

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”  
CAMPUS EXPERIMENTAL DE ITAPEVA

SIMONE SIMÕES AMARAL

**CARACTERIZAÇÃO ANATÔMICA DA MADEIRA DE  
GUANANDI**

Itapeva - SP

2010

SIMONE SIMÕES AMARAL

**CARACTERIZAÇÃO ANATÔMICA DA MADEIRA DE  
GUANANDI**

Trabalho de Graduação apresentado no Campus Experimental de Itapeva - Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", como requisito para a conclusão do curso de Engenharia Industrial Madeireira.

Orientador: Prof. Dr. Ricardo Marques Barreiros.

Itapeva - SP

2010

## FICHA CATALOGRÁFICA

Amaral, Simone Simões

A485c      Caracterização anatômica da madeira de guanandi– Itapeva,  
2010

58 f.; il.

Trabalho de Graduação do Curso Engenharia Industrial  
Madeira apresentado ao Campus Experimental de Itapeva –  
UNESP, 2010

Orientador: Prof. Dr. Ricardo Marques Barreiros

Banca examinadora: Prof. Dr. Carlos Alberto Oliveira de Matos;  
Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Gláucia Aparecida Prates.

Inclui bibliografia

1. Madeira - Anatomia. 2. Gutiferae. 3. Clusiaceae. I. Título. II.  
Itapeva - Curso de Engenharia Industrial Madeira.

CDD 582.16

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”  
CAMPUS EXPERIMENTAL DE ITAPEVA

**CARACTERIZAÇÃO ANATÔMICA DA MADEIRA DE  
GUANANDI**

SIMONE SIMÕES AMARAL

ESTE TRABALHO DE GRADUAÇÃO FOI JULGADO ADEQUADO COMO PARTE  
REQUISITO PARA A OBTENÇÃO DO DIPLOMA DE GRADUADA **EM**  
**ENGENHARIA INDUSTRIAL MADEIREIRA**

APROVADO EM SUA FORMA FINAL PELO CONSELHO DE CURSO DE  
GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA INDUSTRIAL MADEIREIRA

**BANCA EXAMINADORA:**

Prof. Dr. Ricardo Marques Barreiros

Orientador – Campus Experimental de Itapeva/UNESP

Prof. Dr. Carlos Alberto Oliveira de Matos

Campus Experimental de Itapeva/UNESP

Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Gláucia Aparecida Prates

Campus Experimental de Itapeva/UNESP

*A minha mãe Rose, pelo seu exemplo de coragem e dedicação,*

*Ao meu namorado Cleverson, pela colaboração, paciência e carinho,*

*As minhas irmãs, Solange e Suelen pelo entusiasmo e sonhos*

*Dedico.*

## AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar agradeço a Deus, que sobre mim derrama Seu Espírito Santo fonte de força, coragem, esperança, paciência e sabedoria. Que iluminou cada segundo destes anos e me fez perseverar e manter-me fiel a Ele. Que providenciou tudo em minha vida.

À UNESP e seus funcionários representados nas pessoas de Valdez, Isabelle, Hélio, Melina, Deise, Dilene, Paulo, André, Edvandro, Davi, Tiago, Brito, Juscelino, Seu Valdecir, Seu Vicente, Dona Silvana e Marcos, pela disponibilidade e prontidão mediante esclarecimento de dúvidas, disponibilização de informações e cordialidade.

Aos programas de auxílio oferecidos pela UNESP: PAE (Projeto de Auxílio ao Estudante) e PROEX (PROjeto de EXtensão), que me mantiveram financeiramente durante a graduação.

À FAPESP (Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo), que financiou esta pesquisa.

Ao meu orientador, Dr. Ricardo Marques Barreiros, que através de seu exemplo e muitas vezes de seu silêncio me orientou e ensinou não apenas questões técnicas profissionais, mas de vida.

Ao professor Dr. Carlos Alberto, pela prontidão e orientação mediante análise estatísticas dos dados.

Ao técnico Antonio Carlos Barbosa, do IPT, pela sua disponibilidade em ensinar e sua grande amizade.

Ao técnico e amigo Alex, por tantos conhecimentos adquiridos e compartilhados, pelos momentos de descontração e troca de idéias.

A todos os meus queridos professores, Alexandre, Carlos Alberto, De Conti, Cristiane, Fábio, Fernando, Franco, Gustavo, Guilherme, Caraschi, Juliana, Luiz Fernando, Manoel, Marcos Tadeu, Maria Angélica, Mariângela, Natal, Barreiros, Malinovski e Waldemar, pelos conhecimentos, dicas, conselhos transmitidos.

A todos os colegas da 4ª turma do curso de Engenharia Industrial Madeireira, pela amizade, alegria, força de vontade e luta.

*“Confiar em Deus como se tudo dependesse Dele e ao mesmo tempo trabalhar como se tudo dependesse de nós.”*

**Santo Inácio de Loyola**



## RESUMO

Devido à escassez de matéria prima nativa e o lento crescimento de algumas espécies, começaram a surgir no Brasil os primeiros plantios comerciais do guanandi (*Calophyllum brasiliense*). A literatura apresenta somente dados gerais sobre esta espécie, não informando variáveis antecessoras e importantes como: idade, espaçamento, procedência, localização na árvore entre outras. Dada a lacuna existente quanto à descrição da madeira de guanandi, objetivou-se no presente trabalho a caracterização dos seus elementos anatômicos. Assim foram amostradas, de forma estratificada, 5 espécimes dentro de uma população de 135 árvores, com 13 anos de idade, provenientes de plantio puro, com espaçamento 4,0 m x 2,5 m, em Adrianópolis/Pr. A metodologia abordada para caracterização envolveu: (i) revisão bibliográfica da espécie; (ii) amostragem; (iii) preparação de amostras; (iv) execução de procedimentos laboratoriais: confecção de lâminas histológicas, maceração e polimento macro; (v) descrição das características estudadas; e (vi) análise dos resultados obtidos acerca das características analisadas. Os resultados observados, mostraram-se condizentes com os da literatura já existente.

Palavras-Chave: *Calophyllum brasiliense*. Anatomia da madeira. Madeira juvenil e adulta. Caracterização anatômica.

## ABSTRACT

The first commercial plantations of guanandi (*Calophyllum brasiliense*) began to emerge in Brazil due to shortage of native raw materials and to the slow growth of some species. The literature provides general data about this species, not informing predecessors and important variables such as age, spacing, origin, location in the tree and others. Given the gap to the description of wood guanandi aimed to present work in the characterization of its anatomical elements. So were randomly sample, 5 specimes within a population of 135 with these trees 13 years gold, from pure planting, spaced 4.0 x 2.5 m, at Adrianópolis/Pr. The methodology for characterization addressed were: (i) review of the species, (ii) sampling, (iii) sample preparation, (iv) performance of laboratory procedures: preparation of histological slides, grinding and polishing macro (v) a description of the traits, and (vi) analysis the results obtained about the characteristics analyzed. By comparing results with existing literature, these proved to be consistent.

**Keywords:** *Calophyllum brasiliense*, wood anatomy, juvenile and mature wood, anatomical characterization.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Estrutura celular do lenho das folhosas (Gonzaga (2006)).....	19
Figura 2- Vista geral do talhão- <i>Calophyllum brasiliense</i> Camb. ....	27
Figura 3- Localização geográfica do município de Adrianópolis/ Pr.....	28
Figura 4- Freqüência das classes diametrais no talhão.....	29
Figura 5- Esquema de amostragem .....	29
Figura 6- Lixamento dos discos basais .....	31
Figura 7- Baguetas no sentido medula-alburno.....	32
Figura 8- Frascos contendo material macerado e corado .....	32
Figura 9- Corpo-de-prova para confecção de lâminas histológicas .....	33
Figura 10- Caule em seção transversal macro, detalhe da coloração cerne/ alburno (seção transversal- aumento 10x).....	36
Figura 11- (a) detalhe da orientação irregular da grã (seção radial- aumento 100x); (b) detalhe do caule em seção transversal para indistinção de anéis de crescimento e parênquima axial (seção transversal- aumento 10x). Barra de escala=300 µm.....	37
Figura 12- Avaliação das dimensões das fibras: (a) avaliação de comprimento (material macerado- aumento 50x); (b) avaliação de largura total e do lume da fibra (material macerado - aumento 200x). Barra de escala=300 µm.....	39
Figura 13- Características das fibras: (a) formato ovalado da fibra (seção transversal- aumento 1000x); (b) formato libriforme da fibra (material macerado- aumento 50x); (c) pontoações areoladas (material macerado- aumento 500x). Barra de escala=300 µm.....	40
Figura 14- Características dos vasos: (a) arranjo oblíquo e agrupamento solitário (seção transversal- aumento 200x); (b) medição de freqüência (seção transversal- aumento 200x); (c) placa de perfuração simples (material macerado- aumento 200x); (d) óleo/ resina presente (seção tangencial- aumento 200x); (e) pontoação simples (material macerado- aumento 200x); (e) pontoação radiovascular (material macerado- aumento 200x). Barra de escala=300 µm.....	41
Figura 15- Formato diversificado dos vasos: (a,c e d) material macerado- aumento 200x; (b) material macerado - aumento 50x. Barra de escala=300 µm .....	42
Figura 16- Presença de tilose : (a) seção radial- aumento 100x; (b, c e d) seção transversal- aumento 200x. Barra de escala=300 µm .....	43

Figura 17- Características das células de parênquima radial: (a) óleo/ resina presente (seção tangencial- aumento 500x- barra de escala=300 $\mu$ m); (b) parênquima bisseriado (seção tangencial- aumento 500x); (c) estratificação (seção tangencial- aumento 100x).....	44
Figura 18- Formato das células de parênquima radial: seção radial- aumento 50x (i- células quadradas; ii- células procumbentes). Barra de escala=100 $\mu$ m .....	45
Figura 19- Composição das células de parênquima: (a, b e c) cristais romboédricos em câmaras (material macerado- aumento 200x); (d) cristais romboédricos em câmaras (seção radial - aumento 500x). Barra de escala=300 $\mu$ m.....	46

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Árvores selecionadas para análise .....	<b>Erro! Indicador não definido.</b>
Tabela 2- Características qualitativas macroscópicas do guanandi.....	46
Tabela 3- Características quantitativas das amostras analisadas .....	47
Tabela 4- Análise das dimensões dos vasos e raios .....	48
Tabela 5- Análise das dimensões das fibras .....	48
Tabela 6- Relação das dimensões das fibras e a distância radial medula/ casca.....	49

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO .....	15
2. OBJETIVOS .....	17
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....	18
3.1 Diferenciação entre coníferas e folhosas através de sua composição anatômica .....	18
3.2 Análises na madeira .....	19
3.2.1 Análises sensoriais na madeira .....	21
3.2.2 Análise macroscópica .....	22
3.2.3 Análise microscópica .....	22
3.3 Madeira juvenil e adulta .....	23
3.4 Guanandi .....	24
3.4.1 Informações gerais sobre a espécie .....	24
3.4.2 A madeira de guanandi .....	25
3.4.3 Usos da madeira de guanandi .....	26
4. MATERIAL E MÉTODOS .....	27
4.1 Região de procedência da madeira de guanandi .....	27
4.2 Amostragem das árvores .....	28
4.3 Preparo do material .....	30
4.4 Análises da madeira .....	30
4.4.1 Análise anatômica macroscópica .....	30
4.4.2 Análise anatômica microscópica .....	31
4.5 Análises estatísticas .....	34
5. RESULTADOS E DISCUSSÕES .....	36
5.1 Caracterização da estrutura anatômica do lenho de árvores de <i>Calophyllum brasiliense</i> Camb. (Guanandi) .....	36

5.1.1 Descrição macroscópica do lenho .....	36
5.1.1.1 Percentual de cerne e alburno .....	37
5.1.2 Descrição microscópica do lenho.....	39
5.1.2.1 Fibras.....	39
5.1.2.2 Vasos.....	40
5.1.2.3 Parênquima radial .....	43
5.2 Análises estatísticas.....	47
5.2.1 Dimensões dos vasos e raios .....	47
5.2.2 Dimensões das fibras para determinação do percentual madeira juvenil/ adulta .....	48
6. CONCLUSÕES.....	52
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	53

## 1. INTRODUÇÃO

Angeli (2006), numa breve descrição sobre a madeira de guanandi (*Calophyllum brasiliense*), destaca que durante o período regencial, esta espécie era monopólio do governo brasileiro e, em 1835, passou a ser a primeira “Madeira de Lei” do país. Isso porque essa espécie estava, até então, exposta à devastação, tanto por sua extração ilegal, quanto pela pressão de ocupação nas áreas de ocorrência.

Pelos fatores descritos por esse autor, assim como a descoberta de outras espécies úteis, a madeira de guanandi foi tornando-se esquecida e hoje, poucos estudos são encontrados sobre sua caracterização anatômica.

No entanto, a escassez de matéria prima nativa, o lento crescimento de algumas espécies e rigorosas leis ambientais quanto à exploração deste tipo de floresta, fizeram com que surgissem no Brasil os primeiros plantios comerciais do guanandi. Tendo como incentivo, a permissão de plantio e corte através do código florestal, e a ausência de ataque pela broca *Hypsipyla grandela*. Segundo reportagem publicada no jornal O ESTADO DE SÃO PAULO (2005), outra característica importante desta madeira é sua semelhança ao mogno.

Sabendo das vantagens atribuídas à espécie *Calophyllum brasiliense*, a crescente implantação de áreas de reflorestamento e tendo muito poucos estudos sobre esta espécie, especialmente em plantio puro, considerou-se fundamental a pesquisa de suas características anatômicas.

Sabe-se que o conhecimento do arranjo anatômico (macroscópico e microscópico) e as características sensoriais da madeira são essenciais para observação do comportamento desse material e possível descoberta de seu potencial de utilização.

Segundo Mendes et al. (2002), árvores de mesma espécie, crescendo em regiões que apresentam condições climáticas diferenciadas, apresentarão características anatômicas distintas, como por exemplo a proporção de tecidos, a espessura da parede celular, a largura dos anéis de crescimento, entre outras. Neste sentido ao se fazer uma caracterização tecnológica de uma determinada



espécie vegetal que produz madeira, deve-se mencionar a região de coleta do material, com os respectivos dados geográficos e climatológicos.

Considerando o conhecimento da importância da caracterização de espécies de madeira ou de qualquer material para determinar o seu potencial de uso e conhecendo a limitação de estudos à respeito da madeira de guanandi, objetivou-se neste trabalho sua caracterização anatômica macro e microscópica.

## 2. OBJETIVOS

O objetivo principal deste trabalho foi caracterizar anatomicamente a madeira de *Calophyllum brasiliense* (Guanandi), com 13 anos de idade proveniente de plantio puro.

Os objetivos específicos são enumerados a seguir:

- ✓ Caracterizar macro e microscopicamente a madeira, observando as estruturas celulares: camadas de crescimento, vasos, fibras, parênquima axial e radial, inclusões e dimensões das fibras;
- ✓ Apontar as características sensoriais das árvores: cor, brilho, odor, gosto, grã, textura, dureza e desenhos;
- ✓ Determinar o percentual de madeira juvenil e adulta das árvores;
- ✓ Determinar o percentual de cerne e alburno.

### 3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

#### 3.1 Diferenciação entre coníferas e folhosas através de sua composição anatômica

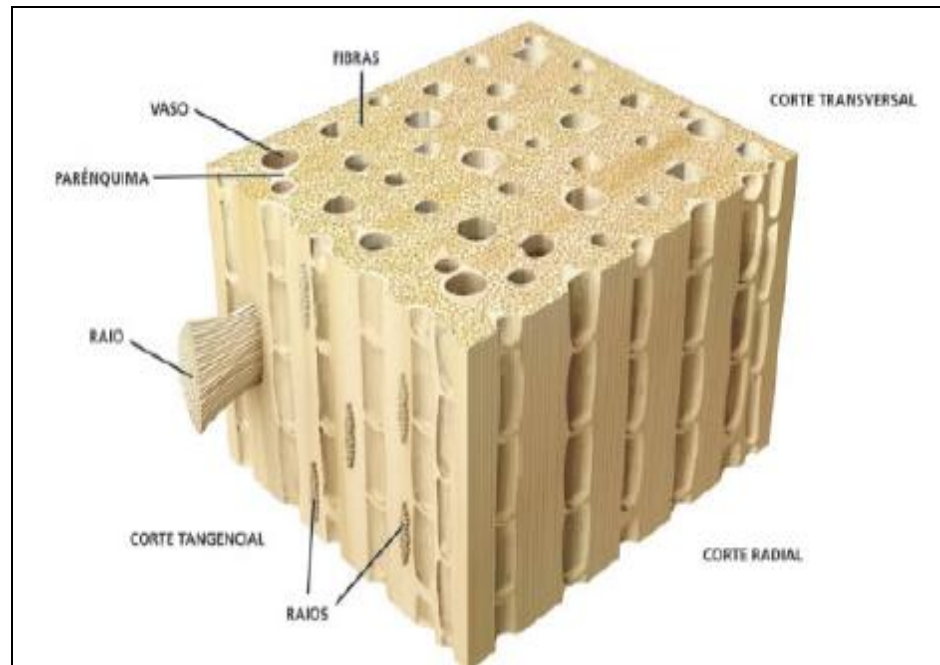
As espécies madeireiras são divididas em dois grandes grupos: o das folhosas e coníferas, também conhecidas como *hardwoods* e *softwoods*, respectivamente, sendo que a madeira de guanandi enquadra-se como folhosa.

Morey (1980) descreve a composição do lenho como sendo de dois sistemas interpenetrantes de células: um sistema orientado longitudinalmente e outro radialmente. Membros do sistema axial ou longitudinal de células incluem vasos, traqueídes, fibras e parênquima, sendo todos derivados de células iniciais fusiformes. No sistema radial de células, os raios, são derivados das células iniciais do raio do câmbio vascular e são totalmente parenquimatosos, exceto em algumas coníferas. Em se tratando de folhosas, caracterizam-se pela heterogeneidade se comparadas às coníferas, contendo vasos, fibras e, às vezes, traqueídes. As fibras são muito curtas, comumente com comprimento de 1 a 1,5 mm.

Kloch et al. (2005), referem-se à madeira de folhosas como aquela que tem o tecido básico de sustentação mecânica constituído por fibras libríformes e fibro-traqueídes. Dentro deste tecido de sustentação estão distribuídos vasos de condução, freqüentemente com grandes lumes, estes vasos são tubos e consistem de elementos simples com extremidades abertas ou perfuradas. As células parenquimáticas são curtas, compactas, com extremidades achatadas. O número de células parenquimáticas nas folhosas é maior do que em coníferas, apresentando raios maiores e maior quantidade de parênquima axial. Também as folhosas de zonas tropicais e subtropicais podem apresentar canais longitudinais e radiais que contêm substâncias diversas como resinas, gomas, bálsamos, taninos, látex, etc. Os constituintes responsáveis pela determinação da massa específica da madeira são: espessura das fibras ou traqueóides, o número e o diâmetro dos vasos, bem como a porcentagem de parênquima.

De acordo com este mesmo autor, a composição celular da madeira de folhosas é muito variável e heterogênea e se constitui de vasos (7 a 55%), fibras (26 a 56%), parênquima radial (5 a 25%) e parênquima axial (0 a 23%).

Para melhor visualização da estrutura celular do lenho das folhas observa-se a figura 1.



**Figura 1-** Estrutura celular do lenho das folhosas (Gonzaga (2006))

Conhecidas as duas grandes classes de madeiras deve-se também atentar para o conhecimento de sua anatomia, que só assim poderão indicar os potenciais usos das mesmas. Tal conhecimento envolve as etapas de análise macro e microscópica, onde são feitos cortes nos planos transversal, tangencial e radial da madeira.

### 3.2 Análises na madeira

De acordo com Zenid e Ceccantini (2003), durante a identificação macroscópica do lenho são observadas características que requerem pouco (até 10x) ou nenhum aumento. As características do lenho, também podem ser divididas

em dois grupos: as organolépticas ou sensoriais e as anatômicas (macro e microscópicas).

Nisgoski et al. (2005), referem-se ao processo de identificação científica de uma amostra de madeira como complexo, envolvendo diversas etapas. O primeiro passo seria a análise da amostra em relação à cor, desenhos e densidade. Depois, o polimento (com navalhas) das superfícies transversal e tangencial para visualização das características anatômicas, anéis de crescimento, raios, vasos e parênquima. Relatam a importância da análise de porosidade, tamanho de raio, presença de estratificação, arranjo dos vasos e parênquima. Dizem que muitas madeiras são identificadas macroscopicamente, mas outras precisam de análise microscópica para complementar as informações como por exemplo: composição dos raios, presença de células oleíferas, placas de perfuração, pontoações intervasculares, espessamentos, tilos, gomas, cristais, sílica, fibras septadas, etc.

Em se tratando da identificação microscópica, esta requer uma série de procedimentos para a confecção de lâminas histológicas: cozimento, corte, clarificação, lavagem, coloração, desidratação etc.

Mori et al. (2006) durante confecção de lâminas histológicas da madeira de Candeia procederam a descoloração com solução (1:1) de água destilada e NaOH, utilizou como corante a safranina e durante a desidratação passou os cortes pela seqüência alcoólica 20, 50, 70, 90 e álcool absoluto (duas vezes) . Sequencialmente utilizou como diluente cinco soluções de álcool/ acetato com a proporções 3:1, 1:1, 1:3, 0:1 e 0:1. Como agente colante utilizou-se uma solução de polimeros em xileno ( Entellan®).

Já Ferreira e Tomazello Filho (2009) durante a confecção de lâminas histológicas de pinus utilizaram para a clarificação hipoclorito de sódio, ácido acético 1% para lavagem, série alcoólica 30-50-80-90-100% para desidratação, safranina alcoólica 50% durante coloração e resina como agente colante.

Pollito (2004) para os gêneros *Chinchona*, *Croton* e *Uncaria* utilizou durante clarificação solução 1:1 de água sanitária e água destilada para lavagem, desidratação dos cortes histológicos em álcool 30 e 50%, coloração com safranina *Astra-blue* 30 e 70%, desidratação em uma série alcoólica 50 e 100%, e de acetato e álcool (1:1) e acetato de N-Butila, como meio de montagem bálsamo do Canadá.

Silva (2003), durante a clarificação utilizou hipoclorito de sódio 50%, seguido de um gotejamento de água destilada. Posteriormente submeteu às seções à série etanólica (álcool 10°, 30° e 50° GL). Coloriu com safranina 50%, e submeteu novamente à série etanólica (50°, 70°, 90° e 100° GL). No álcool 100° as lâminas foram lavadas por duas vezes e então, gradativamente, o etanol foi substituído pelo acetado de n-butila (3:1, 1:1, 1:3 e acetato puro duas vezes). Posteriormente ao processo de desidratação montou as lâminas permanentes com o uso da resina “Permout”.

Nota-se que são inúmeros os procedimentos e reagentes adotados durante o preparo e confecção de lâminas histológicas para análise microscópica da madeira de modo que cada autor define o que considera mais aplicável ao experimento em questão.

### **3.2.1 Análises sensoriais na madeira**

De acordo com artigo publicado pela Revista da madeira (2004), a análise sensorial caracteriza-se pela identificação da madeira a partir das características que podem ser reconhecidas pelos órgãos dos sentidos, como cor, cheiro, sabor e brilho.

A cor é uma das propriedades da madeira diretamente relacionada ao seu uso, principalmente como elemento decorativo. A coloração da madeira origina-se normalmente dos pigmentos e outros materiais, como taninos e resinas, que se fixam principalmente no cerne, podendo ser alterada pela incidência da luz solar, pelo teor de umidade e pela exposição ao ar. Para identificação, a cor pode ser observada na superfície do cerne recém-polido com uma navalha.

Quanto ao cheiro, a presença de compostos orgânicos determina esta característica. Estas substâncias em geral são encontradas no cerne, onde o odor é mais pronunciado.

O sabor ou gosto da madeira está relacionado com o seu cheiro e em geral é mais pronunciado em madeiras verdes ou recém cortadas.

Já o brilho é a propriedade que faz com que as paredes celulares da madeira reflitam luz. Em geral, as madeiras são mais brilhantes nas fases radiais.

### **3.2.2 Análise macroscópica**

Aguirre et al. (2007) definem a análise macroscópica da madeira, como a que busca conciliar o trabalho de observação já realizado de forma empírica por práticos com a teoria da anatomia da madeira.

Zenid e Ceccantini (2003) referem-se às características macroscópicas como sendo observáveis à vista desarmada ou apenas com auxílio de uma lupa de 10 aumentos, como é o caso das camadas de crescimento, dos tipos de parênquima, dos poros (vasos) e dos raios.

### **3.2.3 Análise microscópica**

Uma forma de realizar a identificação de madeiras é através da microscopia, ciência antiga e consolidada que proporciona excelentes resultados na identificação, porém requer instrumentos caros, profissionais capacitados e tempo (AGUIRRE et al., 2007).

Segundo Zenid e Ceccantini (2003), as características microscópicas referem-se às características dos tecidos e das células constituintes do lenho, como pontoações, ornamentações da parede celular, dimensões celulares, presença de cristais, etc. A análise microscópica da madeira envolve os processos de maceração e/ou confecção de lâminas histológicas.

Em se tratando de lâminas histológicas, Tomazello Filho (1985) diz que o exame das seções da madeira permite estudar com detalhes a sua estrutura microscópica, conforme se apresenta no tronco das árvores, em condições de crescimento no campo. Dessa forma, a interpretação da estrutura anatômica da madeira é básica para entender o comportamento das árvores.

A heterogeneidade da madeira causa uma série de transtornos para a indústria de transformação e processamento. A descontinuidade física desse material se dá devido a vários fatores, tais como a espécie, os tratamentos silviculturais e, principalmente a estrutura anatômica da madeira. As características anatômicas envolvidas nas alterações são: comprimento da fibra e/ou traqueíde, ângulo

microfibrilar, proporções dos tipos de células, diâmetro celular e espessura da parede celular (CALONEGO et al., 2005).

### 3.3 Madeira juvenil e adulta

A madeira juvenil corresponde à região central da árvore de forma cilíndrica, com diâmetro mais ou menos uniforme, estendendo-se desde a base até o topo da árvore, podendo formar parte do alburno ou do cerne no tronco, se esse último já estiver presente na árvore. Definir a transição da madeira juvenil para madeira adulta é de grande importância prática, já que a proporção de madeira juvenil no mercado madeireiro é crescente (GATTO et al., 2007).

Calonego et al. (2005), em estudos para o *Eucalyptus citriodora*, observaram que a grande diferença entre madeira juvenil e adulta está na magnitude das alterações anatômicas e físicas que ocorrem no sentido da medula para casca do tronco. O comprimento das fibras mostrou um aumento acentuado e praticamente linear para as alturas no fuste das árvores, até uma distância radial que varia de 45 a 55 mm. A partir dessa distância radial até a periferia do tronco, a taxa de aumento no comprimento das fibras diminui, tendendo para um valor mais estável e quase constante. Assim, concluíram que as características anatômicas envolvidas nas alterações são: comprimento da fibra e/ou traqueídes, ângulo microfibrilar, proporções dos tipos de células, diâmetro celular e espessura da parede celular. Com os dados obtidos, verificaram que a madeira juvenil apresenta a forma de um cilindro, com diâmetro quase uniforme, ao longo do fuste da árvore de eucalipto.

Estudando a madeira de pinus, Ferreira e Tomazello Filho (2009) percebeu que a variação radial do comprimento dos traqueídes nas regiões próximas da medula e da casca foi de 2,55 a 4,7mm, respectivamente, indicativa da madeira juvenil (interna) e adulta (externa).

Para a madeira de plátano, Gatto et al. (2007) , consideraram que a segregação entre lenho juvenil e adulto pode ser feita pelo comprimento das fibras. Através dessa variável, o ano de segregação definido com o auxílio de análise gráfica e modelos de regressão foi de 14 anos.



Shiokura (1982 *apud* GATTO et al., 2007), considerava que, o ponto no qual o incremento anual em comprimento de traqueídes diminui de 1%, era o limite entre madeira juvenil e adulta.

### **3.4 Guanandi**

#### **3.4.1 Informações gerais sobre a espécie**

A família Clusiaceae (Lindl.), à qual pertence o guanandi inclui 50 gêneros e 1200 espécies distribuídas principalmente nas regiões tropicais do globo. Esta família engloba árvores, arbustos, lianas e ervas de interesse econômico pela produção de frutos comestíveis, madeiras, derivados químicos de interesse farmacêutico e tintas. A maioria das espécies está distribuída em três gêneros: *Hypericum* L. (350 spp), *Clusia* L. (200 spp) e *Garcinia* L. (200 spp). No entanto, o gênero *Calophyllum* L., cuja maioria das espécies são representadas por árvores tropicais, apresenta entre 180 a 200 espécies de grande interesse econômico, devido a produção de madeiras nobres (JUNIOR, 2005).

Segundo Angeli (2006) o guanandi ocorre sob os tipos climáticos subtropical úmido, subtropical de altitude e tropical. Ocorre em regiões onde a precipitação anual média varia de 1.100mm (São Paulo) a 3.000mm (Pará), independentemente do fato das chuvas serem uniformemente distribuídas ao longo do ano ou serem periódicas e concentradas no verão. Tolerância seca de até três meses, com déficit hídrico moderado como acontece na região Centro-Oeste.

Angeli relata ainda que, quando adulta, a árvore pode atingir até 20m de altura e diâmetro à altura do peito (DAP) entre 20 a 50 cm. Na região amazônica pode atingir 40 m de altura e 150 cm de DAP.

Carvalho (1994 *apud* ANGELI, 2006) destaca como uma das principais características desta espécie o seu crescimento monopodial, característica que proporciona fustes bem definidos. Os galhos são finos, mas a desrama natural é fraca, sendo necessárias as podas.

Vasconcelos (2005) diz que o ciclo de corte dessa árvore é de aproximadamente 18 anos, mas a primeira receita é obtida aos 10 anos, proveniente do desbaste.

Já Ciriello (2009), detalha que aos 6 anos o primeiro desbaste pode ser realizado e aos 12 anos pode ser feito o segundo desbaste. Nesta segunda etapa, a madeira apresenta de 25 a 30 cm de DAP e 16m de altura. Considerando plantios florestais comerciais garante que aos 18 anos o guanandi tem o ponto ideal para o corte raso.

### **3.4.2 A madeira de guanandi**

Apesar de sua grande importância como substituta do mogno, foram obtidos poucos resultados quanto à caracterização da madeira de guanandi, sendo que as principais informações eram referenciadas pelo Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT), porém sem a especificação de dados relacionados à idade e localização, entre outras variáveis.

Analisando a região do lenho para a espécie guanandi na região amazônica, os dados encontrados, de acordo com o Instituto de Pesquisas Tecnológicas (1989), permitem dizer que em relação às características sensoriais, é pouco distinta a diferença entre cerne e alburno. O cerne é bege-rosado tendendo para castanho. Tanto o cheiro quanto o gosto são ditos imperceptíveis. Apresenta densidade média, sendo considerada moderadamente dura ao corte. Em se tratando da grã é dita irregular, com textura média e superfície lustrosa.

Quanto à análise anatômica macroscópica nota-se parênquima axial visível apenas sob lente, em faixas contínuas ou interrompidas e afastadas. Os raios são finos e poucos, visíveis apenas sob lente. Os vasos são medianos, apresentam-se em pequena quantidade podendo ser notados a olho nu. Distribuem-se de forma difusa e obstruídos por tilos. Quanto as camadas de crescimento são indistintas.

### 3.4.3 Usos da madeira de guanandi

Lorenzi (1992) afirma que, a madeira de guanandi pode ser usada para fabricação de móveis, construção civil, construção naval, parquet, marcenaria, mourões, laminados decorativos, fabricação de barris de vinho, entre outros.

Além da produção de madeira, Carvalho (1994 *apud* ANGELI, 2006) diz que o guanandi é indicado também para obtenção de resina com propriedades medicinais (uso veterinário), taninos (casca e folhas), óleo essencial (fruto) e saponina (folhas).

Em reportagem à revista Referência, Ciriello (2009) fala sobre testes feitos para utilização de cascas e folhas do guanandi no tratamento de doenças reumáticas.

A árvore pode ser utilizada em projetos paisagísticos de parques e praças, bem como em reflorestamento para recuperação ambiental, especialmente em áreas de solo encharcado (LORENZI, 1992).

Além dos usos sugeridos anteriormente, o IPT (1989) sugere também o uso no desenvolvimento de montantes de escadas, embalagens e tanoaria.

## 4. MATERIAL E MÉTODOS

### 4.1 Região de procedência da madeira de guanandi

As árvores de *Calophyllum brasiliense* Camb. (Guanandi) amostradas, apresentam idade de 13 anos. Foram conduzidas numa área de 1100 m<sup>2</sup> (135 árvores) da empresa Berneck Florestal, em espaçamento 4,0 m x 2,5 m (Figura 2), na Fazenda Primavera, município de Adrianópolis, estado do Paraná, Brasil.



**Figura 2-** Vista geral do talhão- *Calophyllum brasiliense* Camb.

O município de Adrianópolis localiza-se ao norte do estado do Paraná, com Latitude -24° 30' 26" S e Longitude 48° 59' 28" W, numa altitude de 154m conforme figura 3 (EMBRAPA, 2002).

Adrianópolis, de acordo com IBGE (2002), apresenta uma extensão territorial de 1333 km<sup>2</sup>, com bioma característico de MATA ATLÂNTICA.

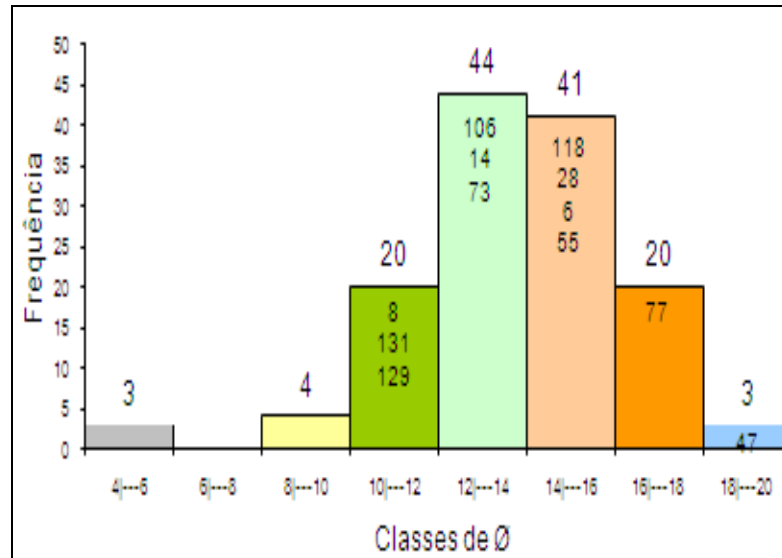


**Figura 3-** Localização geográfica do município de Adrianópolis/ Pr  
Fonte: IBGE (2002)

A região é caracterizada por solo classificado como Argissolo Vermelho-Amarelo distrófico (PVA<sub>d</sub>). Apresenta precipitação anual entre 1400 e 1500 mm e verões quentes com tendência de concentração das chuvas (temperatura média superior a 22° C), invernos com geadas pouco frequentes (temperatura média inferior a 18° C), sem estação seca definida. Quanto à temperatura, apresenta média anual entre 17 e 18 °C (RAMALHO, 2007).

## 4.2 Amostragem das árvores

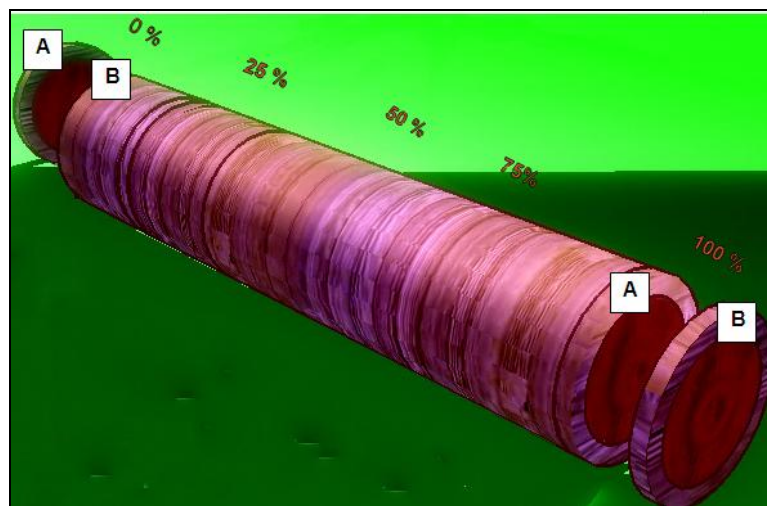
A figura 4, ilustra a frequência das classes diamétrais das 135 árvores de Guanandi no talhão, as quais variam de 4 a 20 cm de diâmetro, este medido a 1,30 m da altura de cada árvore.



**Figura 4-** Frequência das classes diamétrais no talhão

Baseando-se na distribuição da população foram sorteados de forma estratificada 5 amostras representativas para as classe de 10 a 20 cm de diâmetro.

De cada uma das 5 árvores, foram retirados 2 discos a 0%, 25%, 50%, 75% e 100% da altura comercial (HC), cujo diâmetro mínimo a 100% da HC, foi de 6 cm com casca, todos contendo 2,5 cm de espessura e muito bem identificados com lápis cópia azul escuro. Os primeiros discos foram chamados de A e os posteriores B (Figura 5).



**Figura 5-** Esquema de amostragem

### **4.3 Preparo do material**

No Laboratório de Anatomia da Madeira, do Campus Experimental da UNESP de Itapeva, a madeira foi analisada quanto às propriedades anatômicas macro e microscópicas.

A preparação das amostras a partir dos discos foi nas condições seca ao ar (s.a.), com aproximadamente 12% de umidade.

Os discos, retirados da árvore a 0%, 25%, 50%, 75% e 100% da altura comercial, foram medidos diametralmente com e sem casca (2 medições perpendiculares entre si) para posteriores cálculos de seus diâmetros médios, do volume de madeira das árvores, das proporções de cerne/alburno e de madeira juvenil/adulta. Em seguida, foram descascados e cortados em 4 cunhas de 90°, passando pela medula. Uma das cunhas foi utilizada para a análise anatômica microscópica (maceração e lâminas histológicas) e determinação das madeiras juvenil/adulta. O disco A retirado da base de uma das árvores foi encaminhado para análises anatômicas macroscópica do lenho. Os demais discos foram lixados e utilizados para determinação da proporção de cerne/alburno.

### **4.4 Análises da madeira**

O estudo das características anatômicas do lenho foi procedido segundo as Normas de Procedimentos em Estudos da Anatomia de Madeira (ABNT 11.01.07:001). A nomenclatura adotada nas descrições anatômicas seguiu o critério proposto pela lista do Comitê *International Academy of Wood Anatomy* (IAWA, 1989).

#### **4.4.1 Análise anatômica macroscópica**

A seção transversal superior dos discos basais de cada uma das 5 árvores selecionadas foi polida manualmente, passando por uma série de lixas,



desde as secas (grana 100 e 150) até as lixas d'água (grana 220, 320, 400, 600 e 1200).



**Figura 6-** Lixamento dos discos basais

Tais seções transversais foram analisadas em microscópio conforme procedimentos descritos pela norma COPANT (1973) e Zenid e Ceccantini (2003).

#### **4.4.2 Análise anatômica microscópica**

A análise anatômica microscópica foi dividida de acordo com os procedimentos para análise em: maceração e confecção de lâminas histológicas.

##### **4.4.2.1 Maceração e avaliação das células do lenho**

Das cunhas, retiradas a 0, 25 e 50% da altura de cada uma das 5 árvores sorteadas foram obtidas baguetas de 3 mm de espessura no sentido medula-alburno. De cada uma destas foram retirados corpos de prova de 1 em 1 cm (Figura 7).





**Figura 7-** Baguetas no sentido medula-alburno

Os corpos de prova foram picados em pequenas lascas, para a dissociação dos elementos celulares, depositadas em frascos de vidro contendo solução de ácido acético glacial e peróxido de hidrogênio, na proporção 1:1. O frasco foi vedado com tampa e levado à estufa a 60 °C por 24 horas. Após resfriamento, o material foi lavado em água destilada corrente, álcool (10%) e álcool (30%) em intervalos de 15 em 15 minutos até que a solução macerante fosse retirada por completo e com muito cuidado, a fim de evitar rupturas e perdas de material. As células do lenho dissociadas foram coradas com safranina etanólica 50% (Figura 8), por 20 minutos.



**Figura 8-** Frascos contendo material macerado e corado

Na seqüência, as células do lenho coradas foram depositadas em lamínulas contendo 1 gota de glicerina. Para análise dos elementos anatômicos contidos nas lâminas histológicas utilizou-se de microscópio óptico em diferentes ampliações (50x e 200x). As medições foram feitas através do *software Leika*. Para

medição do comprimento das fibras utilizou-se ampliação de 50x e na medição do diâmetro da célula e lúme das fibras utilizou-se ampliação de 200x. Em cada lâmina montada, traçava-se imaginariamente seis divisões sendo que em cada divisão media-se uma única fibra, com intuito de não repetir a medição no mesmo elemento.

#### 4.4.2.2 Preparo e Montagem de lâminas histológicas

Para preparo e montagem das lâminas histológicas utilizou-se da cunha pertencente ao disco a 25% da altura comercial de cada uma das cinco árvores classificadas diametralmente. Optou-se por trabalhar apenas com o disco a 25% da altura comercial, por este pertencer à porção da árvore utilizada comercialmente e oferecer características para tornar a análise suficientemente satisfatória.

Assim, foram obtidos corpos-de-prova padronizados apresentando cerca de 1,5 cm<sup>3</sup> em formato piramidal, estes orientados de modo que incluíssem tanto a região de cerne, quanto a de transição com o alburno. A orientação das arestas dos mesmos obedeceu aos três planos de corte para madeira: o transversal, o longitudinal radial e o longitudinal tangencial, indicados conforme a figura 9.



**Figura 9-** Corpos-de-prova para confecção de lâminas histológicas

Confeccionados os corpos de prova estes foram numerados utilizando-se de lápis cópia e em seguida amolecidos em glicerina 25% conforme descrito por Kraus e Arduin (1997), durante 7 horas em fogo brando, até que atingiram a consistência adequada para os cortes histológicos em micrótomo de deslize.

Com a utilização de micrótomo e navalha tipo C, foram obtidos cortes variando de 15 a 18 µm de espessura das seções transversal e longitudinal (radial e tangencial). Com auxílio de pincel umedecido em glicerina 25% foram retirados os

cortes do micrótomo e depositados nas bordas de vidros de relógio, para escolha dos melhores cortes.

De uma maneira geral, as preparações histológicas seguiram as técnicas apresentadas por Johansen (1940) e Sass (1951).

Posteriormente, os cortes histológicos passaram por uma solução de água sanitária 50%, ligeiramente aquecida, para clarificar. Após a clarificação, esses cortes foram lavados em água destilada, depois em uma série etanólica 10-30-50% e então corados com safranina etanólica (50%) e submetidos a uma nova série etanólica 50- 70- 90 – 100%, por 2 vezes .

As lâminas confeccionadas foram destinadas às medições e análises de alguns dos elementos estruturais da madeira de guanandi. No plano transversal foram analisados e/ou medidos: elementos de vaso (porosidade, arranjo, agrupamento, placas de perfuração, pontoações e conteúdos), fibras (espessamento da parede, pontoações e fibras septadas) e parênquimas axiais. Já no plano longitudinal tangencial as lâminas foram destinadas às medições de: parênquima radial (largura e altura, número de células radiais na largura e altura e composição celular), estrutura estratificada, elementos secretores e inclusões minerais. Em se tratando do plano radial, observou-se o formato das células parenquimáticas radiais.

#### **4.5 Análises estatísticas**

Durante análise quantitativa, foram realizadas medições dos elementos celulares utilizando-se de câmara *Leica* DFC-295 acoplada no Microscópio óptico *Leica* – DM 2500. Todas as medidas foram expressas em micrômetros ( $\mu\text{m}$ ).

Para todos os elementos medidos, determinaram-se medidas de tendência central (média) e de dispersão (desvio padrão e coeficiente de variação), bem como o intervalo de confiança.

O número mínimo de unidades amostrais necessário para se ter um erro amostral máximo de 10% em relação à média foi calculado de acordo com as equações 1 e 2.

$$n = (t^2 \cdot s^2) / E^2 \quad (1)$$

onde:

n= número de repetições;

t= estatística “t” de “Student”;

s<sup>2</sup>= variância amostral.

sendo:

$$E^2 = (0,1 \cdot m)^2 \quad (2)$$

onde:

m= média dos valores amostrados.

Efetuu-se o teste estatístico *Shapiro-Wilk* para analisar o possível ajuste das distribuições observadas à curva normal ( $\alpha = 5\%$ ) e em seguida utilizou-se a regressão linear simples.

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

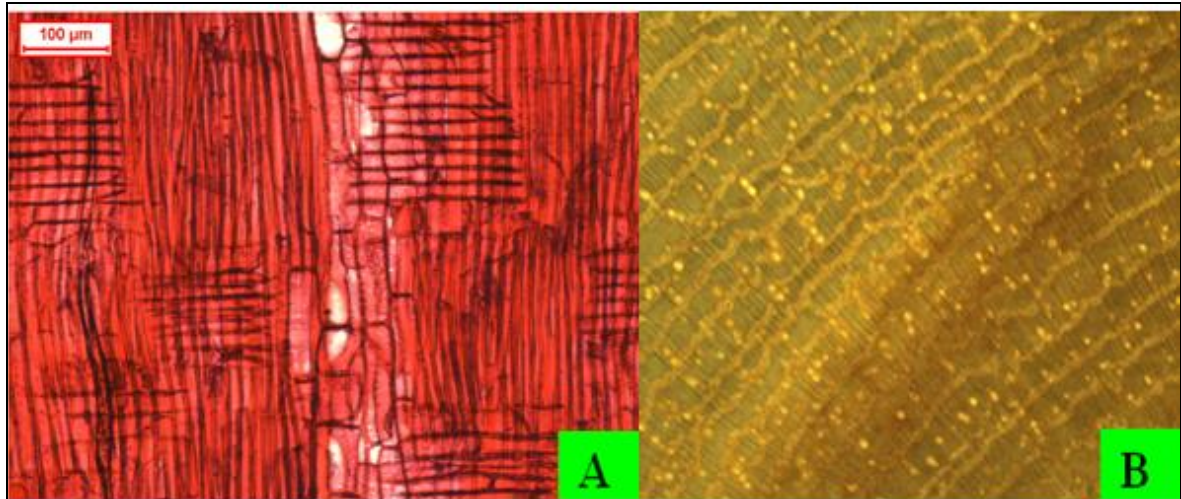
### 5.1 Caracterização da estrutura anatômica do lenho de árvores de *Calophyllum brasiliense* Camb. (Guanandi)

#### 5.1.1 Descrição macroscópica do lenho

A árvore de *Calophyllum brasiliense* Camb. apresentou cerne e albarno pouco distintos, cerne de coloração variando do róseo-acastanhado ao bege-rosado, já o albarno de coloração bege-rosado claro (Figura 10), cheiro e gosto imperceptíveis, grã irregular (Figura 11- A), brilho moderado, textura média considerando que seus vasos variam de 100 a 300  $\mu\text{m}$  e visíveis a olho nú, anéis de crescimento indistintos (Figura 11- B), madeira moderadamente pesada, parênquima axial distinto sob lente (Figura 11-B), raios no topo visíveis apenas sob lente e de difícil visualização na face tangencial mesmo com lente.



**Figura 10-** Caule em seção transversal macro, detalhe da coloração cerne/albarno (aumento 10x)



**Figura 11-** (A) detalhe da orientação irregular da grã (seção radial- aumento 100x); (B) detalhe do caule em seção transversal para indistinção de anéis de crescimento e parênquima axial (seção transversal- aumento 10x). Barra de escala=300 µm

Macroscopicamente, as características observadas para a madeira de Guanandi proveniente de plantio puro correspondem àquelas apresentadas pela literatura encontrada pelo Instituto de Pesquisas Tecnológicas (1989).

Diferencia-se apenas no que se refere à presença de tilose e de canais óleo/resina na forma de pequenos pontos marrons notados sob lente com aumento 10x. Tal diferencial, principalmente no que se refere à presença de tilose é explicado pelo baixo percentual de cerne formado ao longo do fuste da madeira de guanandi com 13 anos de idade.

#### 5.1.1.1 Percentual de cerne e alburno

Através de medições ao longo do fuste das 5 árvores de guanandi foram obtidos os comprimentos das toras retiradas entre os discos a 0-25%, 25-50%, 50-75% e 75-100% da HC (Altura Comercial), bem como as medidas de diâmetro total sem casca e do diâmetro do cerne de cada disco, quando este existia.

A partir dos resultados das medições e considerando o fuste das árvores como cilindros perfeitos obtiveram-se valores percentuais médios de cerne ao longo do fuste para todas as amostras, conforme tabela 1.

**Tabela 1-** Percentual médio de cerne ao longo das toras

<b>% da HC</b>	<b>% cerne</b>	<b>s</b>
<b>0-25</b>	23,29	5,17
<b>25-50</b>	3,27	2,40
<b>50-75</b>	0,11	0,13
<b>75-100</b>	0,00	0,00

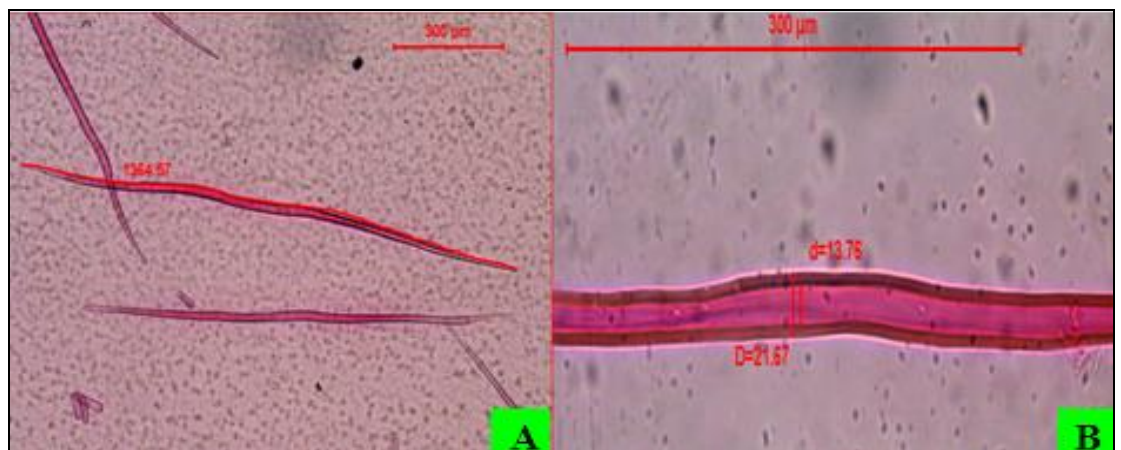
Nota-se que entre os discos 0-25% tem-se o maior percentual de cerne e nesta posição a árvore 5 apresenta 24,66% do mesmo, valor mais elevado que as demais árvores amostradas.

Assim, da base ao topo do fuste das 5 árvores e considerando a altura comercial,  $0,01 \pm 0,01\%$  é cerne e os demais  $99,99 \pm 0,01\%$  alburno.

## 5.1.2 Descrição microscópica do lenho

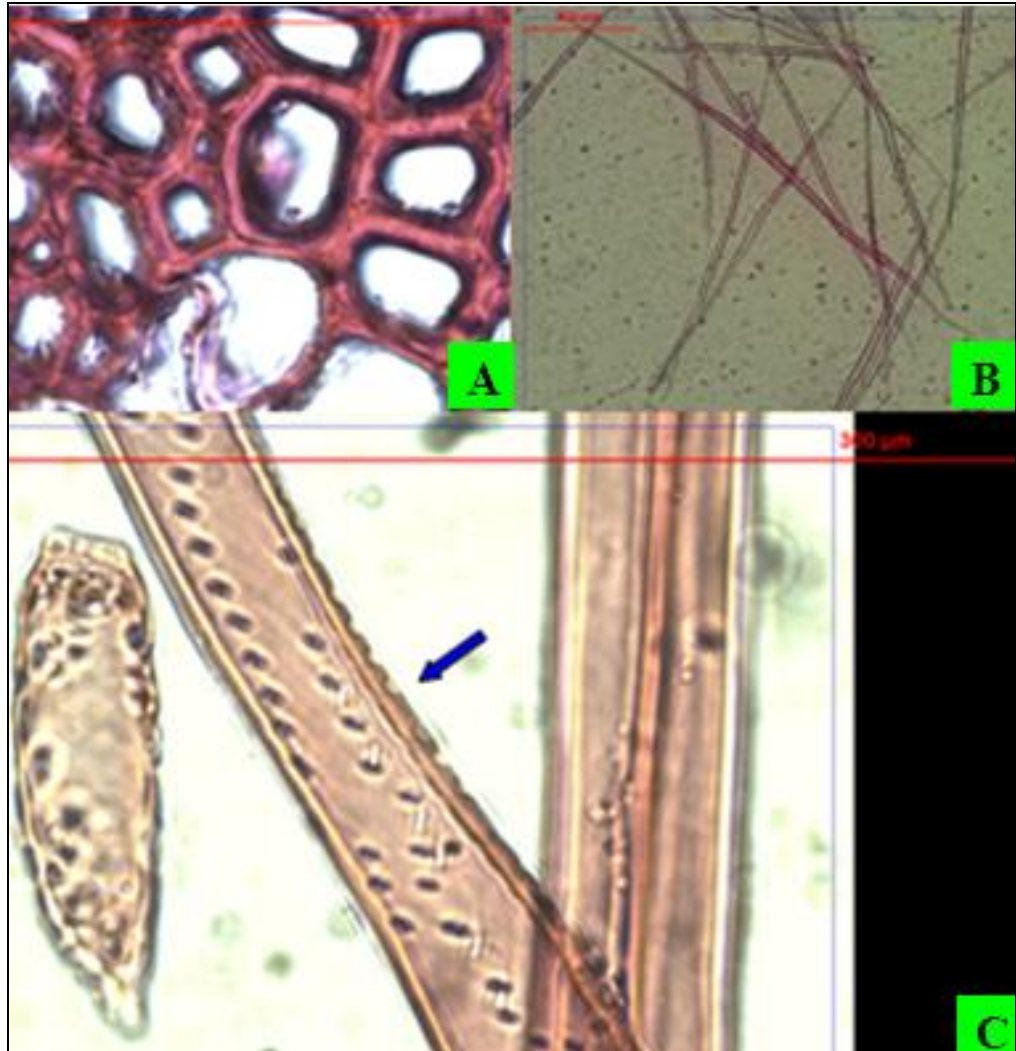
### 5.1.2.1 Fibras

O comprimento médio das fibras foi de 1.134,000  $\mu\text{m}$ , com valores variando entre 682,900 e 1557,000  $\mu\text{m}$ , caracterizando-se como curtas. A espessura da parede foi de 4,070  $\mu\text{m}$  (2,345 a 6,003  $\mu\text{m}$ ) sendo considerada média, o diâmetro do lume 12,880  $\mu\text{m}$  (7,028 a 21,960  $\mu\text{m}$ ) e a sua largura total média de 21,020  $\mu\text{m}$  (14,060 a 31,040  $\mu\text{m}$ ) (Figura 12). As fibras são libriformes, apresentando na seção transversal formato prismático hexagonal ou quadrado, com pontoações (Figura 13).



**Figura 12-** Avaliação das dimensões das fibras: (A) avaliação de comprimento (material macerado- aumento 50x); (B) avaliação de largura total e do lume da fibra (material macerado - aumento 200x). Barra de escala=300  $\mu\text{m}$





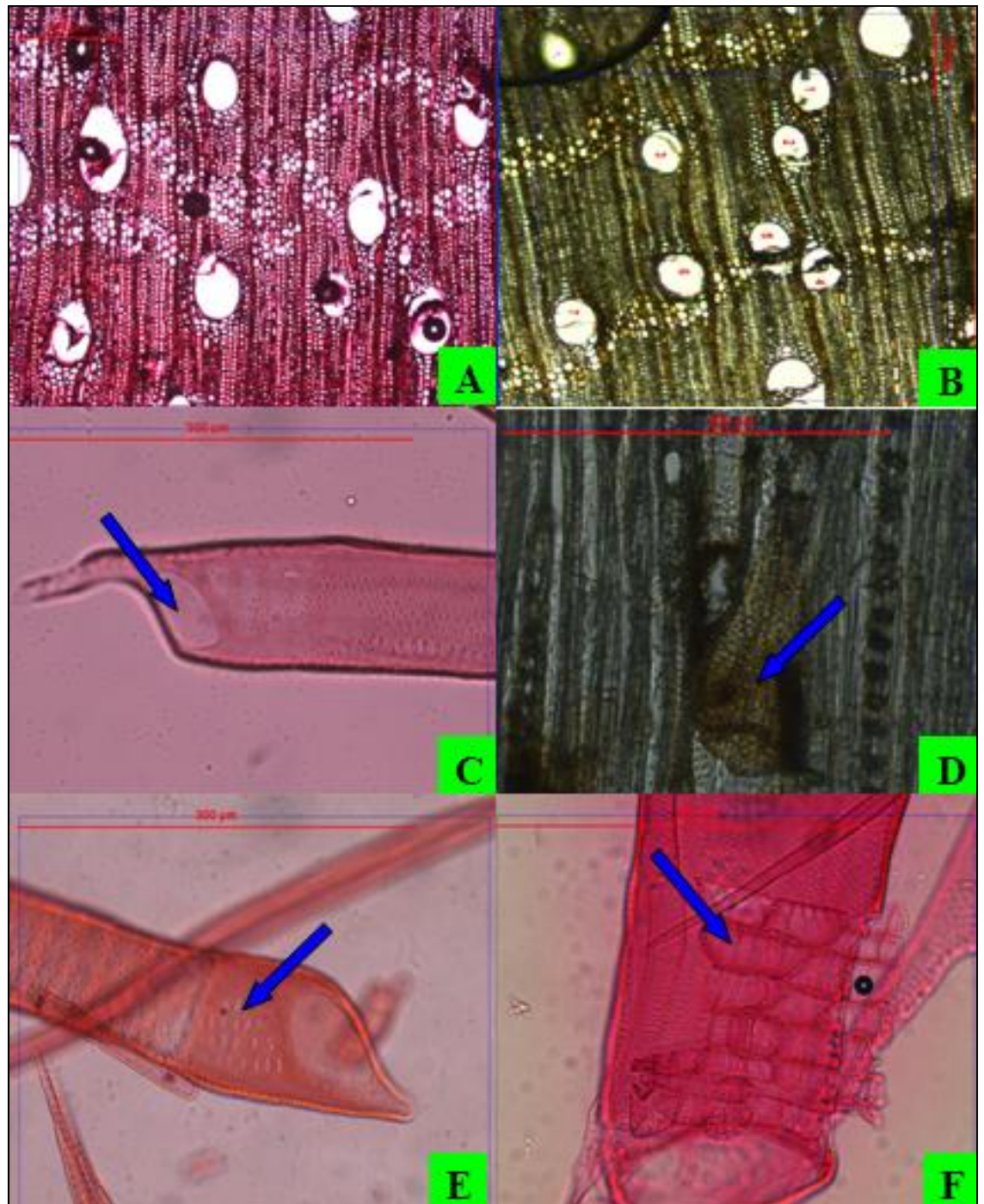
**Figura 13-** Características das fibras: (A) formato prismático hexagonal ou quadrado da fibra (seção transversal- aumento 1000x); (B) formato libriforme da fibra (material macerado- aumento 50x); (C) pontoações areoladas (material macerado- aumento 500x). Barra de escala=300 μm

### 5.1.2.2 Vasos

O guanandi apresenta porosidade difusa uniforme. Com arranjo de seus vasos diagonal, agrupamento predominante solitário (Figura 14-A). A forma da seção do vaso é arredondada, com placas de perfuração (Figura 14-C) e pontoações intervasculares simples (Figura 14-E). Além das pontoações intervasculares, pode-se notar também as radiovasculares (Figura 14-F).

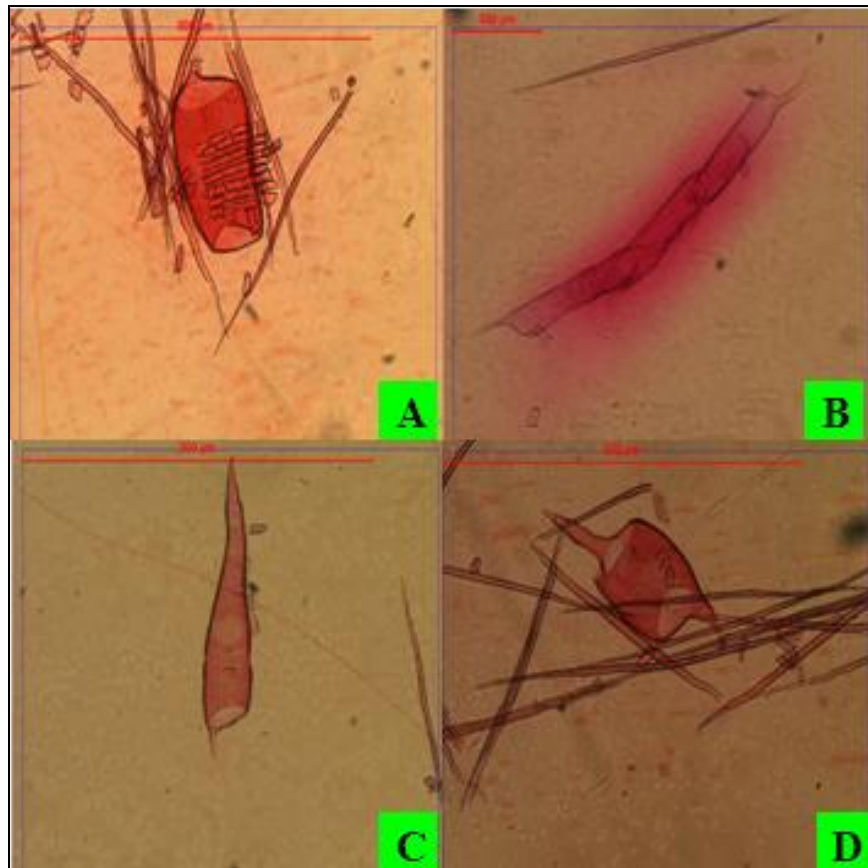
Os vasos apresentaram uma frequência média de 7,417 vasos/mm<sup>2</sup>, com valores variando entre 4 e 10 vasos/mm<sup>2</sup>, mostrando que são de poucos a muito

poucos. O diâmetro médio do lume dos vasos foi de  $114,400\mu\text{m}$  ( $81,700$  a  $152,700\mu\text{m}$ ). Notou-se ainda depósitos de óleo nos mesmos (Figura 14- D).



**Figura 14-** Características dos vasos: (A) arranjo oblíquo e agrupamento solitário (seção transversal- aumento 200x); (B) medição de frequência (seção transversal- aumento 200x); (C) placa de perfuração simples (material macerado- aumento 200x); (D) óleo/ resina presente (seção tangencial- aumento 200x); (E) pontoação simples (material macerado- aumento 200x); (F) pontoação radiovascular (material macerado- aumento 200x). Barra de escala=300  $\mu\text{m}$

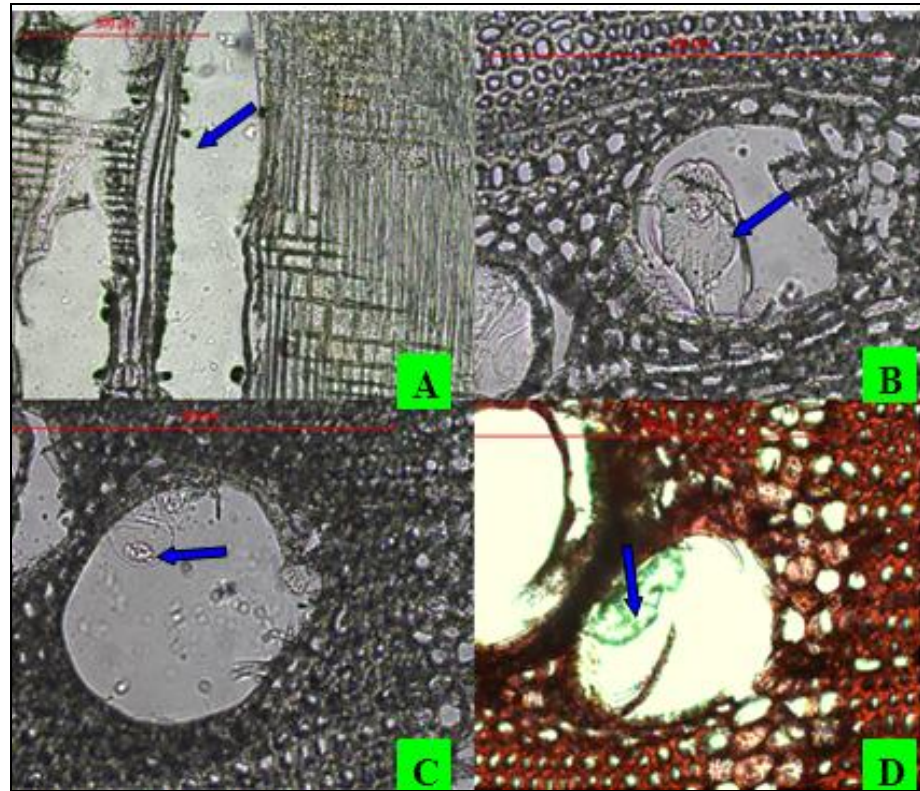
A madeira de guanandi apresentou grande variedade de seus elementos vasculares quanto ao seu formato e dimensões, sendo que todos apresentam placa de perfuração simples indicativo da evolução da espécie (Figura 15).



**Figura 15-** Formato diversificado dos vasos: (A, C e D) material macerado- aumento 200x; (B) material macerado - aumento 50x. Barra de escala=300  $\mu$ m

Outra característica observada microscopicamente foi a presença de tilose em seus vasos, (Figura 16), confirmando descrição encontrada na literatura, porém não observado macroscopicamente, devido à pouca expressibilidade.

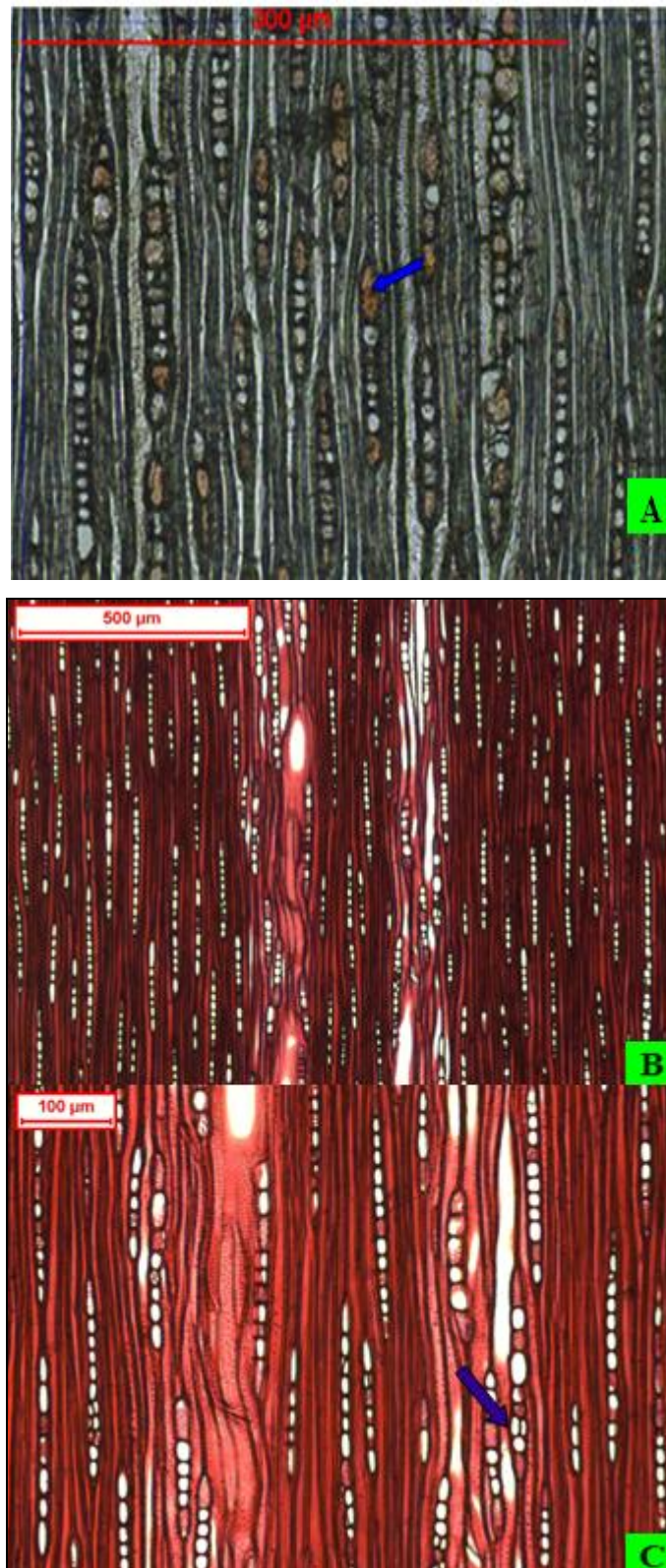




**Figura 16-** Presença de tilose: (A) seção radial- aumento 100x; (B, C e D) seção transversal- aumento 200x. Barra de escala=300  $\mu$ m

### 5.1.2.3 Parênquima radial

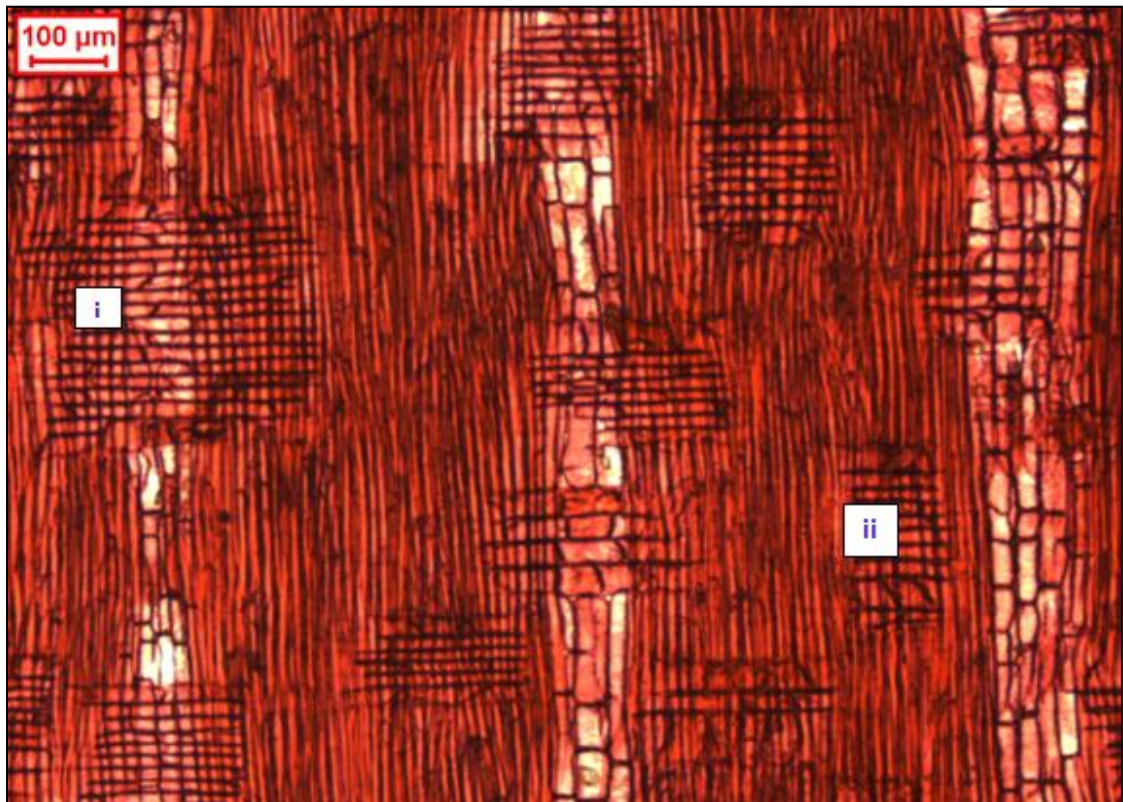
As células do parênquima analisadas são do tipo arredondado, unisseriadas predominantes, raramente bisseriadas (Figura 17- B) de 1 a 2 células e apresentam disposição não estratificada (Figura 17- C), compostas por óleo- resina (Figura 17- A).



**Figura 17-** Características das células de parênquima radial: (A) óleo/ resina presente (seção tangencial- aumento 500x- barra de escala=300 µm); (B) parênquima bisseriado (seção tangencial- aumento 500x); (C) estratificação (seção tangencial- aumento 100x).



Aparecem numa freqüência média 10,810 raios/mm (7 a 15 raios/mm), considerados numerosos a muito numerosos. Os componentes celulares dos raios apresentam células de formato predominante procumbente, além das quadradas (Figura 18- A, B, C e D). Sua altura média foi de 280,400  $\mu\text{m}$  (163,400 a 416,400 $\mu\text{m}$ ), ou seja, extremamente baixos, apresentando de 6 a 20 células na altura. As pontuações radiovasculares são normalmente simples.



**Figura 18-** Formato das células de parênquima radial: seção radial- aumento 50x (i-células quadradas; ii- células procumbentes). Barra de escala=100  $\mu\text{m}$

Quanto aos compostos encontrados nas células de parênquima destacam-se os cristais romboédricos em câmaras, como ilustrado na figura 19- A, B, C e D.



**Figura 19-** Composição das células de parênquima: (A, B e C) cristais romboédricos em câmaras (material macerado- aumento 200x); (D) cristais romboédricos em câmaras (seção radial - aumento 500x). Barra de escala=300 μm

Nas tabelas 2 e 3 tem-se um resumo das características analisadas para a madeira de guanandi, em sua forma qualitativa e quantitativa, respectivamente.

**Tabela 1-** Características qualitativas macroscópicas do guanandi

Vasos	Parênquima Axial	Raios	Camadas de Crescimento
agrupamento solitário	visível apenas sob lente	finos	indistintas
médios	faixas afastadas	poucos	
obstruídos por tilos		não estratificados	
porosidade difusa			
muito poucos			
arranjo diagonal			

Para análise quantitativa, na tabela 3 considerou-se com tamanho amostral, a soma dos números de medições das quatro árvores estudadas.

**Tabela 2-** Características quantitativas das amostras analisadas

<b>Variáveis</b>	<b>Mín.</b>	<b>Méd.</b>	<b>Máx.</b>	<b>S</b>	<b>C.V.</b>	<b>n</b>	<b>I.C</b>
<b>VASOS:</b>							
diâmetro lúme	81,700	114,400	151,700	21,589	18,872	60	[108,787: 119,941]
frequencia	5,000	7,417	10,000	1,062	14,323	60	[7.142: 7.691]
<b>RAIOS:</b>							
altura	163,400	280,400	416,400	47,345	16,885	90	[270,495:290,327]
nº cél. Altura	6,000	11,640	20,000	2,541	21,829	90	[11,112:12,177]
largura	19,910	26,820	36,310	3,636	13,558	90	[26,055:27,573]
nº cél. Largura	1,000	1,111	2,000	0,316	28,446	90	[1,045:1,177]
frequencia	7,000	10,810	15,000	1,662	15,373	90	[10,463:11,159]
<b>FIBRAS:</b>							
comprimento	682,900	1134,000	1557,000	140,364	12,378	1248	[1126,603:1142,193]
diâmetro Total	14,060	21,020	31,040	2,051	9,757	1248	[20,903:21,131]
diâmetro lúme	7,028	12,880	21,960	1,902	14,765	1248	[12,771:12,983]
espessura parede	2,345	4,070	6,003	0,591	14,531	1248	[4,037:4,103]

Mín, Méd, Máx= valor mínimo, médio e máximo das variáveis em ( $\mu\text{m}$ ); S- desvio padrão; CV- coeficiente de variação (%); n- unidades amostrais; I.C- intervalo de confiança

Em Richter e Dallwitz (1993), o comprimento das fibras apresenta valores mínimo, médio e máximo de 780–1280–1670  $\mu\text{m}$ .

IPT (1989), em análise às células de raios os valores encontrados para altura e frequência foram respectivamente de 160 a 250  $\mu\text{m}$  e 8 a 13 raios/mm respectivamente, ou seja, valores próximos aos observados no presente trabalho. Quanto ao diâmetro tangencial e frequência dos vasos, o IPT traz: 120 a 200  $\mu\text{m}$  e 2 a 7 /  $\text{mm}^2$ , respectivamente.

## 5.2 Análises estatísticas

### 5.2.1 Dimensões dos vasos e raios

A tabela 4 apresenta os valores resumo para as dimensões dos vasos e raios das 5 árvores analisadas, bem como o valor p referente ao teste estatístico de *Shapiro-Wilk*.



**Tabela 3-** Análise das dimensões dos vasos e raios

Variáveis	Méd.	I.C	C.V.	p-value
<b>VASOS:</b>				
diâmetro lúme	114,400	[108,787: 119,941]	18,872	0,005
frequencia	7,417	[7.142: 7.691]	14,323	0,001
<b>RAIOS:</b>				
altura	280,400	[270,495:290,327]	16,885	0,859
n° cél. Altura	11,640	[11,112:12,177]	21,829	0,002
largura	26,820	[26,055:27,573]	13,558	0,372
n° cél. Largura	1,111	[1,045:1,177]	28,446	0,000
frequencia	10,810	[10,463:11,159]	15,373	0,012

Média=valor médio das variáveis em ( $\mu\text{m}$ ); CV- coeficiente de variação (%);  
n- unidades amostrais; I.C- intervalo de confiança

Os resultados obtidos para o teste estatístico mostram que, com exceção da altura e largura das células do raio as demais variáveis medidas durante análise dos vasos e raios da madeira de guanandi diferem da distribuição normal ( $\alpha=5\%$ ).

### 5.2.2 Dimensões das fibras para determinação do percentual madeira juvenil/ adulta

Para determinação de madeira juvenil e adulta é comum a medição das dimensões de fibras (comprimento, diâmetro total, diâmetro tangencial e espessura de parede), principalmente o comprimento das fibras já que este é o principal indicador do ponto de transição de madeira juvenil para adulta, conforme Gatto et al. (2007).

Na tabela 5, tem-se os valores resumo das dimensões das fibras para as 5 árvores analisadas, bem como o valor p para o teste estatístico *Shapiro-Wilk*.

Através dos resultados, nota-se que todas as variáveis estudadas para análise das fibras da madeira de guanandi (comprimento, diâmetro total, diâmetro do lúme e espessura de parede) diferem da distribuição normal ( $\alpha=5\%$ ).

Como as medidas estudadas neste trabalho são descritas como “medida biológica” esperava-se que, suas distribuições aproximassem da distribuição normal, conforme descrito por Vieira (1980).

**Tabela 4-** Análise das dimensões das Fibras

Parâmetros	Méd.	I.C	C.V.	p-value
<b>FIBRAS:</b>				
comprimento	1134,000	[1126,603:1142,193]	12,378	0,003
diâmetroTotal	21,020	[20,903:21,131]	9,757	0,000
diâmetro lume	12,880	[12,771:12,983]	14,765	0,000
espessura parede	4,070	[4,037:4,103]	14,531	0,000
Média=valor médio das variáveis em ( $\mu\text{m}$ ); CV- coeficiente de variação (%);				
n- unidades amostrais; I.C- intervalo de confiança				

Em se tratando da determinação de madeira juvenil e adulta, utilizou-se de regressão linear ( $\alpha=5\%$ ) para análise das variações dimensionais ocorridas nas fibras em relação à distância radial medula/casca (Tabela 6).

Os resultados estatísticos evidenciaram que existe relação linear entre todos os parâmetros avaliados e a distância radial medula/casca ( $p\text{-value} < 5\%$ ).

Na tabela 6, tem-se a equação da reta que descreve a existência da relação linear, no entanto valores do coeficiente de determinação ( $R^2$ ), apontam que um baixo percentual da variação observada é explicada pela reta de regressão.

**Tabela 5-** Relação das dimensões das Fibras e a distância radial medula/ casca

Parâmetros	equação da reta	$R^2$	p-value
<b>FIBRAS:</b>			
comprimento	$Y=1038,415 + 24,411 \cdot X$	0,1772	0,0000
diâmetro total	$Y=20,20679 + 0,20614 \cdot X$	0,0592	0,0000
diâmetro lume	$Y=12,45474 + 0,10737 \cdot X$	0,0187	0,0000
espessura parede	$Y=3,875466 + 0,049376 \cdot X$	0,0408	0,0000

Valores baixos dos coeficientes de determinação podem ser atribuídos a erros sistemáticos de medição, grande variação dentro da própria árvore, maior proporção de valores medidos próximos a medula, etc.

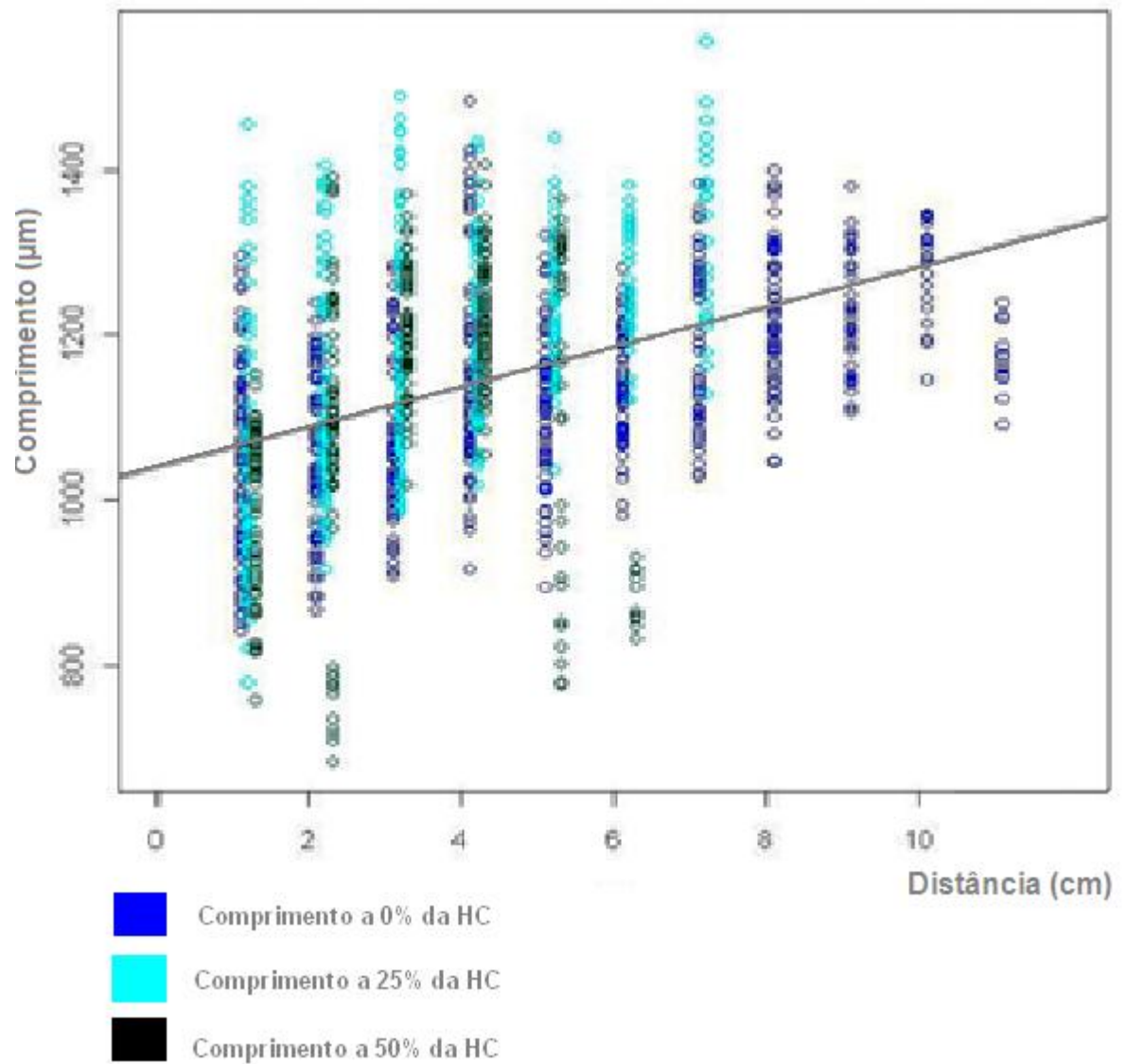
Em se tratando de erro sistemático pode ser caracterizado principalmente pelo grande número de medições feitas, o que pode ter dificultado e provocado redundância no momento da leitura dos valores observados.

Outra hipótese que justifique baixos coeficientes de determinação está relacionada à variação dentro da própria árvore. Hughes (1968 *apud* BRASIL e FERREIRA, 1979) afirmou que dentro de uma mesma espécie há freqüentemente

grandes variações entre árvores devido às influências genéticas e ambientais. BRASIL e FERREIRA (1979) disseram em estudo da madeira de *Eucalyptus grandis* que o desdobramento da interação Árvores vs. Posições mostrou que as árvores diferem significativamente em três posições estudadas. Estes autores afirmam que mais da metade da variação é devida aos componentes ligados às posições de amostragem ao longo do fuste.

No que se refere ao maior número de valores obtidos próximos à medula refere-se ao diâmetro das árvores, de modo que a maior parte dos dados concentraram-se até 6 cm da medula, resultado do menor diâmetro das mesmas. Com esta concentração de dados próximos à medula dos discos a tendência foi de aumento do coeficiente de variação e diminuição de  $R^2$ .

Analisando separadamente cada um dos discos das 5 árvores, ou seja, aqueles retirados a 0- 25 e 50% e levando em conta que o comprimento das fibras é o principal parâmetro para análise de madeira juvenil/adulta, foram plotados os gráficos relacionados ao comprimento das fibras ao longo da altura comercial conforme figura 20.



**Figura 20-** Variação do comprimento das fibras

Observa-se, para as árvores coletadas representativas do talhão da madeira de guanandi com 13 anos idade, que esta é caracterizada como juvenil, cujo comprimento das fibras e outros parâmetros apresentam dimensões em contínuo desenvolvimento, não havendo um ponto de delimitação entre madeira juvenil e adulta.

## 6. CONCLUSÕES

Dos resultados obtidos e apresentados para a madeira de *Calophyllum brasiliense* Camb., conclui-se que:

- Os valores obtidos com o estudo da anatomia da madeira, para a espécie foram importantes em sua identificação e avaliação, sendo úteis para indicação de uso e comercialização da mesma;

- A caracterização qualitativa macro e microscópica da madeira de guanandi proveniente de plantio puro seguiu a descrição esperada conforme literatura existente;

- Quantitativamente, através de análise estatística, observou-se que o modelo linear explica um pequeno percentual da variação dos dados, que podem estar relacionados principalmente à grande variação dentro da própria árvore;

- O comprimento das fibras e outros parâmetros relacionados a este elemento anatômico aumentaram na direção radial do fuste, no sentido medula/casca;

- As árvores analisadas apresentaram variação radial dos elementos anatômicos do lenho, relacionada às dimensões das fibras. Essa variação é característica de árvores jovens, logo com 13 anos de idade, a madeira é caracterizada como juvenil não havendo um ponto de delimitação entre madeira juvenil e adulta.

## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUIRRE, A. L. M.; SANTOS, P. S. B.; GATTO, D. A. Descrição macroscópica da madeira de *Eucalyptus grandis Hill ex Maiden* e *Eucalyptus saligna Smith*. In: CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 16. 2007, Pelotas. **Anais eletrônicos...** Pelotas: Ufpel, 2007. p. 1 - 5. Disponível em: <[www.ufpel.tche.br/cic/2007/cd/\\_.../agrarias.html](http://www.ufpel.tche.br/cic/2007/cd/_.../agrarias.html)>. Acesso em: 10 jan. 2009.

ANGELI, A. **Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais- IPEF**, Piracicaba, Fev. 2006. Disponível em: <[www.ipef.br/identificacao/calophyllum.brasiliense.asp](http://www.ipef.br/identificacao/calophyllum.brasiliense.asp)>. Acesso em: 14 jul. 2009.

BRASIL, M. A. M; FERREIRA, M. Características das fibras de madeira de *Eucalyptus grandis hill ex maiden*, aos 3 anos de idade. **INSTITUTO DE PESQUISAS FLORESTAIS**, Piracicaba, n. 10, p.80-97, dez. 1979. Disponível em: <<http://www.ipef.br/publicacoes/scientia/nr19/cap06.pdf>>. Acesso em: 8 abr. 2010.

CALONEGO, F. W. et al. Mensuração do comprimento das fibras para a determinação da madeira juvenil em *Eucalyptus citriodora*. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, n. 68, p.113-121, 1 ago. 2005.

CIRIELLO, P. Caracterização anatômica macroscópica das madeiras utilizadas para laminação na região de curitiba-PR. **Referência**, São Paulo, v. 11, n. 94, p.39-45, 1 ago. 2009.

Comissão Panamericana de Normas Técnicas- COPANT, 1973, São Paulo. **Normas técnicas COPANT**. São Paulo: COPANT, 1973.

FERREIRA, A. T. B.; TOMAZELLO FILHO, M. Caracterização dos anéis de crescimento de árvores de *Pinus caribaea var. hondurensis Barr. et Golf.* por densitometria de raios X. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 37, n. 83, p.1-12, 01 set. 2009. Disponível em: <<http://www.ipef.br/publicacoes/scientia/nr83/cap07.pdf>>. Acesso em: 05 nov. 2009.

GATTO, D. A. et al. Estimativa da idade de segregação do lenho juvenil e adulto para 393 *Platanus x acerifolia* (Ait.) Willd. **Cerne**, Lavras, v. 13, n. 4, p.393-398, 26 out. 2007. Disponível em: <[www.dcf.ufla.br/cerne/.../10-02-20096661v13\\_n4\\_artigo%2007.pdf](http://www.dcf.ufla.br/cerne/.../10-02-20096661v13_n4_artigo%2007.pdf)>. Acesso em: 10 jan. 2009.

GONZAGA, A L. **Madeira: Uso e conservação**. 6. ed. Brasília: IPHAN, 2006. 246 p.

IAWA LIST OF MICROSCOPIC FEATURES FOR HARDWOOD IDENTIFICATION. **Iawa Bulletin**, Leiden, v. 10, p. 219-332, 1989. Suplemento.

INFORMAÇÕES específicas sobre zona de Amortecimento e unidade de conservação. **Embrapa- Plano de Manejo**, Colombo, n. 18, p. 11-22, nov. 2002. Disponível em: <[http://www.uc.pr.gov.br/arquivos/File/Plano\\_de\\_Manejo/PE\\_Lauraceas/4\\_Lauraceas\\_I\\_III.pdf](http://www.uc.pr.gov.br/arquivos/File/Plano_de_Manejo/PE_Lauraceas/4_Lauraceas_I_III.pdf)>. Acesso em: 18 mai. 2010.

**INFORMAÇÕES sobre madeiras- guanandi**. Disponível em: <[http://www.ipt.br/informacoes\\_madeiras3.php?madeira=40](http://www.ipt.br/informacoes_madeiras3.php?madeira=40)>. Acesso em: 9 jan. 2009.

INSTITUTO de Pesquisas Tecnológicas do estado de São Paulo - IPT **Fichas de Características das Madeiras Brasileiras**. 2. ed. São Paulo: IPT, 1989a. 418p.

INSTITUTO Brasileiro de Geografia e Estatística- IBGE. **Cartas pluviométricas**. 2002. Disponível em: <<http://IBGE.gov.br>>. Acesso em: 06 dez. 2009.

JOHANSEN, W. A. **Plant microtechnique**. New York: McGraw-Hill, 1940. 523 p.

JORNAL O ESTADO DE SÃO PAULO (Brasil). **Poupança vegetal**. Disponível em: <<http://www.reflorestar.com.br/>>. Acesso em: 14 jul. 2009.

JUNIOR, A.G. Estudo morfo-anatômico das folhas e caule da *Calophyllum brasiliense* (Clusiaceae), uma contribuição ao estudo farmacognóstico da droga vegetal. **ACTA FARMA BONAERENSE**, Maringá, n. 24, p.371-377, 10 abr. 2005. Disponível em: <[http://www.latamjpharm.org/trabajos/24/3/LAJOP\\_24\\_3\\_1\\_8\\_G6AL3364LM.pdf](http://www.latamjpharm.org/trabajos/24/3/LAJOP_24_3_1_8_G6AL3364LM.pdf)>. Acesso em: 07 abr. 2010.

KLOCK, U. et al. **Química da Madeira**. 3. ed. Curitiba: Ufpr, 2005. 86 p.

KRAUS, J. E. ; ARDUIN, M. **Manual básico de métodos em morfologia vegetal**. Rio de Janeiro: EDUR, 1997. 198 p.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. Nova Odessa: Plantarum, 1992. 352 p.

MADEIRA de Reflorestamento para Móveis. **REVISTA DA MADEIRA**, Piracicaba, n. 85, p.1-4, Nov. 2004. Disponível em: <[http://www.remade.com.br/br/revistadamadeira\\_materia.php](http://www.remade.com.br/br/revistadamadeira_materia.php)>. Acesso em: 14 jul. 2009.

MENDES, L. M. et al. Anatomia e características físico-químicas da madeira de *Zanthoxylum tingoassuiba* St. Hil. de ocorrência na região de Lavras/MG. **Cerne**, Lavras, v. 5, n. 1, p.15-23, 2002. Disponível em: <[www.dcf.ufla.br/cerne/artigos/v5\\_n1\\_artigo% 2002.pdf](http://www.dcf.ufla.br/cerne/artigos/v5_n1_artigo%202002.pdf)>. Acesso em: 14 jul. 2009.

MOREY, P R. Crescimento das árvores. In: MOREY, P R. **Crescimento das árvores**. São Paulo: Epu, 1980. p. 14-17.

MORI, C. L. S. O.; MORI, F. A; FERREIRA, S.; GONÇALVES, C. Caracterização Anatômica da madeira de Candeia (*Eremanthus Erytropappus*). In: **ENCONTRO BRASILEIRO DE MADEIRAS E ESTRUTURAS EM MADEIRA**, 10, 2006, São Pedro. EBRAMEM. São Pedro: Ufpel, 2007. p. 1 - 9.



NISGOSKI, S. et al. Caracterização anatômica macroscópica das madeiras utilizadas para laminação na região de Curitiba-PR. **Scientificcommons**, Curitiba, n.1, p.1-6, 24 jun. 2005. Disponível em: <[en.scientificcommons.org/silvana\\_nisgoski](http://en.scientificcommons.org/silvana_nisgoski)>. Acesso em: 10 jan. 2009.

POLLITO, P. A. Z. **Dendrologia, anatomia do lenho e “Status” de conservação das espécies lenhosas dos gêneros Cinchona, Croton e Uncaria no estado do Acre Brasil**. 2004. 200 f. Doutorado (Tese) - Usp, Piracicaba, 2004. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/11/111150/tde-19072004-171748/>>. Acesso em: 10 jan. 2009.

RAMALHO, P. E. Cerejeira-da-Amazônia- *Amburana acreana* Taxonomia e Nomenclatura. Encontros BIBLI. **Embrapa- Circular Técnica**, Colombo, n. 134, p. 1-6, nov. 2007. Disponível em: <<http://www.cnpf.embrapa.br/publica/circtec/edicoes/Circular134.pdf>>. Acesso em: 18 mai. 2010.

RICHTER, H. G.; DALLWITZ, M. J. **Dimensões do Guanandi**. Disponível em: <<http://delta-intkey.com/wood/pt/www/gutcabra.htm>>. Acesso em: 14 Abr. 2010.

SASS, J. E. **Botanical microtechnique**. The Iowa State College, Iowa, 1951. 228 p.

SILVA, M. **Anatomia da madeira de Ocotea Odorifera (Vell.) Rohwer (LAURACEAE)**. 2003. 86 f. Mestrado (tese)- Ufsc, Pelotas, 2003. Disponível em: <<http://www.tede.ufsc.br/teses/PBVE0024.pdf>>. Acesso em: 25 ago. 2009.

TOMAZELLO FILHO, M. Estrutura anatômica da madeira de oito espécies de eucalipto cultivadas no Brasil. **REFERÊNCIA**, São Paulo, n. 29, p.25-36, 1 abr. 1985.

VASCONCELOS, L.T. Poupança vegetal. **JORNAL O ESTADO DE SÃO PAULO**, São Paulo, set. 2005. Disponível em: <<http://www.reflorestar.com.br>>. Acesso em: 14 set. 2009.

VIEIRA, S. **Introdução à bio estatística**. Elsevier: Rio de Janeiro, 1980. 196 p.

ZENID, G. J.; CECCANTINI, G.C.T. **Identificação Botânica de Madeiras**. São Paulo: Laboratório de Anatomia e Identificação de Madeiras, Divisão de produtos Florestais, IPT, 2003. 36 p.