori (2009) teve como objetivo caracterizar anatomicamente a madeira de *Myrceugenia euosma*. Os autores descrevem que a madeira apresenta porosidade difusa e uniforme, com anéis de crescimento distintos, delimitados por uma camada de fibras com diâmetro reduzido no lenho tardio. Os vasos são numerosos e geralmente apresentam apêndices nas duas extremidades. O parênquima axial é abundante. Os raios são heterocelulares.

Assim, novos estudos podem contribuir de forma positiva para o conhecimento dos caracteres anatômicos das espécies de Myrtaceae.

### **3.5.5 Rosaceae – *Prunus myrtifolia***

A família Rosaceae possui mais de 3.000 espécies. Apresenta ampla distribuição e grande importância econômica por ser constituída por espécies frutíferas e ornamentais. No Brasil a família Rosaceae é constituída por 18 gêneros e 45 espécies (SOUZA; LORENZI, 2005; SIMÃO-BIANCHINI, 2016).

As árvores tem como características dendrológicas as folhas simples, distribuídas de forma alterna, não possuem estípulas, porém possuem glândulas em sua base, não possuem exsudações ou odores e podem apresentar ou não acúleos (VIBRANS, 2004).

Já a madeira de Rosaceae, é marcada pela presença de vasos pequenos e numerosos, com placa de perfuração simples, sendo as pontoações alternas e pequenas. Possuem parênquima apotraqueal, raios homogêneos e heterogêneos. Apresentam fibrotraqueídeos. Em algumas espécies, também podem ser encontrados: canais intercelulares axiais, vasos com espessamento em espiral, propensão a porosidade em anel e

placas de perfuração múltiplas e simples em um mesmo indivíduo (MARCHIORI, 2000).

As espécies do gênero *Prunus* são conhecidas por apresentar em suas folhas, casca e sementes uma toxina a qual pode causar a morte de animais ruminantes quando ingeridas (KNIGHT; WALTER, 2002).

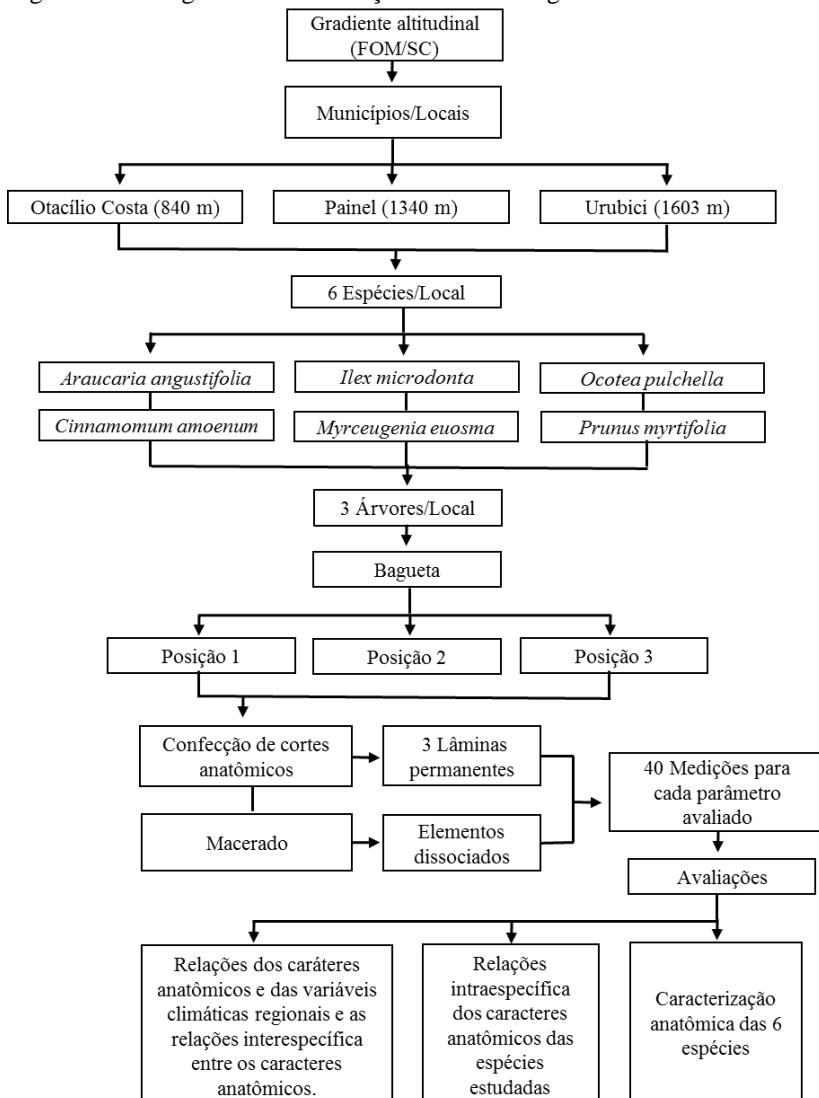
A espécie *Prunus myrtifolia* também conhecida como Pessegoiro-bravo, pode ser encontrada do Estado de Minas Gerais ao Rio Grande do Sul. Apresenta como sinonímia botânica *Prunus sellowii* (LORENZI, 2002).

O seu desenvolvimento é verificado em florestas abertas, clareiras ou em vegetação secundária. Pode atingir até 20 m de altura, possui copa baixa, tronco tortuoso, casca espessa e áspera. As folhas são simples, alternas e coriáceas, consideradas tóxicas ao gado. Sua madeira é considerada pesada ( $0,92 \text{ g/cm}^3$ ), dura ao corte, textura fina. Com cerne róseo-amarelo-claro, possui canais secretores axiais e grã direita. Sua madeira pode ser utilizada para acabamentos internos na construção civil, cabos de ferramentas (INOUE et al., 1984; LORENZI, 2002; AMPESE, 2011; LABORATÓRIO DE MANEJO FLORESTAL, 2016).

#### **4 MATERIAL E MÉTODOS**

A metodologia deste trabalho, segue, de acordo com o fluxograma da Figura 1, a seguir:

Figura 1 - Fluxograma com descrição da metodologia utilizada.



Fonte: Produção do próprio autor, 2016.

Legenda: FOM = Floresta Ombrófila Mista.

## 4.1 ÁREA DE ESTUDO

Foram estudados três fragmentos de FOM ao longo de um gradiente altitudinal, localizados nos Municípios de Otacílio Costa (Local 1, Latitude: 27.651786°, Longitude: 49.961997°), Painel (Local 2, Latitude: 27.928454°, Longitude: 49.946905°), e Urubici (Local 3, Latitude: 28.074125°, Longitude: 49.625872°), com altitudes respectivas de 840, 1340 e 1.603 metros, (Figura 2 e 3) sendo todos os fragmentos na região do Planalto Catarinense.

O clima dos municípios é classificado com Cfb segundo a classificação de Köppen (1948). O município de Otacílio Costa possui temperatura e precipitação média anual respectivamente de 17°C e 1700 mm/ano. Nos municípios de Painel e Urubici a temperatura média anual fica em torno de 16°C e a precipitação média anual varia de 1200 a 1900 mm/ano.

Figura 2 - Mapa de localização dos municípios de: Urubici, Painel e Otacílio Costa, ao longo do gradiente altitudinal, no Estado de Santa Catarina.



Fonte: Google Maps, 2016.

Figura 3 – Áreas de estudo em Santa Catarina. A – Local 1 - Otacílio Costa com 840 m de altitude; B – Local 2 - Painel com 1340 m e C – Local 3 - Urubici: 1603 m.



Fonte: Produção do próprio autor, 2016.

Em cada uma das áreas foram amostradas três indivíduos de seis espécies de comum ocorrência nos três diferentes fragmentos (Tabela 1) com diâmetro a altura do peito (DAP) maior que 10 cm conforme o recomendado por Chave (2006). O diâmetro das árvores amostradas podem ser visualizados no Anexo 1.

Tabela 1- Espécies de comum ocorrência amostradas nos três diferentes gradientes altitudinal nos fragmentos.

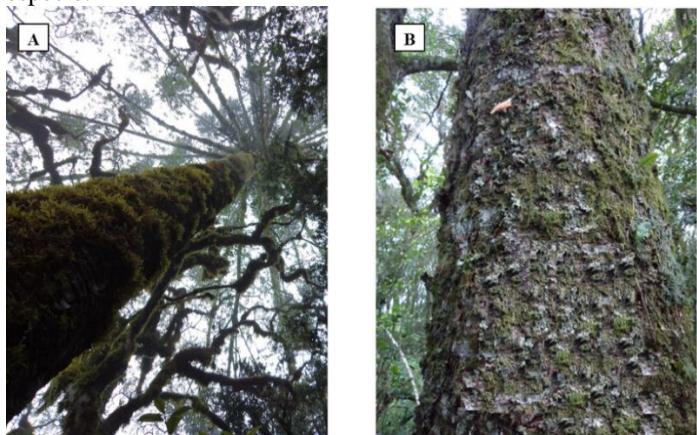
<b>Espécies</b>	<b>Nome Popular</b>	<b>Família</b>
<i>Araucaria angustifolia</i> (Bertol.) Kuntze	Pinheiro Brasileiro	Araucariaceae
<i>Cinnamomum amoenum</i> (Nees) Kosterm.	Canela-alho	Lauraceae
<i>Ocotea pulchella</i> Mart.	Canela Lageana	Lauraceae
<i>Ilex microdonta</i> Reissek	Caúna	Aquifoliaceae
<i>Myrceugenia euosma</i> (O. Berg) D. Legrand	Guamirim	Myrtaceae
<i>Prunus mirtifolia</i> (L.) Urb.	Pessegoiro-bravo	Rosaceae

Fonte: Produção do próprio autor, 2016.

#### 4.2 COLETA DO MATERIAL

Para cada árvore amostrada, foram coletados ramos para identificação dendrológica e confecção de exsicatas, exceto para a espécie *Araucaria angustifolia* em função da altura das árvores. Uma das exsicatas de cada espécie foi fotografada para representação do material juntamente com uma imagem da árvore com casca. As imagens das Figuras 4, 5, 6, 7, 8 e 9 foram obtidas do material coletado em Otacílio Costa.

Figura 4 – A - *Araucaria angustifolia*. B – Destaque para a casca da espécie.



Fonte: Produção do próprio autor, 2016.

Figura 5 – A - *Cinnamomum amoenum*. - B – Destaque para a casca da espécie.



Fonte: Produção do próprio autor, 2016.

Figura 6 – A – *Ocotea pulchella*. - B – Destaque para a casca da espécie.



Fonte: Produção do próprio autor, 2016.

Figura 7- A – *Ilex microdonta*. B – Destaque para a casca da espécie.



Fonte: Produção do próprio autor, 2016.

Figura 8- A – *Myrceugenia euosma*. B – Destaque para a casca da espécie.



Fonte: Produção do próprio autor, 2016.

Figura 9 – A – *Prunus myrtifolia*. – B – Destaque para a casca da espécie.



Fonte: Produção do próprio autor, 2016.

O estudo anatômico do lenho foi realizado a partir de amostras obtidas pelo método não destrutivo (Figura 10), sendo constituídas de uma bagueta por árvore, as quais foram retiradas com o auxílio de trado de incremento com diâmetro interno de 12 mm. As coletas foram padronizadas seguindo a face norte (COPANT, 1974), e sempre que possível, buscando-se coletar na altura da CAP (Circunferência à Altura do Peito,

1,30m). Após a retirada da bagueta, houve a inserção de uma cavilha em cada orifício para proteção da árvore.

Figura 10 - Retirada das baguetas pelo método não destrutivo com auxílio de trado de incremento.



Fonte: Produção do próprio autor, 2016.

As amostras foram colocadas em suportes para transporte (Figura 11 – A). Já no laboratório de Anatomia da Madeira da Universidade do Estado de Santa Catarina, as baquetas ficaram armazenadas submersas em solução de álcool 70 % por um período de duas semanas (Figura 11 – B). Posteriormente as amostras foram colocadas em solução 1:1 de água destilada e glicerina onde permaneceram submersas por um período aproximado de cinco dias.

Figura 11– (A) - Suporte para o transporte das baguetas. (B) – Baguetas armazenadas submersas em solução de álcool 70%.

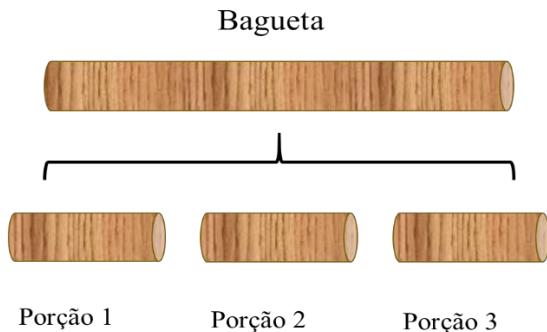


Fonte: Produção do próprio autor, 2016.

#### 4.3 CONFECÇÃO DAS LÂMINAS HISTOLÓGICAS PARA A CARACTERIZAÇÃO ANATÔMICA

As baguetas foram seccionadas em três diferentes posições (Figura 12), seguindo para posterior corte em micrótomo de deslize da Leica modelo SM 2010R (Figura 13), com a espessura nominal variando de 14 a 18  $\mu\text{m}$ .

Figura 12– Esquema de secccionamento da bagueta.



Fonte: Produção do próprio autor, 2016.

Figura 13– Micrótomo de deslize com o corpo de prova.



Fonte: Produção do próprio autor, 2016.

De cada corpo de prova obtido, foram confeccionados cortes nos planos anatômicos transversal, longitudinal radial e longitudinal tangencial. Estes ficaram armazenados entre lâminas de vidro juntamente com glicerina até os processos de confecção da lamina permanente propriamente dita.

Os cortes anatômicos foram descoloridos com água sanitária, passando por coloração com safranina a uma concentração de 0,8 %. Em seguida, os cortes foram desidratados em série alcoólica ascendente (20, 50, 70, 90% e duas vezes álcool absoluto) e fixados em álcool/acetato de butila (3:1; 1:1, 1:3 e acetato de butila 100%). Em cada etapa os cortes permaneceram em solução por um período de 3 minutos. Foram confeccionados 3 lâminas permanentes coradas sendo montadas com auxílio de Entellan®.

#### 4.4 ELEMENTOS DISSOCIADOS – MACERAÇÃO

Após a obtenção dos cortes anatômicos dos corpos de prova nas respectivas posições, foram retirados lascas de madeira para confecção do macerado (Figura 14). O material dissociado seguiu a metodologia de Franklin (1945), com solução macerante na proporção de 1:1 de peróxido de hidrogênio e ácido acético. Posteriormente a lavagem até a retirada da solução macerante, o material foi corado com safranina 0,8 %, e montado em lâminas semipermanentes com auxílio de glicerina.

Figura 14— Lascas de madeira colocadas em vidros para submeter ao processo de maceração.



Fonte: Produção do próprio autor, 2016.

#### 4.5 MENSURAÇÃO DOS ELEMENTOS ANATÔMICOS

Para cada característica anatômica observada foram realizadas 40 medições no software Módulo Leica Mensure V6.1, conforme Tabela 2.

Tabela 2 - Parâmetros anatômicos mensurados.

<b>Características Anatômicas mensuradas</b>	<b>Abreviação</b>	<b>Observação</b>
<b>Diâmetro dos Vasos (<math>\mu\text{m}</math>) *<sup>1</sup></b>	DV	Seção Transversal
<b>Frequência dos Vasos N°/<math>\text{mm}^2</math> *<sup>1</sup></b>	FQV	Seção Transversal
<b>Altura dos Raios (<math>\mu\text{m}</math>)</b>	ALTR	Seção Tangencial
<b>Largura dos Raios (<math>\mu\text{m}</math>)</b>	LARGR	Seção Tangencial
<b>Altura dos Raios em Número de Células</b>	ALTRNC	Seção Tangencial
<b>Largura dos Raios em Número de Células</b>	LARGNC	Seção Tangencial
<b>Frequência dos Raios N°/<math>\text{mm}</math></b>	FQR	Seção Tangencial
<b>Diâmetro Médio das Pontoações Intervasculares *<sup>1</sup></b>	DMPI	Seção Radial
<b>Diâmetro Médio das Pontoações Raio – vasculares *<sup>1</sup></b>	DMPRV	Seção Radial
<b>Diâmetro Médio das Pontoações Areoladas *<sup>2</sup></b>	DMPA	Seção Radial
<b>Diâmetro Médio das Pontoações do Campo de Cruzamento *<sup>2</sup></b>	DMPCC	Seção Radial
<b>Comprimento dos Vasos (<math>\mu\text{m}</math>)</b>	COMPV	Macerado

Continua...

Tabela 2 – Continua...

<b>Comprimento dos Apêndices (<math>\mu\text{m}</math>) *<sup>1</sup></b>	COMPAP	Macerado
<b>Comprimento das fibras (<math>\mu\text{m}</math>) *<sup>1</sup></b>	COMPF	Macerado
<b>Comprimento dos Traqueídeos (<math>\mu\text{m}</math>) *<sup>2</sup></b>	COMPTR	Macerado
<b>Espessura da Parede das Fibras (<math>\mu\text{m}</math>) *<sup>1</sup></b>	EPF	Macerado
<b>Diâmetro do lúmen das fibras (<math>\mu\text{m}</math>) *<sup>1</sup></b>	DLF	Macerado
<b>Espessura da Parede dos Traqueídeos (<math>\mu\text{m}</math>) *<sup>2</sup></b>	EPTR	Macerado
<b>Diâmetro do lúmen dos traqueídeos (<math>\mu\text{m}</math>) *<sup>2</sup></b>	DLTR	Macerado

Fonte: Produção do próprio autor, 2016.

\*<sup>1</sup> Exceto para a espécie *Araucaria angustifolia*.

\*<sup>2</sup> Apenas para *Araucaria angustifolia*.

#### 4.6 ANÁLISE DOS DADOS

A caracterização anatômica quantitativa e qualitativa das espécies foi realizada a partir da soma das mensurações realizadas nos três locais de estudo, para cada parâmetro anatômico analisado. Os dados quantitativos foram expressos em valores: mínimo, médio e máximo, conforme descrito por Eckblad (1991), já as características qualitativas do lenho foram descritas conforme às recomendações do IAWA Committee (1989), exceto para a característica anatômica de espessura da parede das fibras e diâmetro do lúmen, as quais seguiram a metodologia descrita por Coradin & Muñiz, (1991).

A natureza paramétrica ou não paramétrica das variáveis anatômicas foi verificada por meio do teste de Shapiro-Wilk. Com propósito de testar a existência de variações intraespecíficas das características anatômicas da madeira entre os locais avaliados, os dados foram comparados

por meio de Análise de Variância (ANOVA), para distribuições normais, ou pelo teste de Kruskal-Wallis, para distribuições não normais. No caso de diferenças significativas, estas comparações foram seguidas, respectivamente, pelo teste de Tukey HSD ou pelo teste de comparações múltiplas não-paramétrico.

Para o estudo das relações entre os caracteres anatômicos da madeira das espécies e o clima regional, foram obtidas informações sobre as abundâncias das espécies em 12 fragmentos florestais da região, distribuídos nos municípios de Campos Novos, Capão Alto, São José do Cerrito, Lages, Painel, Urubici e Bom Jardim da Serra, assim como as características climáticas e atitudinais das mesmas áreas. As abundâncias das espécies foram extraídas do banco de dados do LABDENDRO/UDESC (Laboratório de Dendrologia e Fitossociologia da UDESC) (ANEXO 2), cujo o protocolo de amostragem é caracterizado pelo uso de parcelas permanentes, que totalizam 1ha de amostragem em cada um dos fragmentos florestais (com exceção do fragmento “Paisagem”, com 1,40 ha) e um nível de inclusão considerando árvores com diâmetro na altura do peito (DAP) maior ou igual a 5cm. Optou-se por incluir um fragmento com uma área amostral diferenciada, pois assumiu-se que, na análise como um todo, o “custo” do viés estatístico causado pela inclusão desta área é menor do que o “benefício” gerado pela informação vegetacional adicionada. As variáveis ambientais foram extraídas dos bancos de dados do Worldclim (altitude e mais 19 variáveis bioclimáticas relacionadas à temperatura e precipitação (ANEXO 3) (HIJMANS et al., 2005), do Climate Research Unit (frequência de geada e velocidade do vento) (CLIMATE RESEARCH UNIT, 2016) e do EarhEnv (cobertura de nuvens) (WILSON; JETZ, 2016).

Para verificar as associações entre os aspectos anatômicos da madeira das angiospermas, as distribuições de abundâncias das espécies na região e o clima, utilizou-se uma

abordagem multivariada por meio da combinação da análise RLQ e o método “fourth corner” (DRAY; LEGENDRE, 2008; DRAY et al., 2014). Para isto, primeiramente, foram removidas as variáveis climáticas e anatômicas multicolineares. Em seguida, foram preparadas três matrizes, i) com as características climáticas (temperatura média anual, amplitude anual da temperatura mensal, isotermalidade, temperatura mínima no mês mais frio, temperatura média no trimestre mais úmido, temperatura média no trimestre mais seco, sazonalidade de precipitação, precipitação no trimestre mais seco, cobertura de nuvens e sazonalidade de cobertura de nuvens) das áreas onde foram quantificadas as abundâncias das espécies (R); ii) com as abundância das espécies nas diferentes áreas da região (L); e iii) com as características anatômicas das espécies (diâmetro dos vasos, comprimento dos vasos, comprimento médio dos apêndices dos vasos, pontuações intervasculares, raio – vasculares, areoladas e do campo de cruzamento, quantidade de vasos por mm<sup>2</sup>, comprimento das fibras, espessura da parede das fibras e número de raios por mm linear) (Q). Enquanto a RLQ realiza a combinação das três matrizes a partir de análises de correspondência (CA) e de componentes principais (PCA), permitindo inferências sobre a co-estruturação das mesmas, o método de “fourth corner” permite verificar a significância estatística destas combinações (DRAY et al., 2014). No método de “fourth corner” foram aplicados, sequencialmente, dois testes de permutação ( $n = 49.999$ ), com os modelos 2 (permuteação das abundâncias entre os locais) e 4 (permuteação das abundâncias entre as espécies), como proposto por Ter Braak et al. (2012). Ainda, os valores de significância das permutações foram ajustados para comparações múltiplas de acordo com Benjamini & Hochberg (1995).

As análises foram realizadas no ambiente de programação estatística R (R CORE TEAM, 2015), junto com as bibliotecas vegan (OKSANEN et al., 2016), usdm (NAIMI,

2015) e ade4 (DRAY; DUFOUR, 2007), raster (HIJMANS, 2015) e RFc (GRECHKA, 2016).

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1 DESCRIÇÃO ANATÔMICA DA MADEIRA DAS ESPÉCIES ESTUDADAS

#### 5.1.1 *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze

A madeira da espécie *A. angustifolia* (Figura 15) apresenta anéis de crescimento distintos com transição gradual. Os traqueídeos possuem paredes espessas (diâmetro do lume dos traqueídeos menor que duas vezes a espessura da parede celular), pontoações areoladas, predominantemente unisseriadas, porém apresentam também bisseriadas alternas. As pontoações do campo de cruzamento são do tipo cupressóide. Os raios são unisseriados homocelulares. Ausência de traqueídeos radiais, canais resiníferos e canais intercelulares. As características anatômicas quantitativas e qualitativas podem ser visualizadas nas Tabelas 3 e 4 respectivamente.

Tabela 3 – Ficha biométrica das características anatômicas quantitativas de *Araucaria angustifolia*.

<b>Características quantitativas</b>	<b>(μm)</b>				
	Mínimo	Máximo	Média	Desvio padrão	CV
<b>COMPTR</b>	1112,94	9139,89	4115,44	1133,74	27,55
<b>EPTR</b>	1,65	13,94	5,87	2,46	41,90
<b>DLTR</b>	3,31	27,87	11,73	4,92	41,90
<b>ALTR</b>	37,33	502,09	153,94	57,90	37,61
<b>LARGR</b>	8,39	45,50	24,31	5,76	23,68
<b>FQR (N°/mm)</b>	1	7	<b>3</b>	1,16	42,82
<b>DMPA</b>	5,02	19,87	12,91	2,84	22,01
<b>DMPCC</b>	4,22	17,16	9,23	1,90	20,61

Fonte: Produção do próprio autor, 2016.

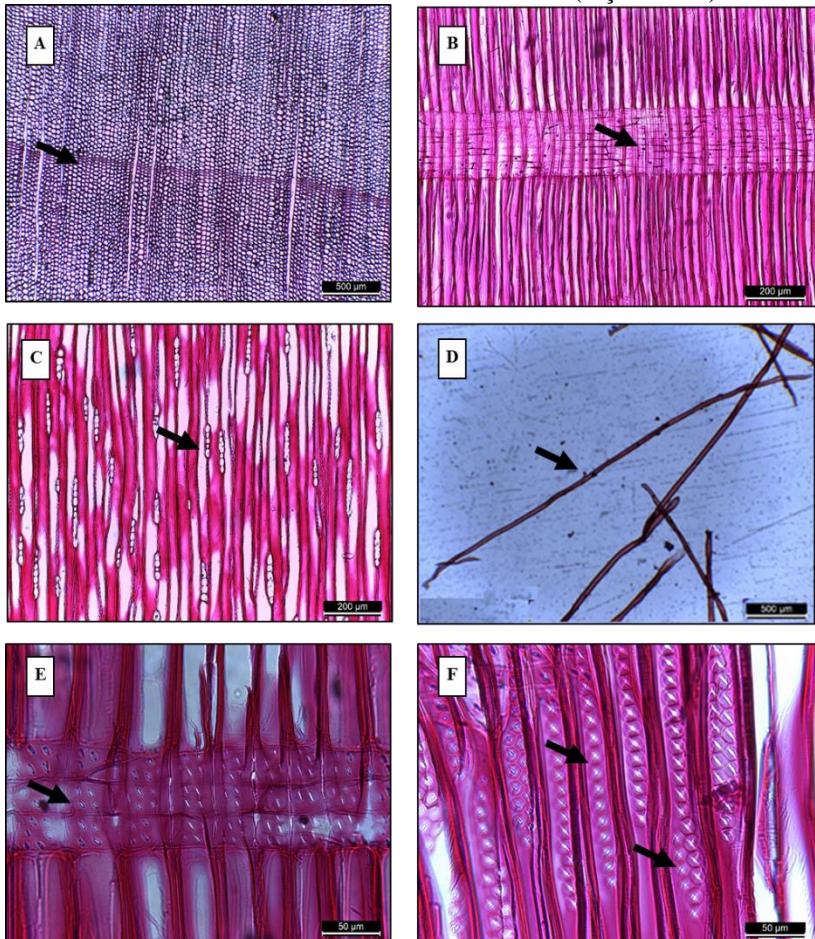
Legenda: CV = Coeficiente de variação.

Tabela 4 - Ficha biométrica das características anatômicas qualitativas de *Araucaria angustifolia*.

<b>Características qualitativas</b>	<b>IAWA</b>	<b>Categoria</b>	<b>Valor médio observado</b>
<b>ALTRNC</b>	De 5 a 16 células	Médio	6
<b>LARGCN</b>	Uni – Bi - ou Trisseriado	Unisseriado	1

Fonte: Produção do próprio autor, 2016.

Figura 15 – *Araucaria angustifolia*. A – (4x) Anéis de crescimento distintos com transição gradual (seção transversal); B e E – (10 e 40x) raios unisseriados com pontoações do campo de cruzamento do tipo cupressóide (seção radial); C – (10x) Raios unisseriados (seção tangencial); D – (4x) Traqueídeo (macerado); F – (40x) Pontoações areoladas unisseriadas e bisseriadas alternas (seção radial).



Fonte: Produção do próprio autor, 2016.

O comprimento médio dos traqueídeos (4,12 mm) e a espessura da parede celular (5,87 µm) encontrados neste estudo, são inferiores ao encontrado por Timofiecsyk & Mattos (2002) com 3,49 mm e 6,23 µm, respectivamente no estudo de caracterização anatômica desta espécie, em um povoamento com 16 anos de idade, e por De Mattos et al. (2006), com 5,84 mm e 7,3 µm, respectivamente, em um plantio com 38 anos de idade.

### **5.1.2 *Cinnamomum amoenum* (Nees) Kosterm.**

A madeira de *C. amoenum* (Figura 16) apresenta anéis de crescimento distintos, com porosidade difusa, sendo representada por 69,15 % de poros solitários e 24,72% geminados. Os vasos apresentam-se em distribuição radial, com placa de perfuração simples e escalariforme (<=10 barras). Apêndices ausentes, ou presentes em uma ou em ambas as extremidades. As pontoações intervaseulares são do tipo alternas, e as raio-vasculares arredondadas e horizontais escalariformes. As fibras são do tipo libriformes com parede espessa (diâmetro do lume das fibras menor que três vezes a espessura da parede). O parênquima axial é paratraqueal do tipo escasso e o apotraqueal difuso. Os raios são heterocelulares, apresentam corpo composto por células procumbentes com predominantemente uma fila de células marginais quadradas e/ou eretas. Presença de células oleífera associada aos raios, canais intercelulares difusos, células com conteúdo e células de amido. Características anatômicas quantitativas e qualitativas nas Tabelas 5 e 6.

Tabela 5 - Ficha biométrica das caraterísticas anatômicas quantitativas de *Cinnamomum amoenum*.

Caraterísticas quantitativas	(μm)				
	Mínimo	Máximo	Média	Desvio padrão	CV
<b>COMPV</b>	85,40	752,72	409,60	107,80	26,31
<b>DV</b>	35,05	147,60	93,23	16,34	17,53
<b>COMPAP</b>	8,68	252,48	53,59	32,94	61,45
<b>DMPI</b>	4,05	11,75	7,59	1,35	17,82
<b>DMPRV</b>	2,42	23,89	8,63	2,37	27,41
<b>COMPF</b>	466,25	1350,12	836,37	158,63	18,97
<b>EPF</b>	1,04	11,91	4,38	1,36	31,11
<b>DLF</b>	2,45	17,84	8,69	2,59	29,83
<b>ALTR</b>	12,35	671,92	269,35	105,43	39,14
<b>LARGR</b>	15,94	216,72	38,49	24,11	62,64
<b>ALTRNC</b>	2	40	11	5	49

Fonte: Produção do próprio autor, 2016.

Legenda: CV = Coeficiente de variação.

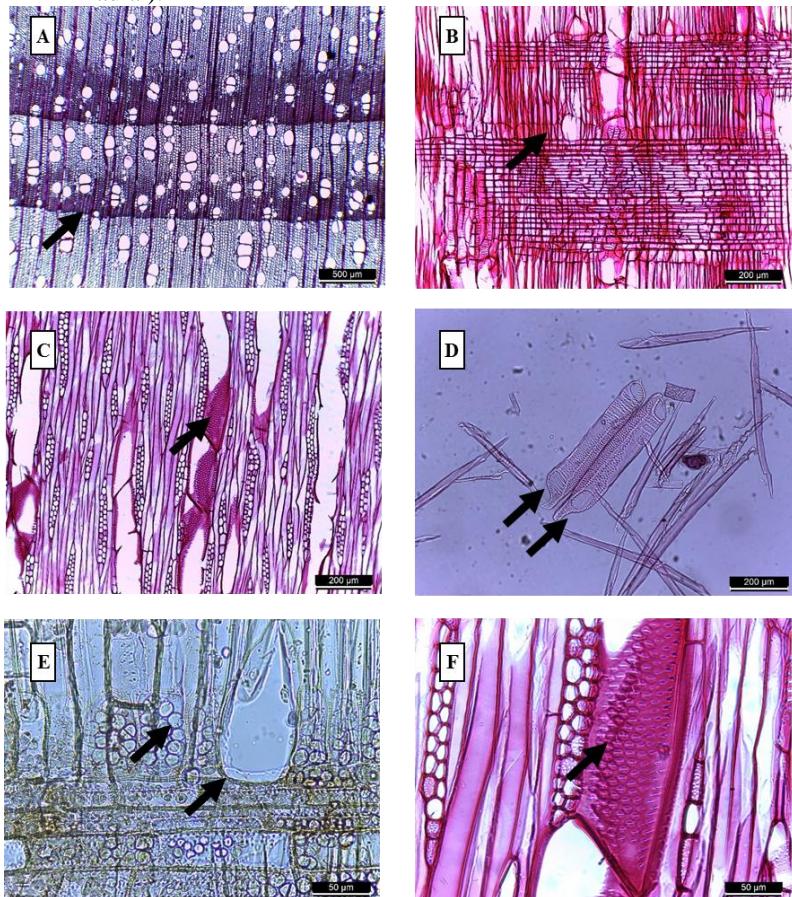
Tabela 6 - Ficha biométrica das caraterísticas anatômicas qualitativas de *Cinnamomum amoenum*.

Caraterísticas qualitativas	IAWA	Categoria	Valor médio observado
<b>FQV (N°/mm<sup>2</sup>)</b>	De 6 a 20	PC	14
<b>LARGNC</b>	De 1 a 3	Finos	2
<b>FQR (N°/mm)</b>	De 5 a 12	Numerosos	5

Fonte: Produção do próprio autor, 2016.

Legenda: PC= Pouco abundantes.

Figura 16 – *Cinnamomum amoenum*. A – (4x) Anéis de crescimento distintos com porosidade difusa (seção transversal); B – (10x) Raios heterocelulares e célula oleífera associada aos raios (seção radial); C e F – (10 e 40x) Raios heterocelulares, vaso com conteúdo, pontoações intervesselares alternas (seção tangencial); D – (10x) Vasos com placas de perfuração simples e escalariforme (macerado); E – (40x) Células oleíferas e células de amido (seção radial).



Fonte: Produção do próprio autor, 2016.

As características anatômicas para o gênero *Cinnamomum*, conforme o proposto por Metcalfe & Chalk (1950) e Wahyudi et al. (2015) foram contempladas neste estudo, sendo elas: anéis de crescimento distintos, porosidade difusa, pontoações intervasculares alternas, raios multisseriados, e presença de célula oleífera. Como características anatômicas determinantes na distinção das espécies deste gênero, e não correspondentes as encontradas nas espécies de *Cinnamomum* estudadas por Wahyudi et al (2015) foram observados placa de perfuração simples e escalariforme, pontoações raio-vasculares arredondadas e horizontais escalariformes, parênquima axial paratraqueal do tipo escasso e o apotraqueal difuso.

### **5.1.3 *Ocotea pulchella* Mart.**

A madeira de *O. pulchella* (Figura 17) apresenta anéis de crescimento com faixas distintas, sendo a porosidade difusa e representada por 67,28 % de poros solitários e 21,95% geminados Os vasos possuem placa de perfuração simples, pontuações intercelulares alternas, pontoações raio-vasculares arredondadas e horizontais escalariformes. Apêndices ausentes, ou presentes em uma ou em ambas as extremidades. As fibras são do tipo libriformes, com parede espessa (diâmetro do lume das fibras menor que três vezes a espessura da parede), e algumas apresentam septos. O parênquima axial é do tipo paratraqueal escasso e vasicêntrico. Os raios são heterocelulares, apresentam corpo composto por células procumbentes com predominantemente uma fila de células marginais quadradas e/ou eretas. Presença de células oleífera associada aos raios, canais intercelulares difuso, células de amido e presença de tilos. Análise quantitativa e qualitativa nas Tabelas 7 e 8 respectivamente.

Tabela 7 - Ficha biométrica das características anatômicas quantitativas de *Ocotea pulchella*.

Características quantitativas	(μm)				
	Mínimo	Máximo	Média	Desvio padrão	CV
<b>COMPV</b>	90,04	722,70	368,77	107,98	29,28
<b>DV</b>	28,97	194,91	89,04	24,85	27,91
<b>COMPAP</b>	13,02	451,75	66,54	39,91	59,97
<b>DMPI</b>	3,60	18,72	7,98	1,62	20,33
<b>DMPRV</b>	2,66	24,04	8,84	2,54	28,79
<b>COMPF</b>	528,42	1511,61	893,23	127,13	14,23
<b>EPF</b>	0,82	7,04	3,11	1,18	37,85
<b>DLF</b>	1,63	14,08	6,22	2,36	37,85
<b>ALTR</b>	36,08	765,70	288,67	98,71	34,19
<b>LARGR</b>	12,48	380,73	37,26	17,59	47,22
<b>ALTRNC</b>	2	52	14	7	48

Fonte: Produção do próprio autor, 2016.

Legenda: CV = Coeficiente de variação.

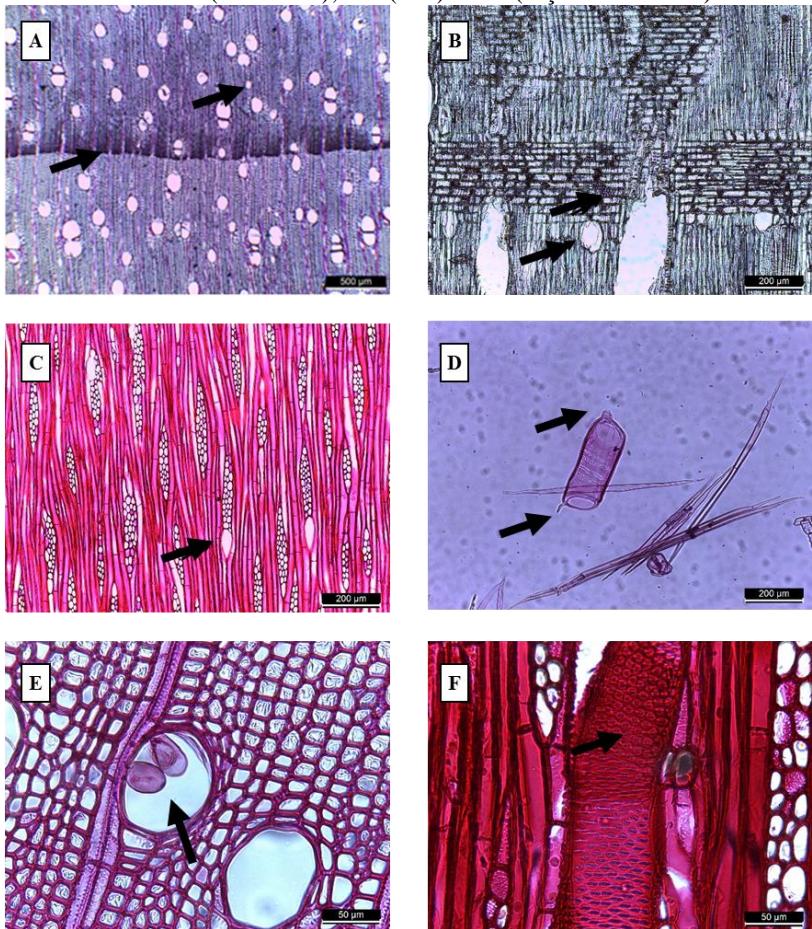
Tabela 8 - Ficha biométrica das características anatômicas qualitativas de *Ocotea pulchella*.

Características qualitativa	IAWA	Categoria	Valor médio observado
<b>FQV (N°/mm<sup>2</sup>)</b>	De 6 a 20	PC	9
<b>LARGNC</b>	De 1 a 3	Finos	3
<b>FQR (N°/mm)</b>	De 5 a 12	Numerosos	6

Fonte: Produção do próprio autor, 2016.

Legenda: PC= Pouco abundantes.

Figura 17 – *Ocotea pulchella*. A – (4x) Anéis de crescimento com faixas distintas, com porosidade difusa (seção transversal); B – (10x) Raios heterocelulares com células de amido e células oleífera (seção radial); C – F (10 e 40x) Células oleífera associada aos raios, pontoações intercelulares alternas (seção tangencial); D – (40x) Vaso com apêndice em ambas as extremidades e fibras libriforme (macerado); E – (40x) Tilos (seção transversal).



Fonte: Produção do próprio autor, 2016.

As características anatômicas quantitativas e qualitativas, encontradas para a espécie *O. pulchella*, estão de acordo com o encontrado por Sonsin et al. (2014) e por Vieira et al. (2015) sendo observados apenas diferenças entre valores médios.

#### **5.1.4 *Ilex microdonta* Reissek**

A madeira desta espécie, (Figura 18) apresenta anéis de crescimento distintos, delimitados por uma camada de fibras com parede mais espessa, e porosidade difusa, sendo representada 33,25 % de poros solitários, 24,15 % de geminados 10,55 % múltiplos de três e 27,31 % múltiplos de mais de quatro poros. Os vasos apresentam placa de perfuração escalariforme (<40 barras). Apêndices ausentes, presentes em uma ou em ambas as extremidades. Pontoações intervencionares opostas e pontoações raio-vasculares semelhantes as intervencionares, com aréolas distintas. Presença de espessamento espiralado nos vasos e nos apêndices. As fibras são libriformes, com parede espessa (diâmetro do lume das fibras menor que três vezes a espessura da parede), e algumas apresentam bifurcações. Parênquima axial apotraqueal difuso e difuso em agregados. Raios heterocelulares com células procumbentes com 2 a 4, ou mais de 4 filas de células marginais quadradas e e/ou eretas. Não foram verificados a presença de células oleíferas, células de amido, inclusões minerais e tilos. As características anatômicas quantitativas e qualitativas podem ser visualizadas nas Tabelas 9 e 10 respectivamente.

Tabela 9 - Ficha biométrica das caraterísticas anatômicas quantitativas de *Ilex microdonta*.

Caraterísticas quantitativas	(μm)				
	Mínimo	Máximo	Média	Desvio padrão	CV
<b>COMPV</b>	96,73	1406,17	690,67	189,64	27,46
<b>DV</b>	17,84	81,03	44,29	9,90	22,36
<b>COMPAP</b>	10,45	367,74	81,16	50,75	62,54
<b>DMPI</b>	2,21	7,21	4,31	0,93	21,49
<b>DMPRV</b>	1,94	7,93	4,33	0,92	21,17
<b>COMPF</b>	694,52	2672,91	1519,07	343,97	22,64
<b>EPF</b>	2,57	11,48	6,42	1,16	17,99
<b>DLF</b>	5,15	22,96	12,85	2,31	17,98
<b>ALTR</b>	111,36	2346,98	1071,90	384,26	35,85
<b>LARGR</b>	45,76	948,07	140,24	56,52	40,30
<b>ALTRNC</b>	4	226	61	26	43

Fonte: Produção do próprio autor, 2016.

Legenda: CV = Coeficiente de variação.

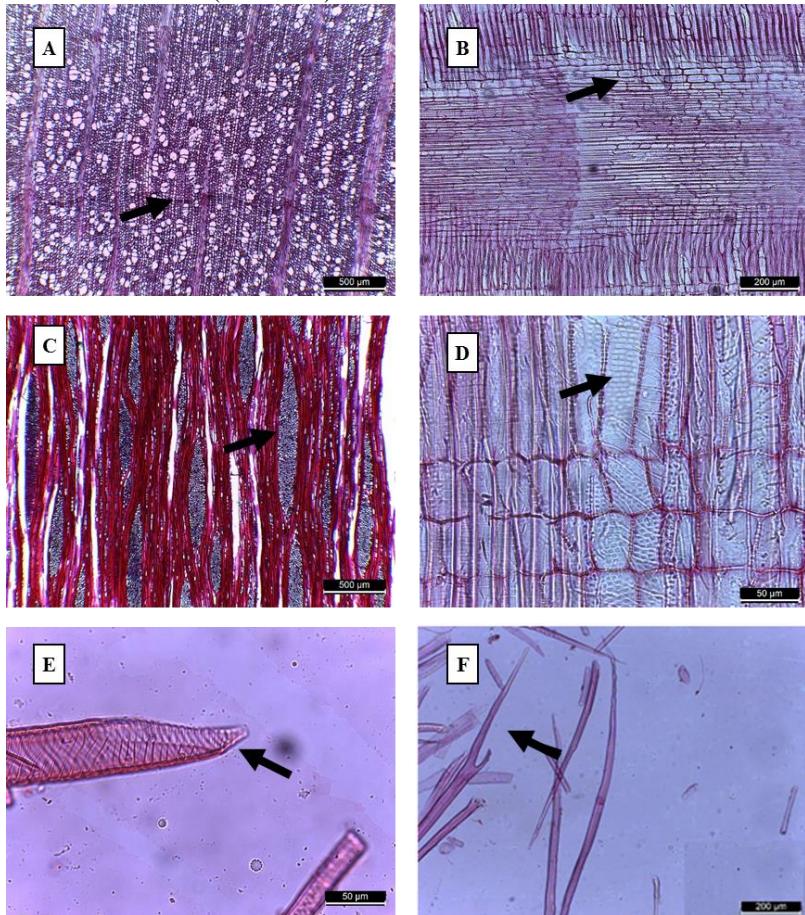
Tabela 10 - Ficha biométrica das caraterísticas anatômicas qualitativas de *Ilex microdonta*.

Caraterísticas qualitativa	IAWA	Categoria	Valor médio observado
<b>FQV (N°/mm<sup>2</sup>)</b>	De 20 a 40	M	27
<b>LARGNC</b>	Acima de 10	Muito largo	11
<b>FQR (N°/mm)</b>	Até 4	Pouco numerosos	1

Fonte: Produção do próprio autor, 2016.

Legenda: M= Medianamente abundantes.

Figura 18 – *Ilex microdonta*. A – (4x) Anéis de crescimento distintos porosidade difusa (seção transversal); B e D – (10 e 40x) Raios heterocelulares, pontoações intervasculares opostas (seção radial); C – (10x) Raios heterocelulares (seção tangencial), E – (40x) Placa de perfuração escalariforme (macerado); F – (10x) Fibras bifurcadas (macerado).



Fonte: Produção do próprio autor, 2016.

Com base nos estudos anatômicos realizados por Dünisch et al. (2004) e Gonçalves et al. (2005) com a espécie *Ilex paraguariensis*, pode-se verificar que as características como porosidade difusa, placas de perfuração escalariforme, pontoações intervasculares opostas, espessamento helicoidal nos vasos e parênquima axial apotraquel difuso correspondem quando comparadas com a espécie em estudo *I. microdonta*. Algumas divergências, são encontradas em relação a parênquima axial, raios e quanto a valores médios. Estas características são determinantes para distinção de espécies do gênero *Ilex*

### **5.1.5 *Myrceugenia euosma* (O. Berg) D. Legrand**

A madeira de *M. euosma* (Figura 19) apresenta anéis de crescimento distinto por camadas de fibras com parede mais espessa e porosidade difusa. Apresentou 91,22 % de poros solitários. Os vasos apresentam placa de perfuração simples e escalariforme ( $\leq 10$  barras) com apêndices em ambas as extremidades ou ausentes. Os vasos apresentam também espessamento espiralado, através do corpo do vaso e nos apêndices. As pontoações intervasculares são do tipo alternas e arredondadas, as raio-vasculares horizontais escalariformes. As fibras são do tipo libriformes com parede espessa (diâmetro do lume das fibras menor que três vezes a espessura da parede celular). O parênquima axial apotraqueal difuso e difuso em agregados. Os raios são heterocelulares, apresentam corpo composto por células procumbentes com 4 ou mais filas de células marginais quadradas e/ou eretas. Foram verificados a ausência de células oleíferas, células de amido, inclusões minerais e tilos. As Tabelas 11 e 12 apresentam os caracteres anatômicos quantitativos e qualitativos, respectivamente.

Tabela 11 - Ficha biométrica das caraterísticas anatômicas quantitativas de *Myrceugenia euosma*.

Caraterísticas quantitativas	(μm)				
	Mínimo	Máximo	Média	Desvio padrão	CV
<b>COMPV</b>	141,46	678,79	384,30	92,64	24,11
<b>DV</b>	17,29	75,99	41,61	7,99	19,19
<b>COMPAP</b>	8,68	323,51	58,86	38,71	65,76
<b>DMPI</b>	2,07	4,70	4,80	1,30	27,02
<b>DMPRV</b>	3,09	16,82	5,94	1,90	31,90
<b>COMPF</b>	610,18	1620,66	1005,10	125,31	12,47
<b>EPF</b>	2,17	7,38	4,62	0,84	18,15
<b>DLF</b>	4,33	14,76	9,24	1,68	18,13
<b>ALTR</b>	72,54	533,14	245,15	72,12	29,42
<b>LARGR</b>	9,25	50,19	27,79	6,80	24,47
<b>ALTRNC</b>	3	30	13	5	36

Fonte: Produção do próprio autor, 2016.

Legenda: CV = Coeficiente de variação.

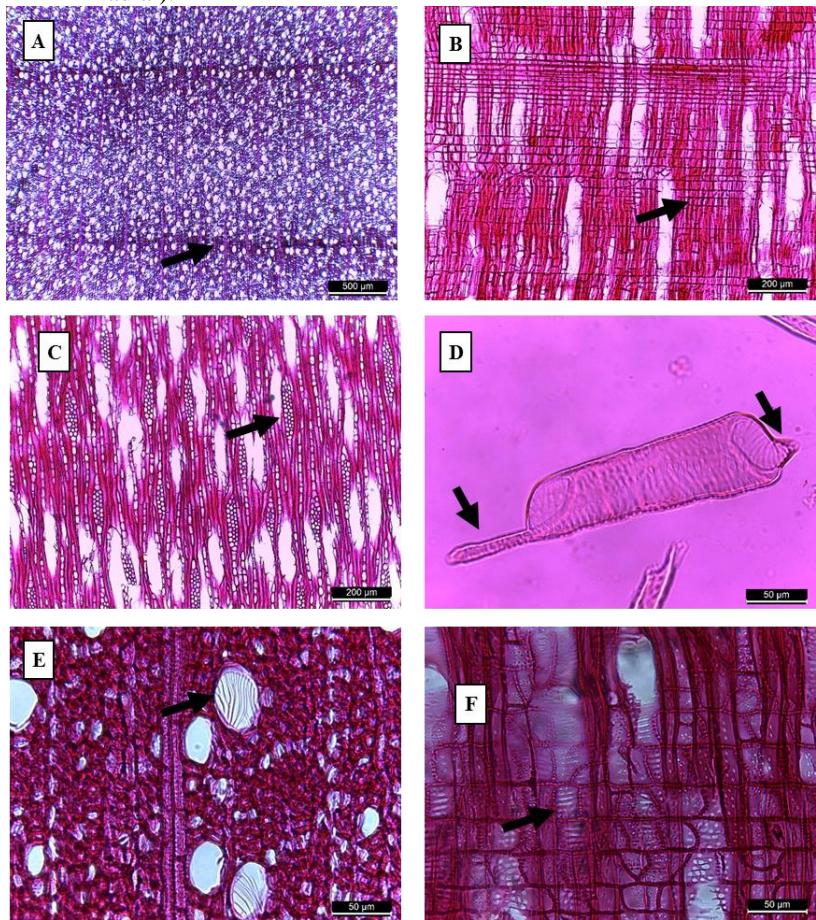
Tabela 12 - Ficha biométrica das caraterísticas anatômicas qualitativas de *Myrceugenia euosma*.

Caraterísticas qualitativa	IAWA	Categoria	Valor médio observado
<b>FQV (N°/mm<sup>2</sup>)</b>	Mais de 100	MA	111
<b>LARGNC</b>	De 1 a 3	Finos	3
<b>FQR (N°/mm)</b>	De 5 a 12	Numerosos	8

Fonte: Produção do próprio autor, 2016.

Legenda: MA= Muito abundantes.

Figura 19 – *Myrceugenia euosma*. A – (4x) Anéis de crescimento distinto por camadas de fibras com parede mais espessa, porosidade difusa (seção transversal); B – (10x) Raios heterocelulares (seção radial); C – (10x) Raios heterocelulares (seção tangencial); D – (40 x) Vasos com apêndice nas duas extremidades (macerado); E – (40x) Placa de perfuração escalariforme (seção transversal); F – (40x) Pontoações raio-vasculares horizontais escalariforme (seção radial).



Fonte: Produção do próprio autor, 2016.

Características anatômicas como: placas de perfuração simples e escalariforme, espessamento espiralado nos vasos, pontoações raio – vasculares horizontais e parênquima axial apotraqueal estão de acordo com o proposto por Metcalfe & Chalk (1972) e Dos Santos e Marchiori (2009). Dos Santos e Marchiori (2009) afirmam ainda, que, das características anatômicas mais importantes e marcantes na identificação anatômica do gênero *Myrceugenia* temos espessamentos espiralados nos vasos e as pontoações raio – vasculares horizontais.

### **5.1.6 *Prunus myrtifolia* (L.) Urb.**

A madeira da espécie *P. myrtifolia* apresenta (Figura 20) anéis de crescimento distintos, delimitados por uma camada de células com parede celular espessa, porosidade difusa, sendo 43,50 % de poros solitários, 20,20 % de geminados e 23,00 % múltiplos de mais de quatro poros. Vasos em padrão radial, com placa da perfuração simples. Apresentam também espessamento espiralado nos vasos e nos apêndices. Os vasos apresentam apêndices em ambas as extremidades ou ausentes. As pontoações intervaginares são alternas e as raio-vasculares são semelhantes a estas e com aréolas distintas. As fibras são do tipo libriforme com parede espessa (diâmetro do lume das fibras menor que três vezes a espessura da parede), apresentam engrossamento em espiral, e também são visíveis fibrotraqueóides. Parênquima axial paratraqueal escasso e apotraqueal marginal e difuso. Os raios apresentam-se heterocelulares, com corpo composto por células procumbentes com 2 a 4 ou mais de 4 fileiras de células marginais quadradas e/ou eretas. São presentes cristais do tipo drusas, e ausentes células oleífera e de amido. Nas Tabelas 13 e 14 podem ser visualizados os caracteres anatômicos quantitativos e qualitativos.

Tabela 13 - Ficha biométrica das características anatômicas quantitativas de *Prunus myrtifolia*.

Características quantitativas	(μm)				
	Mínimo	Máximo	Média	Desvio padrão	CV
<b>COMPV</b>	90,70	553,63	325,59	76,85	23,60
<b>DV</b>	20,10	80,52	44,69	10,70	23,94
<b>COMPAP</b>	3,88	447,32	46,16	32,06	69,46
<b>DMPI</b>	3,08	8,41	4,84	0,92	18,92
<b>DMPRV</b>	1,17	6,76	4,10	0,87	21,32
<b>COMPF</b>	639,19	2182,30	1167,22	175,90	15,07
<b>EPF</b>	2,46	9,14	5,27	1,03	19,46
<b>DLF</b>	4,92	18,29	10,55	2,05	19,44
<b>ALTR</b>	67,72	2317,73	769,66	325,07	42,24
<b>LARGR</b>	24,37	995,81	71,86	43,40	60,40
<b>ALTRNC</b>	2	124	27	18	67

Fonte: Produção do próprio autor, 2016.

Legenda: CV = Coeficiente de variação.

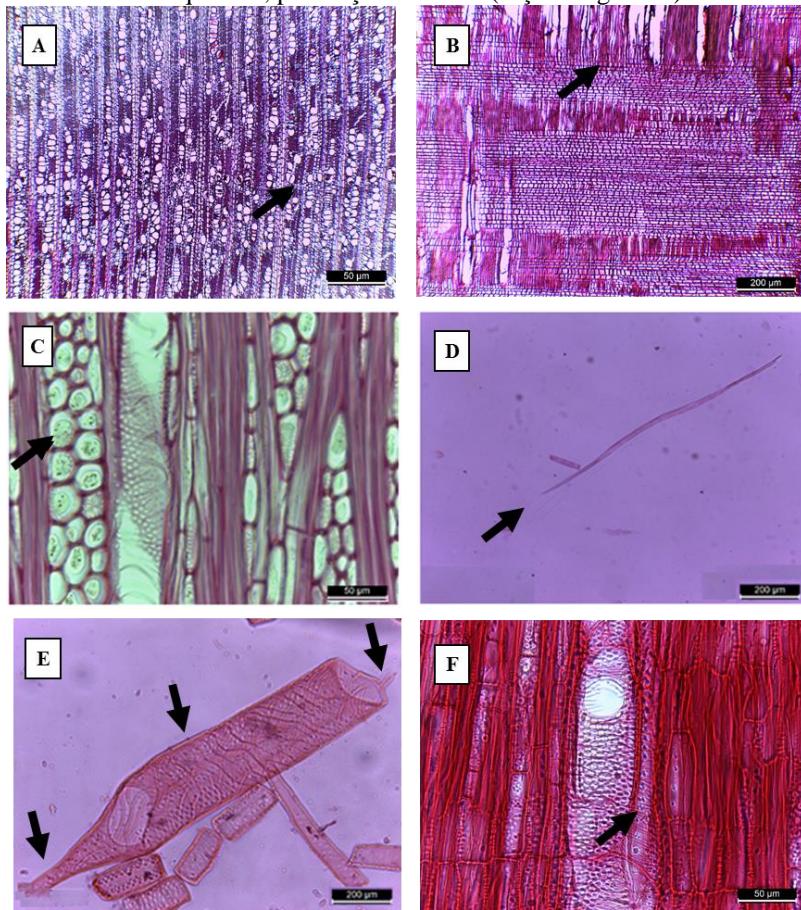
Tabela 14 - Ficha biométrica das características anatômicas qualitativas de *Prunus myrtifolia*.

Características qualitativa	IAWA	Categoria	Valor médio observado
<b>FQV (N°/mm<sup>2</sup>)</b>	De 40 a 100	A	45
<b>LARGNC</b>	De 4 a 10	Largos	4
<b>FQR (N°/mm)</b>	De 5 a 12	Numerosos	8

Fonte: Produção do próprio autor, 2016.

Legenda: A= Abundantes.

Figura 20 – *Prunus myrtifolia*. A – (4x) Anéis de crescimento distintos, com porosidade difusa (seção transversal); B – (10x) Raios heterocelulares (seção radial); C – (40x) Cristais tipo drusas (seção tangencial); D – (10x) Fibra libriforme (macerado); E – elemento de vaso com placa de perfuração simples, espaçamento espiralado e apêndice em ambas as extremidades (macerado); F – (40x) Fibrotraqueídeo, pontuação areolada (seção tangencial).



Fonte: Produção do próprio autor, 2016.

As características anatômicas descritas neste estudo para *P. myrtifolia*, estão de acordo com o observado por Metclafe & Chalk (1952) para a família Rosaceae, por Zhang (1992) para o gênero *Prunus*, em seu estudo com 280 espécies de Rosaceae incluindo 62 gêneros de diferentes partes do mundo, e por Detienne & Jacquet (1983) para a espécie em questão.

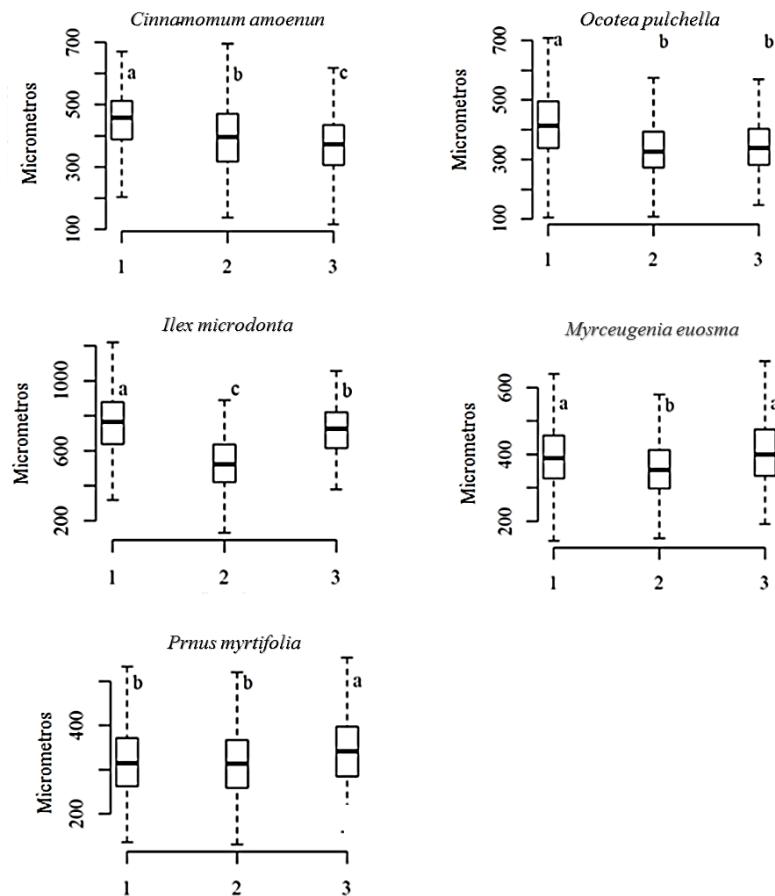
## 5.2 RELAÇÕES INTRAESPECÍFICA DOS CARACTERES ANATÔMICOS DAS ESPÉCIES

Diante das variáveis analisadas como: vaso, raios e fibras foram possíveis estabelecer algumas relações.

Os valores para a análise intraespecífica das características dos vasos (comprimento dos vasos, diâmetro lúmen dos vasos, número de vasos por  $\text{mm}^2$  e comprimento médio dos apêndices) podem ser visualizadas na Figura 21 para as espécies estudadas ao longo do gradiente de altitude.

Figura 21 – Comprimento dos vasos, diâmetro lúmen dos vasos, número de vasos por  $\text{mm}^2$ , comprimento médio dos apêndices, pontoações intervaculares e raio – vasculares das espécies estudadas ao longo do gradiente de altitude.

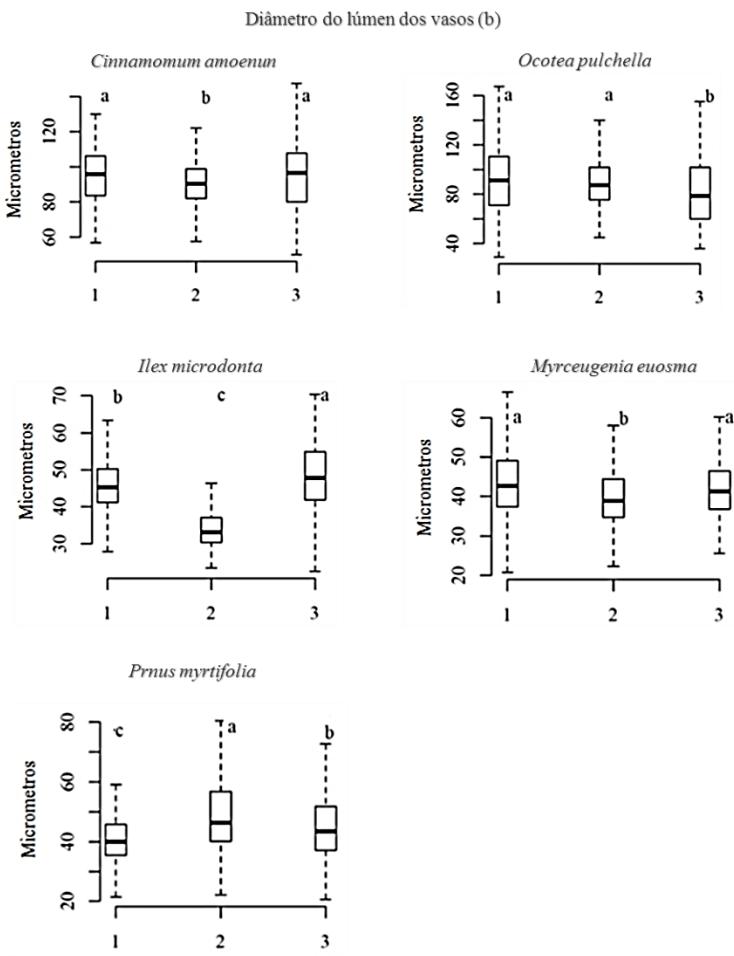
Comprimento dos vasos (a)



1 – Otacilio Costa (840m); 2 – Painel (1340m); 3 – Urubici (1603m)

Continua...

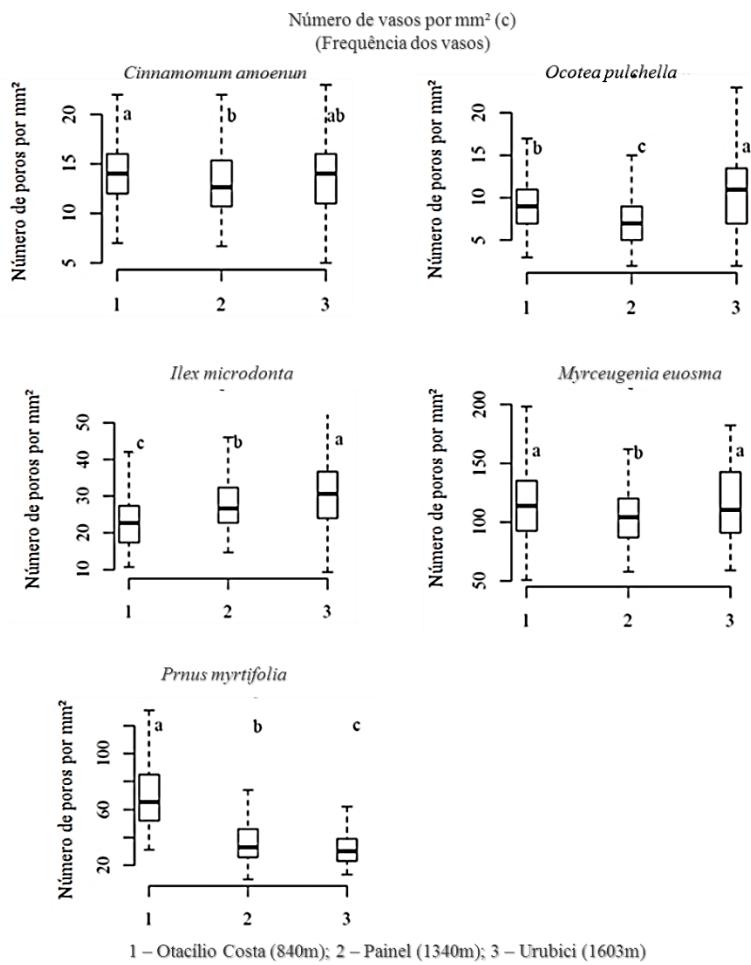
Figura 21 – Continua...



1 – Otacilio Costa (840m); 2 – Painel (1340m); 3 – Urubici (1603m)

Continua...

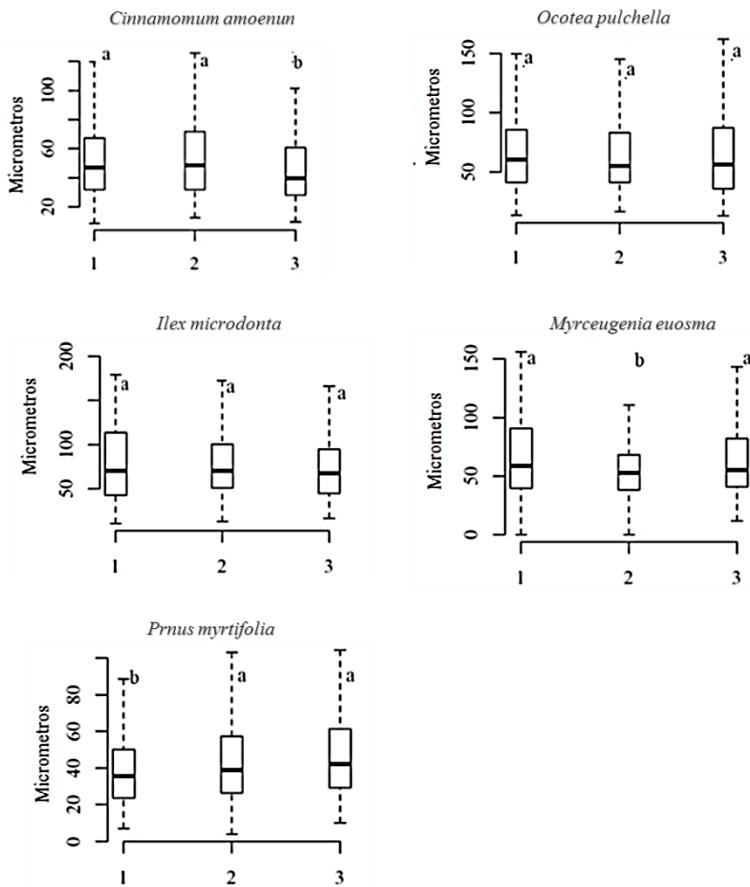
Figura 21 – Continua...



Continua...

Figura 21 – Continua...

Comprimento médio dos apêndices (d)

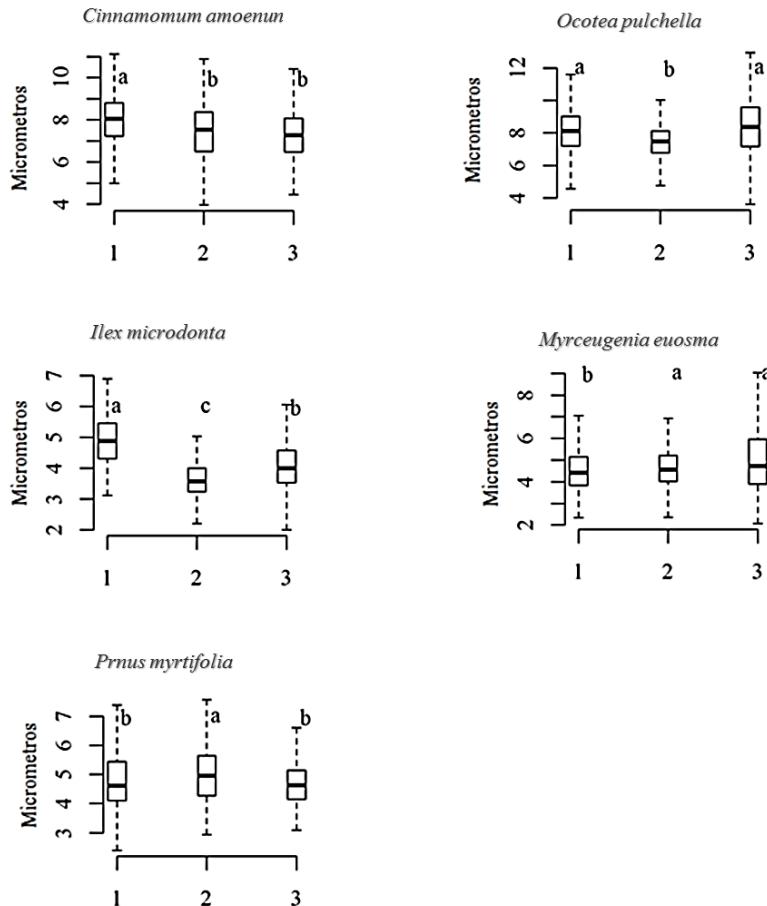


1 – Otacilio Costa (840m); 2 – Painel (1340m); 3 – Urubici (1603m)

Continua...

Figura 21 – Continua...

## Pontoações intervaseculares (e)

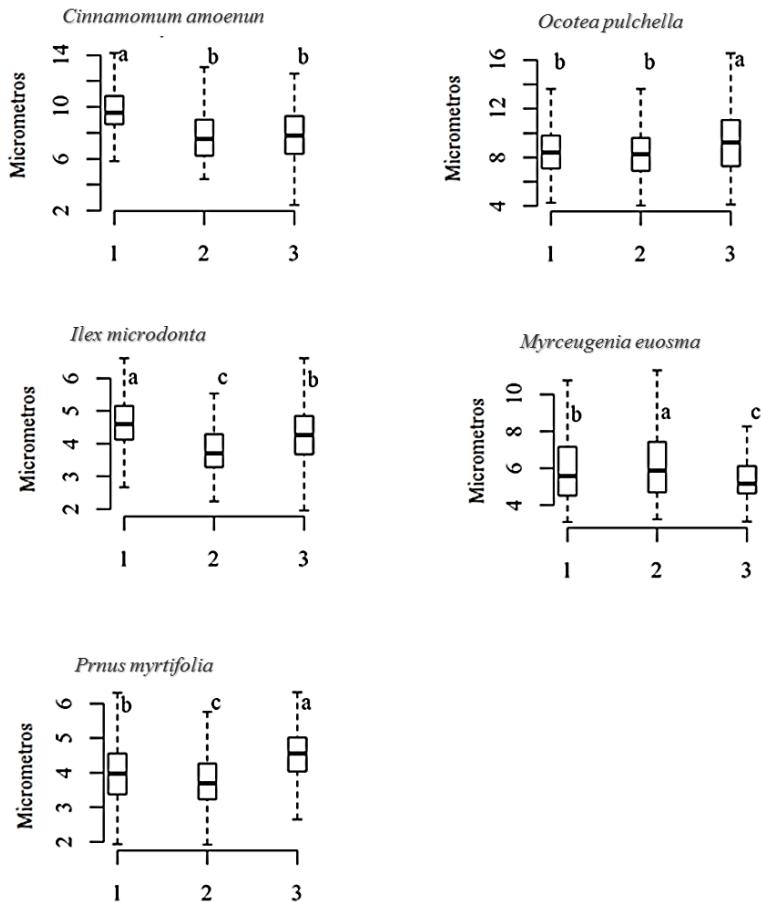


1 – Otacílio Costa (840m); 2 – Painel (1340m); 3 – Urubici (1603m)

Continua...

Figura 21 – Continua...

## Pontoações raio – vasculares (f)



1 – Otacílio Costa (840m); 2 – Painel (1340m); 3 – Urubici (1603m)

Fonte: Produção do próprio autor, 2016.

Para o comprimento de vasos (Figura 21 a), as espécies de *C. amoenum*, *O. pulchella* e *I. microdonta* apresentaram um comportamento semelhante, onde vasos mais compridos foram observados no local de menor altitude.

Vários autores (ZIMMERMANN, 1983; CARLQUIST; HOEKMAN, 1985, CARLQUIST, 1975, 2013) explicam que o comprimento do vaso está intimamente relacionado com a eficiência na condução hídrica. Nos locais mais baixos, as espécies desenvolvem mecanismos para suprir a umidade imprescindível para o seu desenvolvimento, sendo necessários vasos com menores comprimentos. Já nas maiores altitudes onde são encontrados maiores teores de umidade no solo, são esperados vasos mais compridos.

Este fato foi verificado para as espécies de *M. euosma* e *P. myrtifolia* sendo encontrados vasos mais compridos onde é mais alto, sendo que, para *M. euosma* não houve diferença significativa entre o local de menor altitude. Denardi & Marchiori (2005) estudando *Blepharocalix salicifolius*, em duas diferentes altitudes, onde no local mais alto, com maior disponibilidade de água, também observaram vasos mais compridos.

Os valores para diâmetro do lúmen dos vasos (Figura 21 b), mostram que as espécies *C. amoenum*, e *M. euosma* apresentaram vasos mais largos onde ocorre menor altitude, não diferindo estatisticamente do local de maior altitude. Em *O. pulchella* não houve diferenças significativas em relação a vasos mais largos para os locais 1 e 2. Para espécie *P. myrtifolia*, este fato foi observado para o local 2, já para *I. microdonta* para o local mais alto.

Vários autores afirmam que em ambientes onde ocorrem baixas temperaturas associados a locais mais altos, há uma tendência em ocorrer menores diâmetros (CARLQUIST, 1975; VAN DER GRAFF; BAAS, 1974; CARLQUIST; HOEKMAN, 1985; LONGUI et al., 2009). Porém neste estudo este fato foi verificado apenas na espécie *O. pulchella*.

Baas (1982) afirma que assim como o comprimento dos vasos, o diâmetro está intimamente relacionado com a disponibilidade hídrica a qual as plantas de desenvolvem.

Os autores Zimmermann (1983); Denardi & Marchiori (2005) e Carlquist (2013) salientam ainda, que quanto maior o diâmetro dos vasos, maior será a eficiência na condução de líquidos pela planta, porém leva a uma susceptibilidade a formação de bolhas de ar. Já os vasos com diâmetro reduzido, contribuem de forma a aumentar a segurança na condutividade hidráulica, isso se deve ao fato de que a água permanece aderida na parede do vaso, o que impede o rompimento da coluna d'água contribuindo para a não formação de bolhas de ar.

De uma forma geral, para comprimento e diâmetro de vaso, pode-se verificar que as espécies de *C. amoenum* e de *O. pulchella* apresentaram para o local 1, com menor altitude, vasos mais longos e com diâmetro maior, caracterizando-se como mais eficientes na condução hídrica, visto que, para *O. pulchella* não houve diferenças entre vasos mais largos nos locais 1 e 2. Já para as espécies *I. microdonta* e *M. euosma*, por apresentarem vasos mais curtos e com menores diâmetros, tornam-se mais seguros na condução hídrica no local 2.

Em relação a vasos por mm<sup>2</sup> (Figura 21 c), as espécies *O. pulchella* e *I. microdonta* apresentaram uma maior quantidade no local mais alto. Este fato se assemelha ao ocorrido com Longui et al. (2009) em seu estudo com *Piptadenia gonoacantha* (Mart.) J.F.Macbr em dois tipos de vegetação e altitudes (Floresta Ombrófila Densa (1150m) e Floresta Estacional Semidecidual (660m)), onde a espécie apresentou maior frequência de vasos no local de maior altitude, devido a menores médias anuais de pluviosidade e temperatura.

Já as espécies *C. amoenum* e *M. euosma* a maior quantidade de vasos por mm<sup>2</sup> foi observado no local de menor altitude, não diferindo estatisticamente do local onde a altitude

é maior. Também para *P. myrtifolia* foi verificado um maior número de vasos por mm<sup>2</sup> no local 1. Este fato também foi observado por Denardi & Marchiori (2005) para a espécie *Blepharocalix salicifolius*.

Carlquist (1975, 2013) e Zimmermann (1983) explicam que o aumento do número de vasos por mm<sup>2</sup> é uma das alternativas encontradas pelas plantas para manter a segurança na condução de água, associados também a vasos mais curtos e com diâmetro reduzido.

No estudo realizado por Villagra & Roing Juñent (1997) com *Prosopis argentina* Burk e *Prosopis alpataco* Phil as quais se desenvolveram em diferentes tipos de solos, as características anatômicas mostram que a espécie *Prosopis argentina* ao se desenvolver em locais mais arenosos também possui um sistema hidráulico mais seguro na condução hídrica, proporcionado pela presença de vasos agrupados e em maior quantidade por mm<sup>2</sup>. O inverso ocorre para a espécie *Prosopis alpataco* em locais argilosos.

Os apêndices dos vasos se comportam como uma prolongação dos mesmos, onde se estendem até os vasos vizinhos permitindo assim, a aderência e sustentação. Em relação a este caractere anatômico (Figura 21 d), a espécie de *C. amoenum* apresentou apêndices mais compridos no local 2 não havendo diferença estatística entre a menor altitude. Para a espécie *M. euosma* foi observado apêndices mais curtos no local 2. Em *P. myrtifolia*, não foi verificado diferença significativa entre os locais 2 e 3 em relação a apêndices mais compridos. Já as espécies *O. pulchella* e *I. microdonta* não apresentaram diferenças significativas em relação ao comprimento médio dos apêndices ao longo do gradiente de altitude.

As pontoações desempenham um papel muito importante na evolução de plantas vasculares. Elas permitem o transporte de água, evitam a entrada de bolhas de ar e agentes patógenos nos elementos de vaso (LI, et al., 2016).

Para o diâmetro médio das pontoações intervasculares (Figura 21 e), as espécies *C. amoenum* e *I. microdonta* apresentaram maiores diâmetros no local de menor altitude. Este fato também se repete para *O. pulchella*, porém não apresentando diferenças estatísticas significativas em relação ao local mais alto. Para as espécies de *M. euosma* e *P. myrtifolia*, pontoações com maiores diâmetros foram verificadas no local de altitude intermediária, sendo que para *M. euosma* não houve diferenças significativas entre o local 2 e 3.

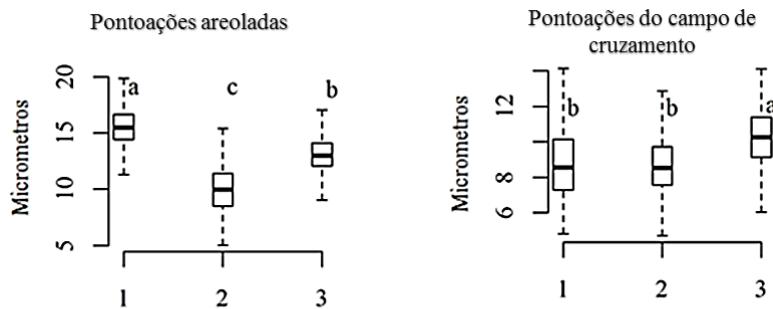
No estudo realizado por Luchi (2004), com a espécie *Croton urucurana* em três diferentes níveis de umidade (solo alagado, úmido e seco), o autor verificou para a área alagada, pontoações intervasculares com maiores diâmetro médio.

Com relação as pontoações raio – vasculares (Figura 21 f), as espécies de *C. amoenum* e *I. microdonta* apresentaram maiores diâmetros médios no local 1, as espécies *O. pulchella* e *P. myrtifolia* no local 3, já a espécie *M. euosma* no local de altitude intermediária.

Denardi & Marchiori (2005) estudando *Blepharocalix salicifolius*, verificaram que o diâmetro médio das pontoações raio – vasculares dos indivíduos amostrados no local mais alto foi maior.

Na Figura 22 está representado os valores médios de diâmetro das pontoações areoladas e do campo de cruzamento para a espécie *A. angustifolia*. Para as pontoações areoladas, maiores valores foram encontrados para o local onde a altitude é menor, já para as pontoações do campo de cruzamento, maiores valores foram observados para o local de maior altitude.

Figura 22 - Pontoações areoladas e do campo de cruzamento para *A. angustifolia*.

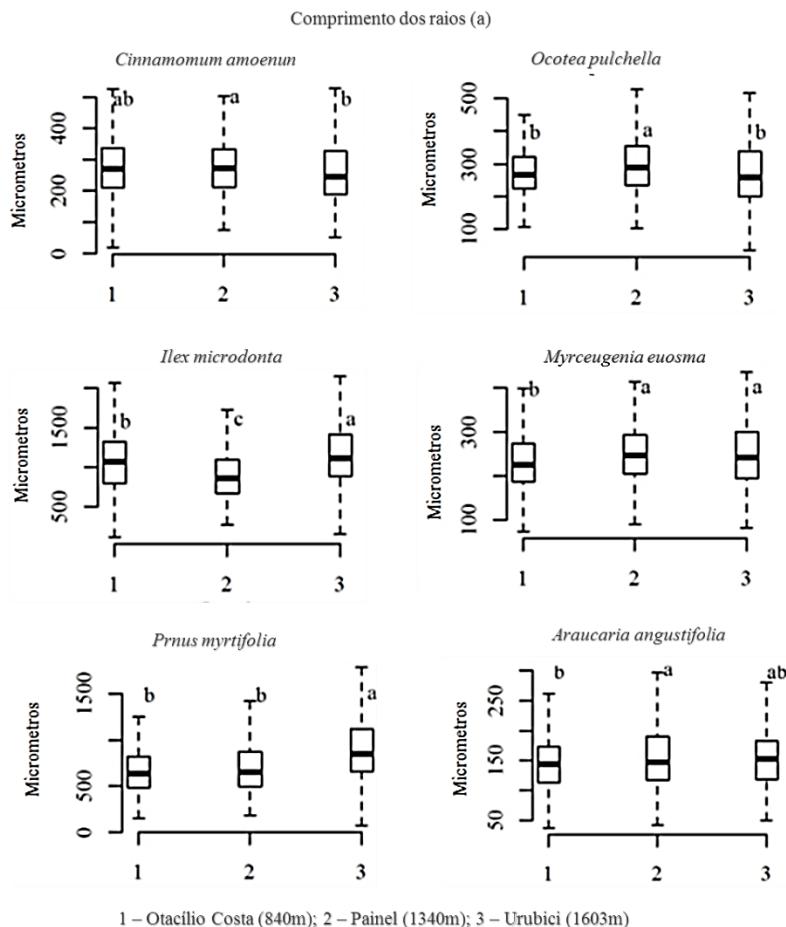


1 – Otacílio Costa (840m); 2 – Painel (1340m); 3 – Urubici (1603m)

Fonte: Produção do próprio autor, 2016.

Com relação as características anatômicas dos raios (comprimento em micrometros e em número de células, largura em micrómetros em número de células e raios por mm linear) para as espécies estudadas, a análise pode ser observada na Figura 23.

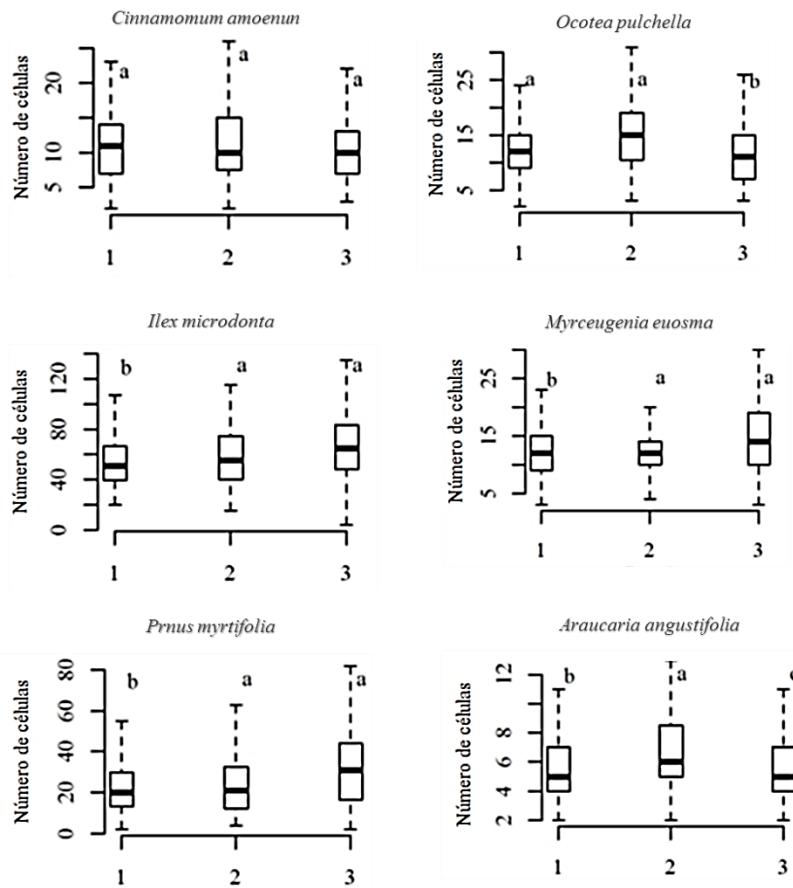
Figura 23 – Comprimento dos raios em micrometros e em número de células, largura dos raios em micrometros e em número de células e raios por mm linear das espécies estudadas ao longo do gradiente de altitude.



Continua...

Figura 23 – Continua...

Comprimento dos raios em número de células (b)

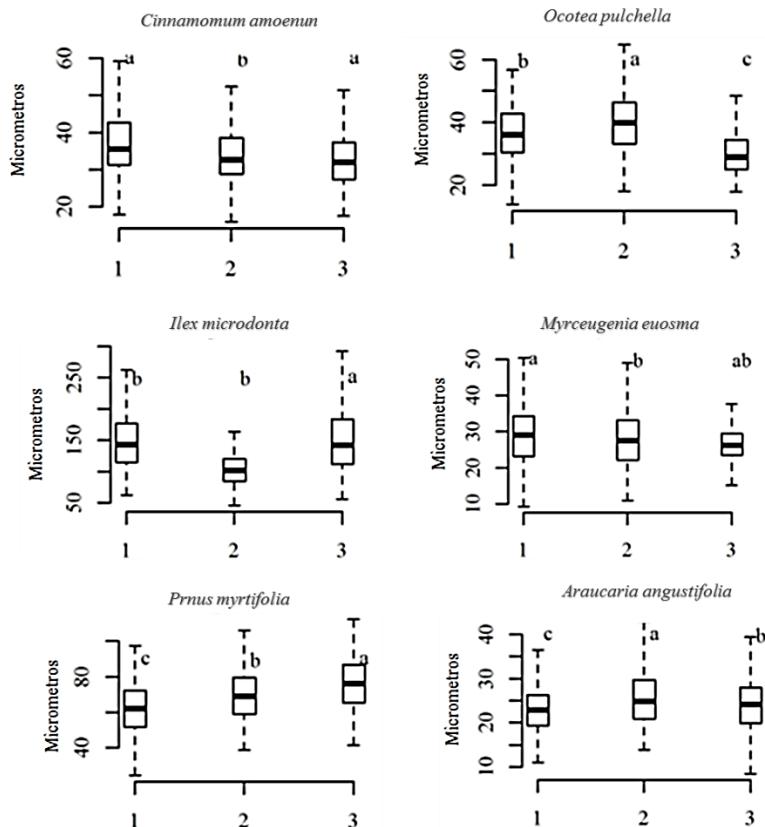


1 – Otacílio Costa (840m); 2 – Painel (1340m); 3 – Urubici (1603m)

Continua...

Figura 23 - Continua...

Largura dos raios (c)

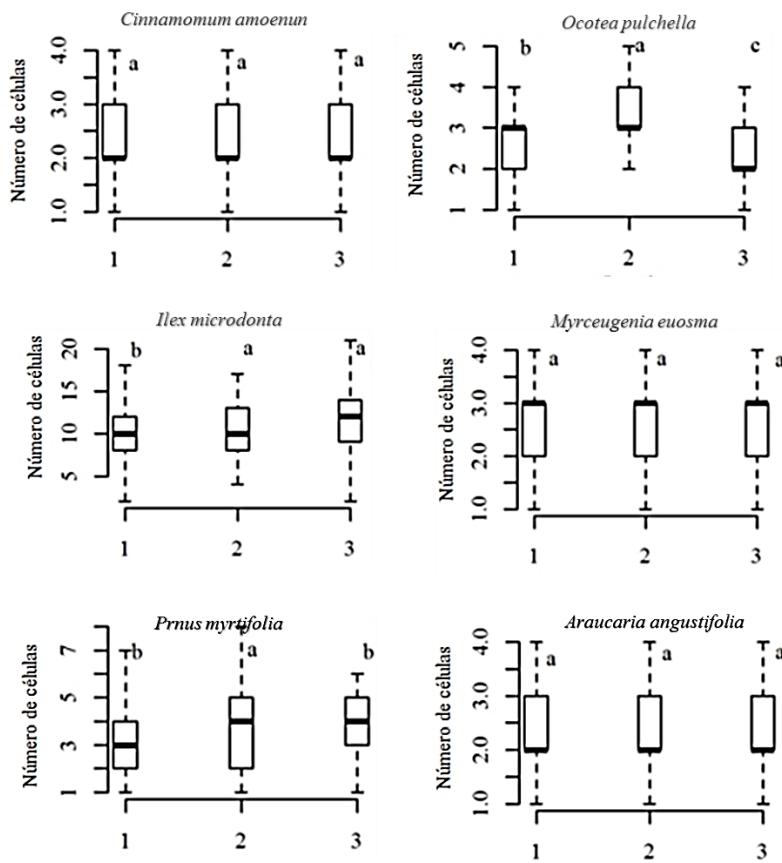


1 – Otacilio Costa (840m); 2 – Painel (1340m); 3 – Urubici (1603m)

Continua...

Figura 23 – Continua...

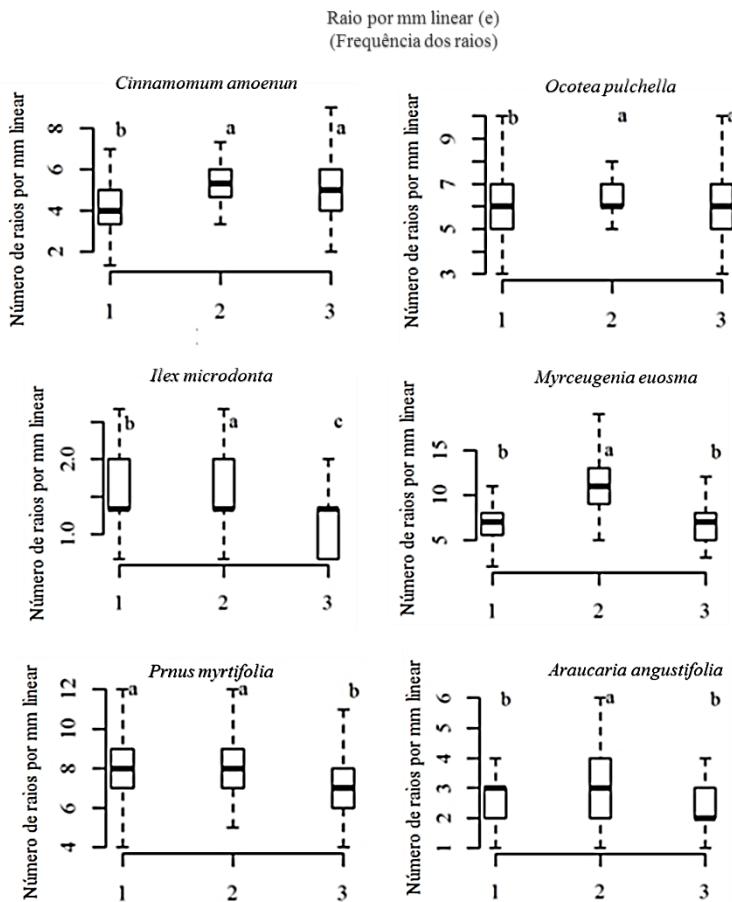
Largura dos raios em número de células (d)



1 – Otacilio Costa (840m); 2 – Painel (1340m); 3 – Urubici (1603m)

Continua...

Figura 23 – Continua...



1 – Otacilio Costa (840m); 2 – Painel (1340m); 3 – Urubici (1603m)

Fonte: Produção do próprio autor, 2016.

As células de parênquima radial são responsáveis por armazenar transformar e conduzir substâncias nutritivas no sentido transversal da madeira. Em relação as características observadas nos raios das espécies *C. amoenum*, *M. euosma* e *A. angustifolia*, podemos verificar que os maiores valores em

comprimento (Figura 23 a), foram observados para o local 2, não diferindo estatisticamente do local 3. Para *O. Pulchella*, raios mais compridos foram visualizados no local de altitude intermediária, já para as espécies *I. microdonta*, e *P. myrtifolia*, no local 3, onde ocorre maior altitude.

Para o comprimento em número de células (Figura 23 b), a espécie *C. amoenum* não apresentou diferenças entre os três locais estudadas. *O. pulchella* apresentou raios mais compridos no local 2 não diferindo do local 1. Em *A. angustifolia*, foi verificado mais células nos raios do local 2. Já para as espécies *I. microdonta*, *M. euosma* e *P. myrtifolia* este fato foi observado para o local 3 onde é mais alto, não diferindo do local 2.

No estudo realizado por Longui et al. (2009) com *Piptadenia gonoacantha* os autores observaram que raios mais curtos foram encontrados no local de maior altitude.

Carlquist (2013) afirma o tamanho dos raios também está relacionada com a disponibilidade de água, e que em locais onde há uma menor disponibilidade são observados raios mais curtos. De Lima et al. (2009) estudando a espécie *Enterolobium contortisiliquum*, os autores também visualizaram uma tendência entre a altura dos raios e a disponibilidade hídrica, mostrando que em ambientes com maior umidade ocorrem raios mais altos.

Também em um gradiente de altitude, Fonti et al. (2015) buscaram quantificar os raios de *Larix gmelinii* Silba, e verificar se a proporção dos mesmos, está ligada ao ambiente ou a modificação de outros tecidos da madeira. Os autores constataram que a proporção dos raios varia principalmente entre os indivíduos, e que o tamanho se mostrou independente das condições do local. Os autores explicam ainda, que a dimensão de um raio está ligado a sua localização dentro da árvore, tendo que se adaptar a estrutura dos outros tecidos buscando uma conectividade funcional.

Com os valores de largura dos raios (Figura 23 c), para as espécies de *C. amoenum* e *M. euosma* podemos observar que não houve diferença significativa entre os locais 1 e 3 em relação a raios mais largos. Para as espécies *O. pulchella* e *A. angustifolia* este fato foi observado para o local 2, já para as espécies *I. microdonta* e *P. myrtifolia* no local mais alto.

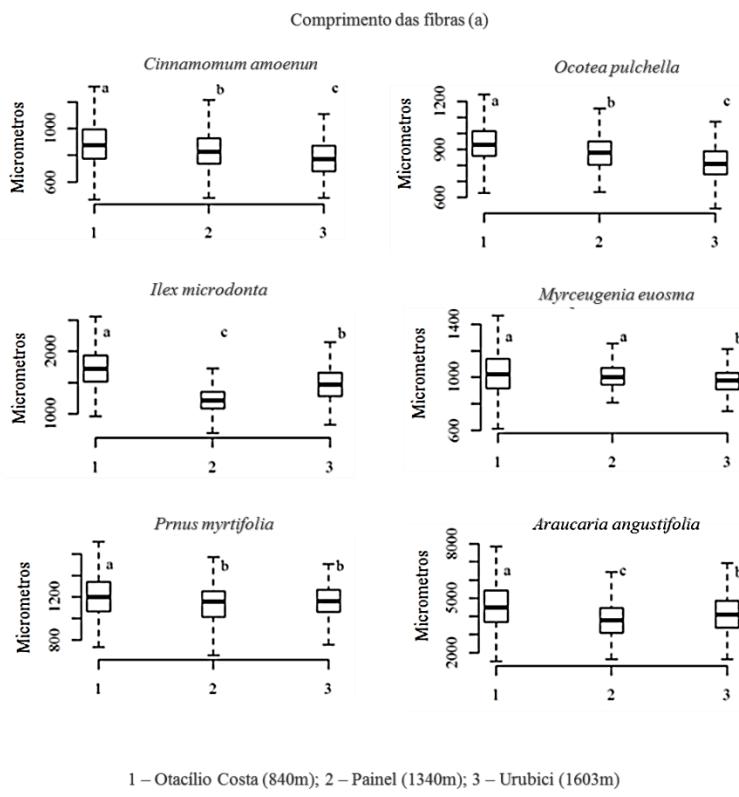
Em relação a largura dos raios em número de células (Figura 23 d), as espécies de *C. amoenum*, *M. euosma* e *A. angustifolia* não apresentaram diferenças significativas para os três locais estudados. Nas espécies *O. pulchella* e *P. myrtifolia* foram observadas mais células em largura no local 2. Já para a espécie *I. microdonta* foi observado no local 3 onde a altitude é maior, não diferindo estatisticamente do local de altitude intermediária.

O trabalho realizado por De Lima et al. (2009) mostra que não há diferenças significativas entre os valores de largura dos raios em micrometros e em número de células para *Enterolobium contortisiliquum*. Para esta espécie, os autores verificaram raios mais largos em locais mais secos.

Com relação a quantidade de raios por mm linear (Figura 23 e), para as espécies *C. amoenum* e *O. pulchella* não houve diferenças estatísticas para maiores valores entre as altitudes intermediaria e mais alta, já para *P. myrtifolia* menor quantidade de raios foi observado onde a altitude é maior. Para *I. microdonta* *M. euosma* e *A. angustifolia*, a maior quantidade de raios foi verificado para o local 2.

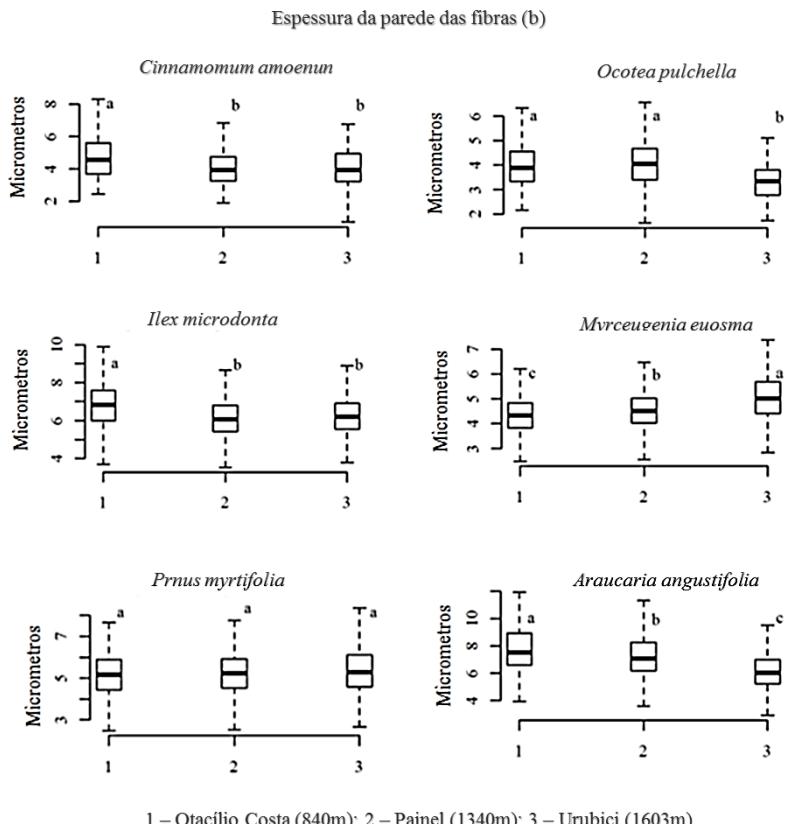
As fibras conferem sustentação à estruturada madeira. Para as espécies em estudo, os valores de comprimento e espessura podem ser visualizados na Figura 24.

Figura 24 - Comprimento e espessura da parede das fibras das espécies estudadas ao longo do gradiente de altitude. (Em termos de discussão, foi considerado traqueídeos como fibras para a espécie *A. angustifolia*).



Continua...

Figura 24 – Continua...



Fonte: Produção do próprio autor, 2016.

Com relação ao comprimento das fibras (Figura 24 a), todas as espécies avaliadas apresentaram fibras mais compridas no local 1, com menor altitude. Para a espécie *M. euosma* não houve diferença estatística significativa em relação aos valores observados entre o local 1 e o local 2. Nas espécies *C. amoenum*, *O. pulchella* *M. euosma* foram verificados fibras mais curtas onde ocorre a maior altitude. Já as espécies *I. microdonta*, *P. myrtifolia* e *A. angustifolia* apresentaram fibras mais curtas no local 2, sendo que para *P. myrtifolia* e *A.*

*angustifolia* não houve diferença significativa em relação ao local mais alto.

O estudo realizado por Liu & Noshiro (2003) com espécimes de *Dodonaea viscosa* verificaram a ocorrência de maiores comprimentos de fibra em locais mais altos. Já para a espécie *Blepharocalix salicifolius* foi verificado fibras mais curtas em locais de menor altitude (DENARDI; MARCHIORI, 2005).

De Lima et al. (2009) explica que o comprimento das fibras é uma característica que apresenta dificuldades em constituir tendências ecológicas, possui uma difícil relação com latitudes e ambientes mais úmidos ou secos. Os autores atribuem esta dificuldade as variações ocorridas no sentido medula-casca, base-topo e até mesmo a idade das plantas, visto a dificuldade de avaliação em ambientes naturais.

Para a espessura da parede das fibras (Figura 24 b), nas espécies *C. amoenum*, *I. microdonta* e *A. angustifolia*, fibras mais espessas foram verificadas para o local 1, onde a altitude é menor. Em *M. euosma* maior espessura foi verificado para o local com maior altitude. Para a espécie *O. pulchella* foram observadas fibras mais espessas no local 2, não diferindo estatisticamente do local 1. Já para *P. myrtifolia* não houve diferença estatisticamente significativa para os três locais estudados.

Em síntese, a análise intraespecífica mostra que cada espécie apresentou um comportamento diferente em relação aos caracteres anatômicos ao longo do gradiente de altitude de acordo com muitos estudos. Contudo, Liu & Noshiro (2003); Angélico (2010) afirmam que algumas espécies não estabelecem tendências entre os caracteres anatômicos, ou ainda que as variações encontradas não estabelecem correlações com fatores ecológicos.

Das espécies estudadas, o *P. myrtifolia* foi a única a qual estabeleceu o comportamento descrito por Carlquist (1975), onde para o local de maior altitude foi verificado vasos mais compridos, com maiores diâmetros; raios mais longos e

mais largos e também uma menor frequência de vasos por mm<sup>2</sup>. Para a espécie de *I. microdonta* foi verificado a presença de vasos e raios curtos, vasos com diâmetro e raios com largura reduzida respectivamente, para a altitude intermediária entre os demais locais, porém Carlquist (1975) atribui estas características para locais mais baixos associada com uma menor quantidade de vasos por mm<sup>2</sup>.

### 5.3 RELAÇÃO DOS CARACTERES ANATÔMICOS E DAS VARIÁVEIS CLIMÁTICAS REGIONAIS E AS RELAÇÕES INTERESPECÍFICAS ENTRE OS CARACTERES ANATÔMICOS

As variáveis ambientais as quais foram utilizadas na matriz de análise RLQ estão presentes na Tabela 15, com suas respectivas correlações com o eixo 1. A análise RLQ dos dados climáticos regionais mostra que o eixo 1 explica 95,53% dos resultados. Isto indica que a co-estruturação entre os caracteres anatômicos e as variáveis ambientais foi principalmente decomposta pelo primeiro eixo da análise (Figura 25).

Tabela 15 – Variáveis climáticas utilizadas para a matriz R da análise RLQ, com suas respectivas correlações com os eixos 1 da RLQ. Valores em negrito e p corrig indicam respectivamente variáveis com correlação significativa com o Eixo 1 da RLQ, de acordo com a estatística de fourth-corner [modelo 6 com 49.999 permutações] e valor de p com correção fdr para comparações múltiplas.

Variáveis ambientais	Abrev.	RQL Eixo 1	p corrig
Temperatura média anual	TEMP MED	<b>0,400</b>	0,0925
Amplitude anual da temperatura mensal	AMP	<b>0,376</b>	0,0925
Isotermalidade	ISO	-0,227	0,8318
Temperatura mínima no mês mais frio	TEMP MIN	<b>0,378</b>	0,0925
Temperatura média no trimestre mais úmido	TEMP TRIU	-0,060	0,8318
Temperatura média no trimestre mais seco	TEMP TRIS	0,385	0,2859
Sazonalidade da precipitação	SAS PRE	-0,299	0,5198
Precipitação no trimestre mais seco	PREC TRIS	-0,045	0,2859
Cobertura média de nuvens	COB NMED	<b>-0,400</b>	0,0925
Sazonalidade de cobertura de nuvens	SAS COBN	-0,319	0,2859

Fonte: Produção do próprio autor, 2016.

De acordo com as análises, as variáveis climáticas regionais que mais explicam as características anatômicas estudadas foram: temperatura média anual, amplitude anual da temperatura mensal, temperatura mínima no mês mais frio e a cobertura média de nuvens.

De todas as características anatômicas estudadas (comprimento e diâmetro do lúmen dos vasos, quantidade de vasos por mm<sup>2</sup>, comprimento médio dos apêndices, diâmetro médio das pontoações intervesselares, raio-vasculares, areoladas, do campo de cruzamento, comprimento dos raios em micrômetros e em número de células, largura dos raios em

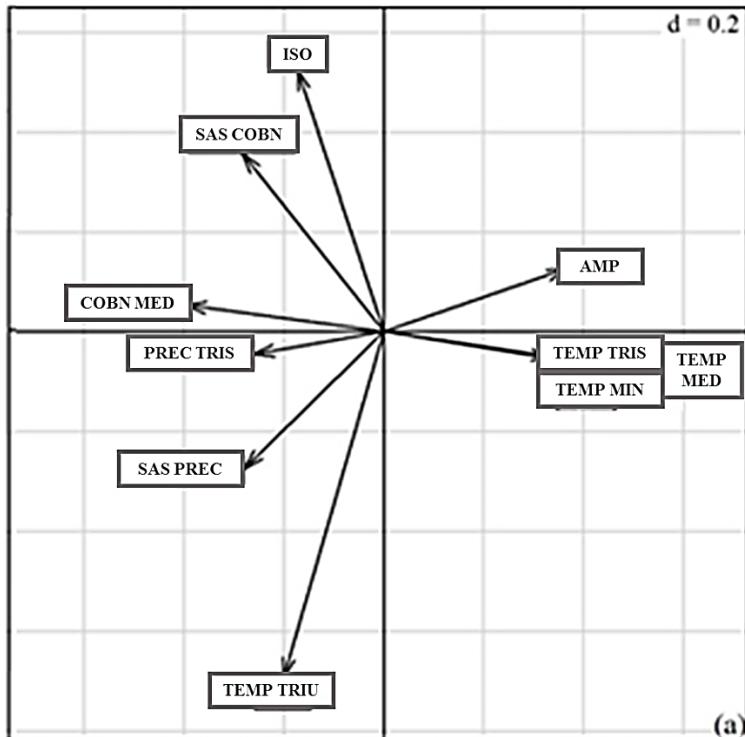
micrômetros e em número de células, quantidade de raios por mm linear, comprimento e espessura da parede celular das fibras), apenas as características citadas na Tabela 16 apresentaram correlação, explicando a variância total dos dados.

Tabela 16 – Caracteres anatômicos utilizados para matriz Q da análise RLQ, com suas respectivas correlações com o primeiro eixo da RLQ. Valores em negrito e p corrig indicam respectivamente variáveis com correlação significativa com o Eixo 1 da RLQ, de acordo com a estatística de fourth-corner [modelo 6 com 49.999 permutações] e valor de p com correção fdr para comparações múltiplas.

<b>Caracteres anatômicos da madeira</b>	<b>Abrev.</b>	<b>RQL Eixo 1</b>	<b>p corri</b>
Diâmetro dos vasos	Diâm. Vasos	0,552	0,56301
Comprimento dos vasos	Comp. Vasos	-0,470	0,56301
Comprimento médio dos apêndices dos vasos	Comp. Med. Apên.	-0,374	0,56301
Número de vasos por mm <sup>2</sup>	Freq. Vasos	-0,377	0,56301
Comprimento das fibras	Comp. Fibras	-0,417	0,56301
Número de raios por mm linear	Freq. Raios	0,136	0,86132

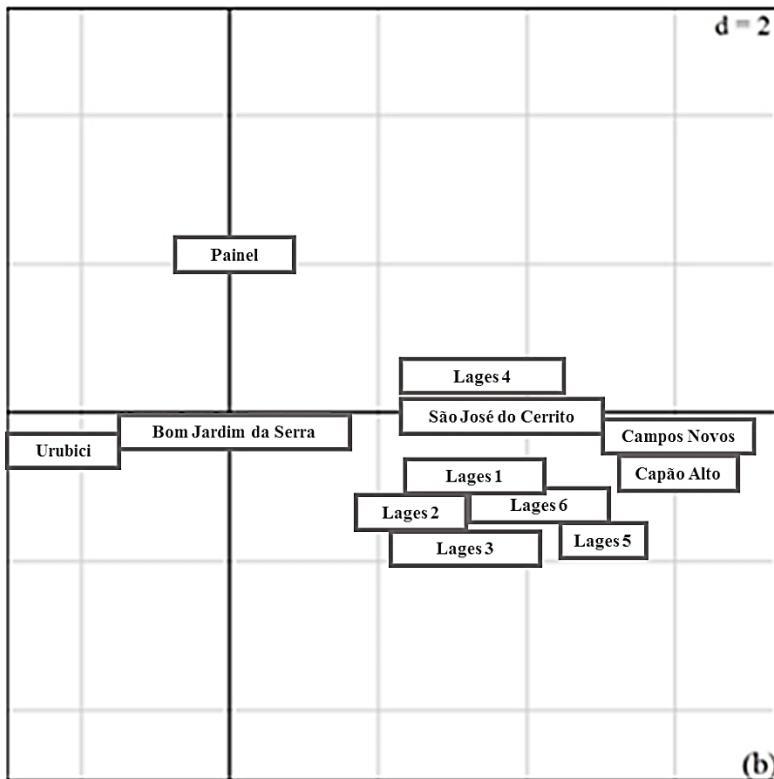
Fonte: Produção do próprio autor, 2016.

Figura 25 - *Loadings* (correlação) das variáveis climáticas (a) e características anatômicas (c) em relação aos eixos 1 e 2 da RLQ, com os respectivos scores dos locais (b) e espécies avaliadas (d).



Continua...

Figura 25 – Continua...



Continua...

Figura 25 – Continua...

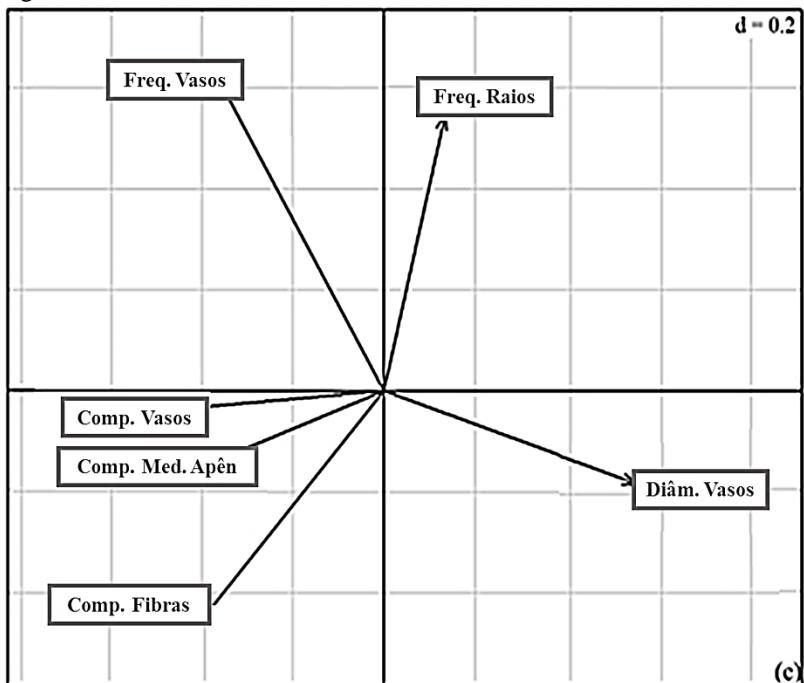
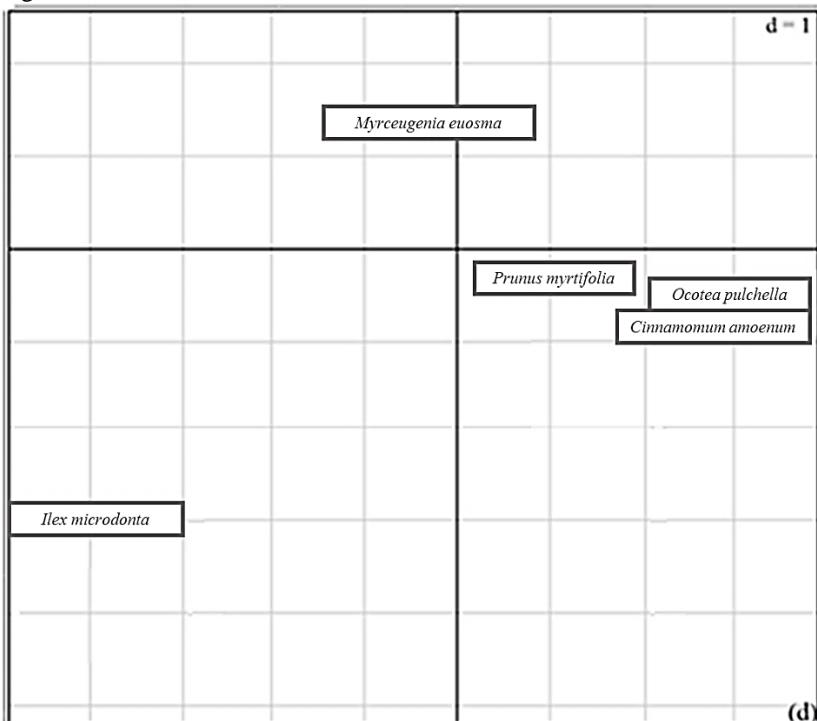


Figura 25 – Continua...



Fonte: Produção do próprio autor, 2016.

\* A letra d no canto superior direito indica a dimensão do grid de escala.

Os valores observados para maiores comprimentos dos vasos e menores diâmetros, estão intimamente relacionados com os locais onde ocorre uma maior concentração de cobertura média de nuvens, sendo para este estudo o município de Urubici, caracterizado por um ambiente nebuloso (Figura 25 A e B), local onde ocorre a maior altitude.

A influência dos fatores climáticos também mostra a ocorrência de um padrão, onde o aumento do diâmetro dos vasos é favorecido com a diminuição da condição de floresta nebulosa e um gradativo aumento na temperatura, caracterizando as espécies que ocorrem nestes locais com um sistema

condutor de água mais eficiente, sendo uma vantagem ecológica em relação a eficiência no uso da água.

Noshiro & Baas (2000), estudaram o lenho de 242 espécies do gênero *Cornus* amostradas no hemisfério norte, as análises entre fatores climáticos (latitude, temperatura e precipitação) e as variações nas características anatômicas da madeira (comprimento de fibras, comprimento, diâmetro, frequência e índice de agrupamento de vasos), permitem afirmar que a latitude foi o fator correlacionado mais fortemente com as variações nas características anatômicas.

A análise interespecífica (Figura 25 C e D) mostra ainda que as espécies *C. amoenum* e *O. pulchella* pertencentes a família Lauraceae, apresentam grande semelhança em relação a suas características anatômicas, principalmente com o diâmetro de vasos.

O estudo realizado por Barros et al. (2006) mostram que os caracteres anatômicos de espécies da mesma família não se agrupam por famílias, mantendo assim comportamentos diversos. Assim como neste estudo, as espécies de Lauraceas também permaneceram muito próximas.

A espécie *I. microdonta* apresentou maior heterogeneidade em suas características anatômicas quando comparadas com as demais Angiospermas estudadas. Espécies como *M. euosma* e *P. myrtifolia* apresentam semelhanças em relação aos vasos com diâmetros pequenos e elevado número de poros por mm<sup>2</sup>.

## 6 CONCLUSÕES

A caracterização anatômica das espécies estudadas, estão de acordo com estudos já realizados para as mesmas.

A análise intraespecífica mostra que os caracteres anatômicos comprimento, diâmetro do lúmen e vasos por mm<sup>2</sup>, foram as características que mais sofreram influências do gradiente de altitude.

A condição de floresta nebulosa, favorecida principalmente pela cobertura média de nuvens, influenciou diretamente na formação de vasos mais compridos e com diâmetro reduzido nos locais mais altos.

As condições climáticas regionais quando relacionados com as variáveis anatômicas, levam a ocorrência de um padrão de estratégia ecológica relacionado a eficiência hídrica, onde as espécies que ocorrem no local de menor altitude apresentam elementos anatômicos que caracterizam uma maior eficiência, enquanto que as espécies que ocorrem no local mais alto maior segurança.

## 7 RECOMENDAÇÕES

Para estudos futuros, recomenda-se o aumento do número de espécies amostradas e áreas de coleta. O contraste entre gradiente de altitude e umidade do solo, juntamente com a redução do número de variáveis anatômicas avaliadas contribuirá positivamente para explicar melhor os resultados em estudos futuros.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALLA, A. Q.; CAMARERO, J. J. Contrasting responses of radial growth and wood anatomy to climate in a Mediterranean ring-porous oak: implications for its future persistence or why the variance matters more than the mean. **European Journal of Forest Research**, v. 131, n. 5, p. 1537-1550, 2012.

ALVES E.S.; ANGYALOSSY-ALFONSO V. Ecological trends in the wood anatomy of some brazilian species. 1. growth rings and vessels. **IAWA Journal**, v. 21, n.1, p. 3-30, 2000.

AMPESE, M. **Análise do uso de diferentes madeiras locais em vinho tinto.** Trabalho de conclusão de curso (Tecnólogo em Viticultura e Enologia) Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul. Bento Gonçalves, 2011.

ANGÉLICO, T. dos S. **Anatomia do lenho de caule e raiz de plantas jovens de *Enterolobium contortisiliquum* (VELL.) Morong (Fabaceae-mimosoideae) crescendo em diferentes condições edáficas.** Dissertação (Morfologia e Diversidade Vegetal) – Universidade Estadual paulista, Botucatu, 2010.

APPEZZATO-DA-GLÓRIA, B.; CARMELLO-GUERREIRO, S. M. **Anatomia vegetal.** UFV, ed. 3, p.404, 2013.

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

BAAS, P. **Systematic, phylogenetic, and ecological wood anatomy—history and perspectives.** In: New perspectives in wood anatomy. Springer Netherlands, p. 23-58. 1982.

BARROS, C. F., MARCON-FERREIRA, M. L., CALLADO, C. H., LIMA, H. R. P., DA CUNHA, M., MARQUETE, O., & COSTA, C. G. Tendências ecológicas na anatomia da madeira de espécies da comunidade arbórea da Reserva Biológica de Poço das Antas, Rio de Janeiro, Brasil. **Rodriguésia**, p. 443-460, 2006.

BARRICHELO, L.E.G; BRITO, J.O. Variabilidade radial da madeira de *Pinus caribaea* var. hondurensis. **Instituto de Pesquisa e Estudo Florestal**, n. 18, p. 81-102, 1979.

BENJAMINI, Y.; HOCHBERG, Y. Controlling the false discovery rate: a practical and powerful approach to multiple testing. **Journal of the Royal Statistical Society. Series B (Methodological)**, p. 289-300, 1995.

BROTTO, M.L.; VIEIRA, T.; DOS SANTOS, É. P. Flórula do Morro dos Perdidos, Serra de Araçatuba, Estado do Paraná, Brasil: Aquifoliaceae. **Estudos de Biologia**. n. 29, p. 129-135, 2007.

BRUIJNZEEL, L.A.; VENEKLAAS, E. J. Climatic conditions and tropical montane forest productivity: the fog has not lifted yet. **Ecology**, n. 79, p. 3-9, 1998.

BURGER, L.M.; RICHTER, H.G. **Anatomia da Madeira**. São Paulo: Nobel, p. 153. 1991.

CAPOBIANCO, J. P. R. Mata Atlântica: conceitos, abrangência e área original. In: SCHAFFER, W.B.; PROCHNOW, M. **A Mata Atlântica e você**. Brasília, DF: Apremavi, p. 111-124, 2002.

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

CARLQUIST, S. Ecological factors in wood evolution: a floristic approach. **American Journal of Botany**, p. 887-896, 1977.

CARLQUIST, S. **Comparative Wood Anatomy. Systetatic, Ecological, and Evolutionary Aspects of Dicotyledon Wood.** Springer Science & Business Media, 2013.

CARLQUIST, S.; HOEKMAN, D. A. Ecological wood anatomy of the woody southern Californian flora. **IAWA Journal**, v. 6, n. 4, p. 319-347, 1985.

CHAVE, J. **Medição da densidade da madeira em árvores tropicais - Manual de campo.** Sixth Framework Programme, Lab. Evolution et Diversité Biologique Université Paul Sabatier, Toulouse, France, 2006.

CLIMATE RESEARCH UNIT – **CRU.** Disponível em:<<http://www.cru.uea.ac.uk/>> Acesso em: 13/05/2016.

COMISSÃO PANAMERICANA DE NORMAS TÉCNICAS-**COPANT.** Descrição macroscópica, microscópica e geral da madeira. São Paulo, v. 30, p.1-19, 1974.

CORADIN, V. T. R.; MUÑIZ, G. M. B. **Normas de procedimentos em estudos de anatomia de madeira: I. Angiospermae. II. Gimnospermae.** Laboratório de Produtos Florestais, Brasília, v. 15, p. 1-19, 1991.

CORAIOLA, M.; NETTO, S. P. Levantamento da composição florística de uma floresta estacional semidecidual localizada no

município de Cássia-MG. **Revista Acadêmica: ciências agrárias e ambientais**, v. 1, n. 1, p. 11-21, 2003.

COSMO, N. L. **Anatomia ecológica e crescimento do lenho de *Sebastiania commersoniana* (Baillon) Smith e Downs, em diferentes condições geomorfológicas e pedológicas da planície do Rio Iguaçu, PR, Brasil**. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2008.

COSMO, N. L. **Ecologia do lenho de 19 espécies nativas do estado do Paraná**. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2012.

CRONQUIST, A. **An Integrated System of Classification of Flowering Plants**. Columbia University Press, New York, 1981.

DA SILVA, M.; MEDEIROS, J. De D. Anatomia da madeira de canela-preta: *Ocotea catharinensis* Mez. (Lauraceae). **INSULA Revista de Botânica**, v. 29, p. 67, 2000.

DA SILVA, M. **Anatomia da madeira de *Ocotea odorifera* (Vell.) Rohwer (Lauraceae)**. Dissertação (Mestrado em Biologia Vegetal) Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2003.

FALKENBERG, D. de B.; VOLTOLINI, J. C. The montane cloud forest in southern Brazil. In: **Tropical Montane cloud forests**. Springer US, p. 138-149. 1995.

DE CARVALHO, M. M. X. Os fatores do desmatamento da Floresta com Araucária: agropecuária, lenha e indústria madeireira. **Esboços-Revista do Programa de Pós-**

**Graduação em História da UFSC, Florianópolis, v. 18, n. 25,**  
p. 32-52, 2011.

DE LIMA, R. S.; OLIVEIRA, P. L.; RODRIGUES, L. R. Anatomia do lenho de *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong (Leguminosae-Mimosoideae) ocorrente em dois ambientes. **Revista brasileira de Botânica**, v. 32, p. 361-374, 2009.

DE MATTOS, P. P., DE BORTOLI, C., MARCHESAN, R., & ROSOT, N. C. Caracterização física, química e anatômica da madeira de Araucaria angustifolia (Bert.) O. Kuntze. **Embrapa Florestas**, 2006.

DENARDI, L.; MARCHIORI, J.N.C. Anatomia ecológica da madeira de *Blepharocalyx salicifolius* (HBK) Berg. **Ciência Florestal**, v. 15, n. 2, p. 119-127, 2005.

DE SOUZA, K. F. **Comparação da anatomia foliar de Myrsine coriacea e Myrsine umbellata em diferentes cotas altitudinais.** Dissertação (Mestrado em Botânica) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2014.

DETIENTE, P.; JACQUET, P. Atlas d'identification des bois de l'amazonie et des régions voisines. **Centre Technique Forestier Tropical**, Nogent s/Marne. 640 pp., 1983.

DICKISON, W. **Integrative plant anatomy.** Academic Press, p. 533, 2000.

DO ROSÁRIO, D. de A. P. **Padrões florísticos e tipos funcionais em floresta com Araucária e suas relações com o solo.** Dissertação (Mestrado em Ecologia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2001.

DOS SANTOS, S. R.; MARCHIORI, J. N. C. Anatomia do xilema secundário de *Myrceugenia euosma* (O. Berg) D. Legrand (Myrtaceae). **Balduinia**, n. 16, p. p. 24-29, 2009.

DRAY, S.; DUFOUR, A.B. The ade4 package: implementing the duality diagram for ecologists. **Journal of Statistical Software**. v.22, n.4, p. 1-20, 2007.

DRAY, S.; LEGENDRE, P. Testing the species traits-environment relationships: the fourth-corner problem revisited. **Ecology**, v. 89, n. 12, p. 3400-3412, 2008.

DRAY, S.; CHOLER, P.; DOLÉDEC, S.; PERES-NETO, P. R.; THUILLER, W.; PAVOINE, S.; TER BRAAK, C. J. Combining the fourth-corner and the RLQ methods for assessing trait responses to environmental variation. **Ecology**, v. 95, n. 1, p. 14-21, 2014.

DÜNISCH, O.; REISSMANN, C. B.; OLISZESKI, A. Variability of vessel characteristics in the xylem of *Ilex paraguariensis* (mate-tree) from south Brazil. **IAWA Journal**, v. 25, n. 4, p. 449-458, 2004.

ECKBLAD, J.W. How many samples should be taken? **BioScience** v. 41, 346-348. 1991.

ELLER, C. B.; LIMA, A. L.; OLIVEIRA, R. S. Foliar uptake of fog water and transport belowground alleviates drought effects in the cloud forest tree species, *Drimys brasiliensis* (Winteraceae). **New Phytologist**, v. 199, n. 1, p. 151-162, 2013.

ESAU, K. **Anatomy of seed plants**. New York: J. Wiley, p.550, 1976.

FERREIRA, P. I.; GOMES, J. P.; BATISTA, F.; BERNARDI, A. P.; DA COSTA, N. C. F.; DA COSTA BORTOLUZZI, R. L.; MANTOVANI, A. Espécies Potenciais para Recuperação de Áreas de Preservação Permanente no Planalto Catarinense. **Floresta e Ambiente**, v. 20, n. 2, p. 173-182, 2013.

FERREIRA, T. DE S.; HIGUCHI, P.; DA SILVA, A. C.; MANTOVANI, A.; MARCON, A. K.; SALAMI, B.; DALLA ROSA, A. Distribuição e riqueza de espécies arbóreas raras em fragmentos de Floresta Ombrófila Mista ao longo de um gradiente altitudinal, em SANTA CATARINA. **Revista Arvore**, v. 39, n. 3, p. 447-455, 2015.

FONTI, P.; TABAKOVA, M. A.; KIRDYANOV, A. V.; BRYUKHANOVA, M. V.; VON ARX, G. Variability of ray anatomy of *Larix gmelinii* along a forest productivity gradient in Siberia. **Trees**, v. 29, n. 4, p. 1165-1175, 2015.

FRANÇA, G. S.; STEHMANN, J. R. Composição florística e estrutura do componente arbóreo de uma floresta altimontana no município de Camanducaia, Minas Gerais, Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 27, n. 1, p. 19-30, 2004.

FRANKLIN, G. Preparation of thin sections of synthetic resins and wood - resin composites and a new macerating method for wood. **Nature** v.155, n. 3924, p. 51, 1945.

GALVÁN, J.; CAMARERO, J. J.; SANGÜESA-BARREDA, G.; ALLA, A. Q.; GUTIÉRREZ, E. Sapwood area drives growth in mountain conifer forests. **Journal of Ecology**, v. 100, n. 5, p. 1233-1244, 2012.

GARTNER, B. L. **Plant stems: physiology and functional morphology**. Academic Press, 1995.

GEETHAKUMARY, M. P.; PANDURANGAN, A. G.; DEEPU, S. A new species of *Cinnamomum* (Lauraceae) from Nilgiris, southern Western Ghats, India. **Phytotaxa**, v. 224, n. 3, p. 283-290, 2015.

GIANNERINI, A. C.; QUINET, A.; ANDREATA, R. H. P. Lauraceae no Parque Nacional do Itatiaia, Brasil. **Rodriguésia-Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro**, v. 66, n. 3, p. 863-880, 2015.

GIMENEZ, A. M.; CALATAYU, F.; DIAZ ZIRPOLO, J.; FIGUEROA, M. E.; GONZALEZ, D. Anatomía comparada del leño de tres especies nativas de *Schinopsis* (Anacardiaceae). **Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica**, v. 50, n. 3, p. 323-335, 2015.

GOMES-BEZERRA, K.M.; FARIA, J. E.Q.; LANDRUM, L.R.; SOARES-SILVA, L. H. A new species of *Myrceugenia* (Myrteae, Myrtaceae) from Distrito Federal, Brazil, with notes on its micromorphology. **Phytotaxa**, v. 183, n. 1, p. 37-43, 2014.

GOMES, M.; FILIZOLA, H.; SPADOTTO, C. Classificação das áreas de recarga do sistema aquífero guarani no Brasil em domínios pedomorfoagroclimáticos - subsídio aos estudos de avaliação de risco de contaminação das águas subterrâneas. **Revista do Departamento de Geografia**, v.18, p. 67-74, 2006. GONÇALVES, T.A.P.; ZBROWSKI, M.B.; SCHEELYBERT, R. Coleção de referência antracológica: anatomia da madeira de espécies de Anacardiaceae, Annonaceae, Aquifoliaceae, Apocynaceae, Araliaceae e Compositae de vários biomas brasileiros. In: **Congresso Brasileiro da Associação de Estudos do Quaternário**. p. 171, 2005.

GRECHKA, D.A. **RFc**: Client for FetchClimate Web Service. R package version v. 0, p. 1-1, 2016. Disponível em: <<http://CRAN.R-project.org/package=RFc>> Acesso em: 02/05/2016.

GRUBB, P.J. Control of forest growth and distribution on wet tropical mountains: with special reference to mineral nutrition. Annual Review of **Ecology and Systematics**, n. 8, p. 83-107, 1977.

HIGUCHI, P.; DA SILVA, A. C.; DE SOUZA FERREIRA, T.; DE SOUZA, S. T.; GOMES, J. P.; DA SILVA, K. M.; DOS SANTOS, K. F.; LINKE, C.; DA SILVA PAULINO, P. Influência de variáveis ambientais sobre o padrão estrutural e florístico do componente arbóreo, em um fragmento de Floresta Ombrófila Mista Montana em Lages, SC. **Ciência Florestal**, v. 22, n. 1, p. 79-90, 2012.

HIGUCHI, P.; DA SILVA, A. C.; DE ALMEIDA, J. A., DA COSTA BORTOLUZZI, R. L., MANTOVANI, A., DE SOUZA FERREIRA; DA SILVA, K. M. Florística e estrutura do componente arbóreo e análise ambiental de um fragmento de Floresta Ombrófila Mista Alto-Montana no município de Painel, SC. **Ciência Florestal**, v. 23, n. 1, p. 153-164, 2013.

HIJMANS, R.J. **Raster**: Geographic Data Analysis and Modeling. R package version v. 2, p. 4-18, 2015. Disponível em: <<http://CRAN.R-project.org/package=raster>> Acesso em: 02/05/2016.

HIJMANS, R.J.; CAMERON, S.E.; PARRA, J.L.; JONES, P.G.; A. JARVIS, A. Very high resolution interpolated climate surfaces for global land areas. **International Journal of Climatology**, v.25, n.15, p. 1965-1978, 2005.

HUSCH, B.; MILLER, C. I.; BEERS, T. W. **Forest mensuration.** New York: The Ronald Press Co. ed.2, p. 410, 1972.

IAWA COMMITTEE. International Association of Wood Anatomists. List of microscopic features for hardwood identification. **IAWA Bulletin** v.10, n. 3, p. 220-332, 1989.

INOUE, M. T.; RODERJAN, C. V.; KUNIYOSHI, S. Y. **Projeto Madeira do Paraná.** Curitiba: FUPEF, 260 p, 1984.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEGRAFIA E ESTATISTICA - IBGE. **Manual técnico da vegetação brasileira.** Série: Manuais técnicos em geociências n.1. Rio de Janeiro: Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2 ed., 2012.

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS – IPT.  
**Informações sobre madeiras.** Disponível em:<  
[http://www.ipt.br/informacoes\\_madeiras/](http://www.ipt.br/informacoes_madeiras/)> Acesso em  
11/02/16.

KLOCK, U.; MUÑIZ, G. D.; HERNANDEZ, J. A.; ANDRADE, A. D. **Química da madeira.** Fupef, Curitiba, 2005.

KNIGHT, A.P.; WALTER, R.G. **A Guide to Plant Poisoning of Animals in North America.** Teton New Media: Jackson Hole, WY, USA, 2002.

KOEHLER, A.; GALVÃO, F.; LONGHI, S. J. Floresta Ombrófila Densa Altomontana: aspectos florísticos e estruturais de diferentes trechos na Serra do Mar, PR. **Ciência Florestal**, v. 12, n. 2, p. 27-39, 2002.

KOLLMANN, F. P.; CÔTÉ JR, W. **Principles of Wood Science and Technology. Vol. I. Solid Wood.** Springer-Verlag, New York, 1968.

KÖPPEN, W. **Climatología:** con un estudio de los climas de la tierra. Mexico: Fondo de Cultura Economica. 478 p. 1948.

LABORATÓRIO DE MANEJO FLORESTAL. **Herbário online Gerson Luiz Lopes.** 2016. Disponível em: <<http://sites.unicentro.br/wp/manejoforestal/9216-2/>> Acesso em: 02/02/16.

LANDRUM, L. R.; KAWASAKI, M. L. The genera of Myrtaceae in Brazil. An illustrate synoptic treatment and identification keys. **Brittonia**, New York, v.49, n.4, p. 508-536, 1997.

LARCHER, W. **Ecofisiologia Vegetal.** Tradução Carlos Henrique B. A. Prado. São Paulo, RIMA Artes e textos, p. 531, 2000.

LIEBERMAN, D., LIEBERMAN, M., PERALTA, R.; HARTSHORN, G.S. Tropical forest structure and composition on a large-scale altitudinal gradient in Costa Rica. **Journal of Ecology** n. 84, p. 137-152, 1996.

LI, S.; LENZ, F.; ESPINO, S.; KARIMI, Z.; KLEPSCH, M.; SCHENK, H. J.; SCHMITT, M.; SCHULDT, B.; JANSEN, S. Intervessel pit membrane thickness as a key determinant of embolism resistance in angiosperm xylem. **IAWA Journal**, v. 37, n. 2, p. 152-171, 2016.

LINGNER, D. V.; OLIVEIRA, Y. M. M.; ROSOT, N. C.; DLUGOSZ, F. L. Caracterização da estrutura e da dinâmica de um remanescente de Floresta de Araucária no Planalto

Catarinense. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, n. 55, p. 55-66, 2007.

LIU, J.; NOSHIRO, S. Lack of latitudinal trends in wood anatomy of *Dodonaea viscosa* (Sapindaceae), a species with a worldwide distribution. **American Journal of Botany**, v. 90, n. 4, p. 532-539, 2003.

LONGUI, E.L.; BUFOLO, A.; AGUIAR, O.T.de; LIMA, I.L. de; FLORSHEIM, S.M.B. Anatomia comparada do lenho de *Parapiptadenia gonoacantha* (Mart.) J.F. Macbr. em dois tipos de vegetação. **Hoehnea**, São Paulo, v. 36, p. 715-724, 2009.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. Nova Odessa: Instituto Plantarum de Estudos da Flora, v.2, 352 p. 1998.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. Nova Odessa: Instituto Plantarum de Estudos da Flora, v.1, 4. ed. 384 p. 2002.

LORENZI, H.; MATOS, F.J.A. **Plantas medicinais do Brasil: nativas e exóticas**. Nova Odessa: Instituto Plantarum, p.71-2. 2002.

LORENZI, H.; BACHER, L.; LACERDA, M.; SARTORI, S. **Frutas Brasileiras e Exóticas Cultivadas**. Instituto Plantarum: Nova Odessa, 572 p. 2006.

LUCHI, A. E. Anatomia do lenho de *Croton urucurana* Baill. (Euphorbiaceae) de solos com diferentes níveis de umidade. **Revista Brasil. Bot.**, v. 27, n. 2, p. 271-280, 2004.

MABBERLEY, D. J. **Mabberley's plant-book: a portable dictionary of plants, their classifications and uses.** Cambridge University Press, 2008.

MARCHIORI, J. N. C. **Dendrologia das Angiospermas.** Das magnoliáceas ás flacurtiáceas. Editora UFSM, Santa Maria, 271 p. 1997.

MARCHIORI, J. N. C.; SOBRAL, M. **Dendrologia das angiospermas – Myrtales**, Editora UFSM, Santa Maria, 304 p. 1997.

MARCHIORI, J. N. C. **Dendrologia das Angiospermas.** Das bixáceas ás rosáceas. Editora UFSM, Santa Maria, 240 p. 2000.

MARCHIORI, J. N. C. **Dendrologia das Gimnospermas.** Editora UFSM, Santa Maria, 160 p. 2005.

METCALFE, C.; CHALK, L. **Anatomy of the Dicotyledons.** Clarendon Press, Oxford, v.2, 1950.

METCALFE C.R, CHALK L. **Anatomy of the Dicotyledones:** leaves, stem and wood in relation to taxonomy with notes on economic uses. Oxford: Clarendon Press, v.2. 1972.

MORAIS, L.M.F.; DA CONCEIÇÃO, G.M.; NASCIMENTO, J.de M. Família Myrtaceae: análise morfológica e distribuição geográfica de uma coleção botânica. **Agrarian Academy,** Goiânia, v.1, n.1, p.317-346, 2014.

NAIMI, B. **Usdm:** Uncertainty Analysis for Species Distribution Models. R package version v.1, p.1-15, 2015.  
Disponível em: <<http://CRAN.R-project.org/package=usdm>>  
Acesso em: 02/05/2016.

NEGRINI, M.; HIGUCHI, P.; DA SILVA, A. C.; SPIAZZI, F. R.; JUNIOR, F. B.; VEFAGO, M. B. Heterogeneidade florístico-estrutural do componente arbóreo em um sistema de fragmentos florestais no Planalto Sul Catarinense. **Revista Árvore**, v. 38, n.5, p. 779-786, 2014.

NIKLAS, K. J. **Plant allometry: the scaling of form and process**. Chicago: The University of Chicago Press, p. 395, 1994.

NOSHIRO, S.; BAAS, P. Latitudinal trends in wood anatomy within species and genera: case study in *Cornus* S.L. (Cornaceae). **American Journal of Botany**, v. 87, n. 10, p. 1495-1506, 2000.

OKSANEN, J.; GUILLAUME BLANCHET, F.; KINTDT, R.; LEGENDRE, P.; MINCHIN, P.R.; O'HARA, R. B.; SIMPSON, G.L.; SOLYMOS, P.; STEVENS, M.H.H.; WAGNER, H. **Vegan**: Community Ecology Package. R package version, v.2, p. 3-5, 2016. Disponível em:< <http://CRAN.R-project.org/package=vegan>> Acesso em: 02/05/2016.

OLIVETTE, I. dos S. P.; CRISOSTIMO, A. L. **Importância da espécie araucária para a preservação da biodiversidade na região centro-sul do Paraná**. Secretaria de Estado da Educação—SEED, Superintendência da Educação—SUED, Programa de Desenvolvimento Educacional—PDE, Equipe Pedagógica do PDE, Guarapuava, 2009.

PIZO, M. A. Padrão de deposição de sementes e sobrevivência de sementes e plântulas de duas espécies de Myrtaceae na Mata Atlântica. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 26, n.3, p.371-377, 2003.

POLETTI, I.; MUNIZ, M. F. B.; CECONI, D. E.; SANTIN, D.; WEBER, M. N. D.; BLUME, E. Zoneamento e identificação de *Fusarium* spp. causador de podridão-de-raízes em plantios de erva-mate (*Ilex paraguariensis* A. St.- Hil.) na região do Vale do Taquarí-RS. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 16, n. 1, p. 1-10, 2006.

QUINET, A.; BAITELLO, J.B.; MORAES, P.L.R. DE; ASSIS, L.; ALVES, F.M. Lauraceae in **Lista de Espécies da Flora do Brasil. Jardim Botânico do Rio de Janeiro**. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/jabot/floradobrasil/FB143>>. Acesso em: 06 Fev. 2016.

RAVEN, P.H.; EVERET, R.F.; EICHHORN, S.E. **Biologia Vegetal**. Coord. Trad. J.E.Kraus. Editora Guanabara Koogan, Rio de Janeiro, 7 ed. 2007.

R Core Team. **R: A language and environment for statistical computing**. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria, 2015. Disponível em: <<https://www.R-project.org/>>. Acesso em: 02/05/2016.

REITZ, R.; KLEIN, M. R.; REIS, A. **Madeiras do Brasil (Santa Catarina)**. Lunardelli, Florianópolis, 320 p. 1979.

REITZ, R.; KLEIN, R. M. **Araucariaceae**. Itajaí: Herbário Barbosa Rodrigues, 29 p. 1966.

RITA, A.; CHERUBINI, P.; LEONARDI, S.; TODARO, L.; BORGHETTI, M. Functional adjustments of xylem anatomy to climatic variability: insights from long-term *Ilex aquifolium* tree-ring series. **Tree physiology**, v.55, p. 817-828, 2015.

**RODRIGUES, G de A. Influência da altitude na estrutura da floresta de encosta na ilha da Marambaia-RJ.**

Monografia (Graduação em Engenharia Florestal) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2010.

ROSOT, M. A. D.; OLIVEIRA, Y. M. M.; RIVERA, H.; CRUZ, P.; MATTOS, P. P. Desarrollo de un modelo de plan de manejo para áreas protegidas en bosques con araucaria en el sur de Brasil. In: **CONGRESO LATINOAMERICANO IUFRO: Bosques - la creciente importancia de sus funciones ambientales, sociales y económicas 2006**. La Serena, Santiago - Chile, p. 110. INFOR/FAO, 2006.

SANSBERRO, P. A.; REY, H. Y.; MROGINSKI, L. A. In vitro culture of zygotic embryos of *Ilex* species. **HortScience**, v. 36, n. 2, p. 351-352, 2001.

SANTOS, S. O.; ALVES, M. V. Sinopse taxonômica da família Lauraceae na porção norte da Floresta Atlântica brasileira. **Revista brasileira de Biociências**, v. 11, n. 1, 2013.

SEIBERT, C.L.; NEGREIROS, O.C.; BUENO, R.A.; EMERICH, W.; MOURA-NETTO, B.V.; MARCONDES, M.A.P; CESAR, S.F.; GUILLANIMON, J.R.; MONTAGNA, R.A.A.; BARRETO, J.R.; OLIVEIRA, M.C.; GODOI, A. Plano de manejo no Parque Estadual de Campos de Jordão. **Boletim Técnico do Instituto Florestal de São Paulo**, v.19, p. 1-153, 1975.

SHIMIZU, J.Y.; OLIVEIRA, Y.M.M. Distribuição, variação e usos dos recursos genéticos da araucária no sul do Brasil. Curitiba: **EMBRAPA-URPFCS**. p. 9, 1981.

**SIMÃO-BIANCHINI, R. Rosaceae in Lista de Espécies da Flora do Brasil. Jardim Botânico do Rio de Janeiro.**

Disponível em:

<<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/jabot/floradobrasil/FB209>>.

Acesso em: 06 Fev. 2016.

SIMONIN, K. A.; SANTIAGO, L. S.; DAWSON, T. E. Fog interception by *Sequoia sempervirens* (D. Don) crowns decouples physiology from soil water deficit. **Plant, Cell & Environment**, v. 32, n. 7, p. 882-892, 2009.

**SOARES-SILVA, L. H. A família Myrtaceae – subtribos: Myrciinae e Eugeniinae na bacia hidrográfica do Rio Tibagi, estado do Paraná, Brasil.** Tese. (Doutorado em Biologia Vegetal) – Universidade Estadual de Campinas, São Paulo, 2000.

**SOBRAL, M.; JARENKOW, J.A.; BRACK, P.; IRGANG, B.; LAROCCA, J. RODRIGUES, R.S. Flora arbórea e arborescente do Rio Grande do Sul, Brasil.** São Carlos, RiMA, Novo Ambiente, 2006.

**SOBRAL, M.; PROENÇA, C.; SOUZA, M.; MAZINE, F.; LUCAS, E. Myrtaceae in Lista de Espécies da Flora do Brasil.** Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/jabot/floradobrasil/FB171>>. Acesso em: 13 Fev. 2016

**SONSIN, J.A.; GASSON, P.; MACHADO, S.R.; CAUM, C.; MARCATI, C.R.** Atlas da diversidade de madeiras do cerrado paulista. **Fundação de Estudos e Pesquisas Agrícolas e Florestais**, 2014.

**SOUZA, V.C.; LORENZI, H. Botânica sistemática (guia ilustrado para identificação das famílias de Angiospermas**

**da flora brasileira, baseado em APG II).** Nova Odessa, Instituto Plantarum, 2005.

SUN, J.; WU, J.; WANG, X., GU, J.; GAO, Z. Comparative wood anatomy of 56 species of Lauraceae from Yunnan, China. **Brazilian Journal of Botany**, v. 38, n. 3, p. 645-656, 2015.

TER BRAAK, C.J. CORMONT, A.; DRAY, S. Improved testing of species traits-environment relationships in the fourth corner problem. **Ecology**, v. 93, n. 7, p. 1525-1526, 2012.

TIMOFIECSYK, A., MATTOS, P. P. Características físicas, químicas e anatômicas da madeira de Araucaria angustifolia. In: EVENTO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA EMBRAPA FLORESTAS, I., 2002, Colombo. **Anais**. Colombo: Embrapa Florestas, 2002.

VAN DER GRAFF, N.A.; BAAS, P. Wood anatomical variation in relation to latitude and altitude. **Blumea - Biodiversity, Evolution and Biogeography of Plants**, v. 22, n. 1, p. 101-121, 1974.

VIBRANS, Alexandre C. **Apostila de Dendrologia**. Departamento de Engenharia florestal – FURB, Blumenau, 2004.

VIEIRA, H.C.; PICINATO FILHO, V.; KNIESS, D.D.C; RIBEIRO, De O. AMPESSAN, C.M.; MORI, F.A.; BRAND, M.A.; RIOS, P.D. Descrição microscópica da anatomia da madeira de quatro espécies do gênero Ocotea Aubl. In: **II Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia da Madeira**. Anais... 2015.

WAHYUDI, I.; WALUYO, T. K.; DUNGANI, R.;  
HADIYANE, A.; HERNANDI, M. F. Wood anatomical from  
Indonesian genus *Cinnamomum* (Lauraceae) and their  
identification key. *Asian Journal of Plant Sciences*, v. 14, n.  
1, p. 11, 2015.

WILKES J. Variations of wood anatomy within species of  
Eucalyptus. *IAWA Bulletin*; n. 9, p. 13-23, 1988.

WILSON, A. M.; JETZ, W. Remotely Sensed High-Resolution  
Global Cloud Dynamics for Predicting Ecosystem and  
Biodiversity Distributions. *PLoS Biol*, v. 14, n. 3, p. e1002415,  
2016.

WHITTAKER, R. H. **Gradient analysis of vegetation.**  
Biological reviews, v. 42, n. 2, p. 207-264, 1967.

ZHANG, S. -Y. Systematic wood anatomy of the Rosaceae.  
*Blumea*, v. 37, n. 1, p. 81-158, 1992.

ZIMMERMANN, M.H. **Xylem structure and the ascent of  
sap.** Berlin, Springer Verlag.1983.

## ANEXOS

ANEXO 1 – Diâmetro à altura do peito das árvores amostradas ao longo do gradiente de altitude.

<b>Espécies</b>	<b>DAP (cm)</b>		
	<b>Otacílio Costa</b>		
<i>Cinnamomum amoenum</i>	22,28	28,65	15,28
<i>Ilex microdonta</i>	21,65	17,83	19,10
<i>Prunus mirtifolia</i>	16,87	13,05	13,05
<i>Ocotea pulchela</i>	36,92	23,87	55,70
<i>Araucaria angustifolia</i>	39,47	43,93	35,65
<i>Myrceugenia euosma</i>	19,42	13,69	16,23
	<b>Painel</b>		
<i>Cinnamomum amoenum</i>	21,01	27,06	22,98
<i>Ilex microdonta</i>	12,41	13,69	13,52
<i>Prunus mirtifolia</i>	10,19	50,61	35,01
<i>Ocotea pulchela</i>	51,88	21,33	30,56
<i>Araucaria angustifolia</i>	48,06	51,88	56,34
<i>Myrceugenia euosma</i>	12,80	14,01	12,89
	<b>Urubici</b>		
<i>Cinnamomum amoenum</i>	40,74	22,92	29,70
<i>Ilex microdonta</i>	34,54	20,18	35,01
<i>Prunus mirtifolia</i>	27,69	21,33	10,27
<i>Ocotea pulchela</i>	12,10	12,10	29,73
<i>Araucaria angustifolia</i>	24,19	55,70	34,38
<i>Myrceugenia euosma</i>	23,24	23,87	28,33

Fonte: Produção do próprio autor (2016).

ANEXO 2 – Latitude, longitude e abundância das espécies nos fragmentos utilizados no estudo das relações entre os caracteres anatômicos e o clima regional.

Locais	Latitude	Longitude	<i>C. amoenum</i>	<i>O. pulchella</i>	<i>I. microdonia</i>	<i>M. euosma</i>	<i>P. myrtifolia</i>	Abundância das espécies estudadas
Urubici	28,074125°	49,625872°	38	69	276	512	82	
Painel	27,928454°	49,946905°	34	47	12	334	15	
<b>Bom Jardim da Serra</b>	<b>28,341678°</b>	<b>49,742567°</b>	<b>11</b>	<b>29</b>	<b>10</b>	<b>66</b>	<b>5</b>	
<b>Lages 1</b>	<b>27,804755°</b>	<b>50,334557°</b>	<b>0</b>	<b>29</b>	<b>6</b>	<b>73</b>	<b>11</b>	
<b>Lages 2</b>	<b>27,816288°</b>	<b>50,247162°</b>	<b>17</b>	<b>26</b>	<b>3</b>	<b>20</b>	<b>14</b>	
<b>Lages 3</b>	<b>27,860642°</b>	<b>50,193928°</b>	<b>12</b>	<b>34</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>22</b>	
<b>Lages 4</b>	<b>28,128374°</b>	<b>50,322595°</b>	<b>23</b>	<b>30</b>	<b>5</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	
<b>Lages 5</b>	<b>27,850972°</b>	<b>50,317597°</b>	<b>0</b>	<b>36</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>7</b>	
<b>Lages 6</b>	<b>27,789205°</b>	<b>50,347269°</b>	<b>1</b>	<b>9</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>14</b>	
<b>São José do Cerrito</b>	<b>27,748153°</b>	<b>50,433544°</b>	<b>5</b>	<b>43</b>	<b>1</b>	<b>7</b>	<b>9</b>	
<b>Campos Novos</b>	<b>27,584439°</b>	<b>51,164580°</b>	<b>0</b>	<b>8</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>8</b>	
<b>Capão Alto</b>	<b>28,194780°</b>	<b>50,746432°</b>	<b>0</b>	<b>7</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>5</b>	

Fonte: LABDENDRO/UDESC (2016).

**ANEXO 3 – Variáveis ambientais utilizados no estudo das relações entre os caracteres anatômicos e o clima regional.**

Locais	Variáveis ambientais									
	MNP MED (°C)	AMP (°C)	ISO	EMP MIN (°C)	CIMP IRIU (°C)	IRIUS (°C)	SAS PRE	REC TRIS (mm/°OB)	NMEAS COBN	
Urubici	132	95	54	51	163	107	16	345	70,8	7
Painel	140	100	55	55	130	114	15	337	67,9	7
Bon Jardim da Serra	141	96	54	59	171	114	15	339	65,9	10
Lages 1	164	106	52	64	146	126	15	298	62,7	4
Lages 2	163	106	53	66	146	126	16	300	61,9	3
Lages 3	163	105	53	66	147	125	16	302	61,2	3
Lages 4	154	102	54	65	141	129	14	335	60,8	4
Lages 5	166	106	52	67	149	128	15	298	62,2	3
Lages 6	165	106	52	65	147	126	15	299	62,8	4
São José do Cerrito	160	107	53	60	141	122	14	326	62,3	4
Campos Novos	166	111	54	64	166	187	12	395	57,4	4
Capão Alto	173	103	53	80	159	147	12	354	58	4

Fonte: Worldclim (2005), Climate Research Unit (2016) e EarhEnv (2016).