VANESSA MONTEIRO DE OLIVEIRA RODRIGUES

CARACTERIZAÇÃO ANATÔMICA DO LENHO DE *Syzygium cumini*

Itapeva - SP
Junho de 2017

VANESSA MONTEIRO DE OLIVEIRA RODRIGUES

CARACTERIZAÇÃO ANATÔMICA DO LENHO DE *Syzygium cumini*

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado na Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" – Câmpus de Itapeva, como requisito para a conclusão do curso de Engenharia Industrial Madeireira.

Orientador: Prof. Dr. Ricardo Marques Barreiros

Itapeva - SP
Junho de 2017

Rodrigues, Vanessa Monteiro de Oliveira
R696c Caracterização anatômica do lenho de Syzygium cumini / Vanessa Monteiro de Oliveira Rodrigues. -- Itapeva, SP, 2017
59 f.: il.

Trabalho de conclusão de curso (bacharelado - Engenharia Industrial Madeireira) - Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Câmpus Experimental de Itapeva, 2017
Orientador: Ricardo Marques Barreiros

1. Madeira – Anatomia. 2. Madeira -- Densidade. 3. Jambolão. I. Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Câmpus Experimental de Itapeva. II. Título.

CDD 582.16

Ficha catalográfica elaborada pela biblioteca da Universidade Estadual Paulista (Unesp), Câmpus Experimental de Itapeva
Valderez Soares - CRB 8/4654

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
Campus Experimental de Itapeva

VANESSA MONTEIRO DE OLIVEIRA RODRIGUES

CARACTERIZAÇÃO ANATÔMICA DO LENHO DE SYZYGIUM CUMINI

Trabalho de Conclusão de Curso para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Industrial Madeireira, da Universidade Estadual Paulista - UNESP - Campus Experimental de Itapeva.

BANCA EXAMINADORA

Orientador: _____
Prof. Dr. Ricardo Marques Barreiros
Universidade Estadual Paulista - UNESP - Campus Experimental de Itapeva.

2º Examinador: _____
Profª. Drª. Gláucia Aparecida Prates
Universidade Estadual Paulista - UNESP - Campus Experimental de Itapeva.

3º Examinador: _____
Prof. Dr. Cantídio Fernando Gouvea
Universidade Federal de Serjipe - UFS.

Itapeva, 22 de junho de 2017.

A Deus e a minha família, que sempre
me apoiaram na minha jornada estudantil,
me possibilitando forças para prosseguir
e me amparando nos momentos difíceis.

“Até aqui nos ajudou o Senhor.”

1 Samuel 7:12

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, por ter me sustentado até aqui, quando tudo parecia desabar sua mão me susteve e só assim pude prosseguir, vencendo as lutas e dificuldades encontradas pelo caminho.

A minha família, especialmente minha mãe Jane, que sempre esteve do meu lado, me acalmou nas tribulações e lutas e me deu forças para ir adiante.

A meus avós, que me apoiaram e me ampararam na minha decisão de cursar Engenharia com afeto e conselhos sempre soube que não estava sozinha e principalmente por acreditarem em mim.

Ao meu amado amigo Jonathan, que mesmo estando longe sempre se fez presente, sempre me ajudou nos momentos difíceis com conselhos e orações, que nunca poderei esquecer.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Ricardo Marques Barreiros, que me possibilitou esse aprendizado, que acreditou em mim e em meu potencial para realizar esse trabalho.

Ao técnico Waldecir pela paciência e dedicação a essa pesquisa, me transmitindo os conhecimentos necessários sobre os experimentos e equipamentos.

A todos os professores, técnicos, monitores da UNESP - Câmpus de Itapeva, que de alguma forma contribuíram para meu aprendizado durante a minha vida acadêmica.

A todos os meus amigos queridos adquiridos na UNESP, que sempre me ajudaram quando passei por dificuldades, descobrindo o real significado de amizade. A todos o meu muito obrigada por estarem do meu lado desde o início, que Deus abençoe e ilumine ricamente a vida de cada um.

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi caracterizar a anatomia da espécie Syzygium cumini (Jambolão), bem como descrever e analisar seus elementos anatômicos, tais como: tamanho, diâmetro dos vasos e tipos de parênquima de raios de acordo com os parâmetros previstos pelo Comitê IAWA (1989), através de investigações realizadas, possíveis através da observação no Microscópio (Leica) e montar as lâminas usando o método modificado descrito por Franklin (1945). O apoio acadêmico e o material para pesquisa foram oferecidos pela Unesp -Campus de Itapeva. A árvore de *Syzygium cumini*, também conhecida como Jambolão, foi coletada no município de Itapeva (SP) na própria Instituição. Além disso, foram realizados estudos que permitiram a estimativa da idade da árvore, análise macroscópica do caule, conforme descrito por Copant (1973) e Ceccantini e Zenid (2000). A espécie apresentou idade de 20 anos, com densidade de 0,632 g/cm³ e fibras com dimensões de 1742,94 µm, lúmen médio de 10,88 µm e parede celular 8,17 µm. Possui parênquima axial Paratraqueal em faixas com predominância de vasos solitários, de diâmetros médios de 108 µm pouco numerosos e com 8 vasos/mm². No corte tangencial, contém raios multisseriados com alta variabilidade de células, estendendo-se num intervalo de 11 a 60 células por raio, também apresenta raios unisseriados em menor quantidade, apresentam altura com média de 625,24 µm e largura fina de 45,89 µm.

Palavras chaves: Jambolão, elementos anatômicos, lenho juvenil, lenho adulto, densidade básica.

ABSTRACT

This research is to characterize the anatomy of the species Syzygium cumini (Jambolão), as well as to describe and analyze its anatomical elements, such as: size, vessel diameter and ray parenchyma types according to the IAWA (1989) , Through investigations carried out, possible through observation in the Microscope (Leica) and assemble the slides using the modified method described by Franklin (1945). Academic support and research material were provided by Unesp Campus of Itapeva. The tree of Syzygium cumini, also known as Jambolão, was collected in the municipality of Itapeva (SP) in the Institution itself. In addition, studies were carried out to estimate tree age, a macroscopic stem analysis, as described by Copant (1973) and Ceccantini and Zenid (2000). The species presented age of 20 years, with density of 0.632 g / cm³ and fibers with dimensions of 1742.94 μm, mean lumen of 10.88 μm and cell wall 8.17 μm. It has a paratracheal axial parenchyma in bands with predominant solitary vessels, with a mean diameter of 108 μm, with few vessels and 8 vessels / mm². In the tangential section, it contains multisseries rays with high cell variability, ranging from 11 to 60 cells per radius, also presents uniseriate rays in a smaller amount, they present height with a mean of 625.24 μm and a fine width of 45.89 μm.

Keywords: Jambolão, anatomical elements, juvenile wood, adult wood, basic density.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Fruto e Árvore de *Syzygium cumini*..... 3
Figura 2: Planos anatômicos de corte de Angiospermas..... 5
Figura 3: Cerne e Alburno da madeira..... 10
Figura 4: Partes do lenho..... 11
Figura 5: Lenho Tardio e Inicial de Gimnosperma..... 12
Figura 6: Lenho Adulto e Juvenil 13
Figura 7: Elemento de vaso/ aumento 50X..... 14
Figura 8: Tipos de vasos da madeira..... 16
Figura 9: Parênquimas Axiais Apotraqueais..... 18
Figura 10: Parênquimas Axiais Paratraqueais..... 18
Figura 11: Madeira bruta de Jambolão na forma de disco..... 21
Figura 12: Material sendo lixado 21
Figura 13: Lixamento do disco com lixadeira manual..... 22
Figura 14: Marcação do filete para a retirada de material de maceração..... 22
Figura 15: Filete cortado com os cubos para maceração..... 23
Figura 16: Filete para o ensaio de densidade..... 24
Figura 17: Corpos de prova para o ensaio de densidade..... 24
Figura 18: Pedaços fragmentados dos cubos..... 25
Figura 19: Fragmento dos cubos nos frascos 25
Figura 20: Mistura dos reagentes 26
Figura 21: Distribuição da solução macerante nos frascos..... 26
Figura 22: Frascos vedados contendo material para a maceração..... 27
Figura 23: Frascos vedados com fita adesiva..... 27
Figura 24: Material depois de algumas horas na estufa..... 28
Figura 25: Material depois de 24 horas na estufa 28
Figura 26: Fibras desagregadas depois de 48 horas..... 29
Figura 27: Suporte para drenagem das fibras..... 29
Figura 28: Fibras soltas colocadas no coador..... 29
Figura 29: Fibras com Álcool Acético..... 31

Figura 30: Lâmina e Lamínula para microscopia..... 31
Figura 31: Lâmina pronta..... 32
Figura 32: Microscópio Leica DM 250 M 32
Figura 33: Dados das Medidas das fibras no Exel 33
Figura 34: Fibras dispostas no Microscópio Leica lente N Plan 2.5x/ 0.07..... 34
Figura 35: Amostra da madeira para os cortes histológicos..... 34
Figura 36: Micrótomo Leica SM 2000 R 35
Figura 37: Cortes Incolores e coloridos com safranina (1%) 36
Figura 38: Câmara de vácuo para a saturação das peças..... 36
Figura 39: Bomba de vácuo utilizada..... 37
Figura 40: Peças saturadas em água num béquer 37
Figura 41: Suporte para drenagem da madeira saturada..... 38
Figura 42: Peso seco de uma das peças de madeira..... 38
Figura 43: Densidade da madeira no sentido medula – cambio..... 40
Figura 44: Syzygium cumini, corte transversal/ aumento 50X..... 41
Figura 45: Número de vasos/mm²/aumento 50X..... 41
Figura 46: Syzygium cumini, corte tangencial, aumento 50X..... 41
Figura 47: Syzygium cumini, fibra e elemento de vaso/ aumento 50X..... 43
Figura 48: Comprimento de fibra de *Syzygium cumini* no sentido medula - cambio..... 44
Figura 49: Histograma da caracterização do Jambolão..... 44

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO 1
2. OBJETIVO..... 2
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA 2
   3.1 Familia Myrtaceae..... 2
   3.2 Espécie *Syzygium cumini*..... 2
   3.3 Definição de Madeira..... 4
      3.3.1 Planos Anatômicos..... 4
      3.3.2 Histórico da Anatomia da Madeira..... 5
      3.3.3 Importância da Identificação da Madeira..... 6
      3.3.4 Características Organolépticas..... 7
         3.3.4.1 Cor..... 8
         3.3.4.2 Odor..... 8
         3.3.4.3 Brilho..... 9
         3.3.4.4 Textura..... 9
         3.3.4.5 Grã..... 9
      3.3.5 Identificação Macroscópica..... 10
         3.3.5.1 Cerne e Alburno..... 10
         3.3.5.2 Anéis de Crescimento..... 12
         3.3.5.3 Lenhos Juvenil e Adulto..... 13
      3.3.6 Identificação Microscópica..... 14
         3.3.6.1 Vasos 14
         3.3.6.2 Fibras..... 16
         3.3.6.3 Parênquimas..... 17
   3.4 Maceração..... 18
   3.5 Densidade..... 19
4. METODOLOGIA..... 21
   4.1 Material..... 21
      4.1.1 Preparo do disco para análises macro e microscópicas..... 21
      4.1.2 Análise Macroscópica do lenho..... 25
      4.1.3 Análise Microscópica do lenho..... 25
         4.1.3.1 Maceração da Madeira..... 25

4.1.3.2 Montagem das lâminas..... 31
4.1.4 Medição das fibras..... 32
4.2 Cortes Histológicos..... 35
4.2.1 Preparo do material..... 35
4.3 Ensaio de densidade..... 35
4.3.1 Preparação da madeira Saturada..... 35
5. RESULTADOS E DISCUSSÕES 38
5.1 Densidade..... 38
5.2 Vasos..... 39
5.3 Raios..... 41
5.4 Fibras..... 42
6. CONCLUSÃO..... 45
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 46

1. INTRODUÇÃO

Podemos classificar o Brasil como um dos países com maiores reservas florestais do mundo. Sua vasta extensão territorial o possibilita ser um dos grandes líderes em diversos setores madeireiros, tendo em vista que as indústrias florestais brasileiras apresentam crescimento significativo, devido a diversos fatores, tais como: grandes investimentos em seu parque fabril, clima favorável, solos férteis para o plantio de florestas, entre outros.

Essa crescente demanda por produtos à base de madeira tem desencadeado a necessidade de novas tecnologias de processamento. Hoje, o Brasil possui cerca de 30 mil empresas nesse setor, que representam um capital de US$ 25 bilhões por ano, que corresponde a 4% do PIB do país; essas empresas buscam o beneficiamento de seus produtos e qualidade da matéria prima empregada e cada vez mais investem em florestas plantadas, além de já estarem estabelecidas no mercado.

Contudo, para ampliação de seus horizontes, existe a possibilidade de novas espécies ainda desconhecidas, que podem ser fontes renomadas de matéria prima, não somente para evitar o risco de extinção de algumas espécies já ameaçadas, mas também ampliação de conhecimento através de pesquisas e descobrimento sobre as propriedades das mesmas, como as anatômicas, físicas, entre outras. A exemplo disso, o Jambolão (*Syzygium cumini*), que é uma espécie bastante cultivada no Brasil, é encontrada principalmente nas regiões Sudoeste e Norte. É originada da Ásia, tem seu uso bastante amplo na indústria medicinal e os seus frutos atraem consumidores e admiradores de sua polpa. É importante ressaltar que, anatomicamente não é uma espécie difundida na literatura, ao contrário do que se nota em relação a seus elementos como raízes, folhas e frutos, dessa forma é importante conhecer sua estrutura anatômica devido a propriedades como rápido crescimento por exemplo e densidade, que é extremamente viável para a Industria.

2. OBJETIVO

O objetivo desta pesquisa foi caracterizar a madeira de Jambolão do ponto de vista anatômico, bem como determinar sua densidade básica no sentido medula-câmbio, com o intuito de conhecer mais sobre a madeira dessa espécie.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 Família Myrtaceae

Encontra-se principalmente em regiões de climas tropicais como o Brasil e apresenta uma vasta gama de espécies, podendo chegar a 1000, representando uma das maiores famílias taxonômicas das florestas brasileiras como a Floresta de Restinga e Mata Atlântica, possuindo 23 gêneros.

Souza et al. (2005) classificam a família Myrtaceae como sendo complexa. Para a sua identificação, são necessários o que conhecemos como caracteres crípticos, devido à alta variabilidade de árvores e devido ao fato de seu estudo anatômico não ser muito difundido. Características anatômicas da família denotam mesofilo dorsiventral sem sua camada de hipoderme e sua concavidade de secreção e idioblastos possuem cristais prismáticos (KEATING, 1984).

As plantas pertencentes à família das mirtáceas possuem importância econômica (JOLY, 1975). Da espécie *S. cumini* pode-se extrair óleos essenciais de suas folhas, que, de acordo com os pesquisadores Shafi et al. (2002), ela possui propriedade antibacteriana, o mesmo pensam Oliveira et al. (2007) do extrato hidroalcoólico.

3.2 Espécie *Syzygium cumini*

O Jamelão, também conhecida por sinonímia *Eugenia jambolana* (Figura 1), é uma espécie proveniente do continente asiático, predominantemente da Indomalásia e países como China e Antilhas, porém adaptou-se muito bem a

outras regiões, principalmente em regiões que apresentam climas quentes e solos úmidos (LORENZI, 2003).

Figura 1: Fruto e árvore de *Syzygium cumini*

Fonte: Blogarama (2017)

USEFUL Tropical Plants (2017)

Apesar de ser uma espécie exótica, é muito cultivada em outros países como o Brasil de acordo com Souza et al. (2005), pertencente à família Myrtaceae, é uma angiosperma de rápido crescimento, podendo chegar até 10 metros de altura. Seus frutos e folhas são muito apreciados pela indústria farmacêutica, sua polpa comestível exerce influência na medicina terapêutica, sendo esse um parâmetro de qualidade, que vai além de estudos anatômicos, as propriedades das folhas e plantas são ferramentas para descobertas no ramo farmacêutico (ALBUQUERQUE, 2006).

A exemplo disso, Donatini (2003) descreve a utilização de muitas espécies para o uso terapêutico hipoglicemiante e cicatrizante e outras finalidades medicinais. Volpato et al. (2002) descrevem o Jamelão como uma fonte de controle para a diabetes mellitus, devido sua propriedade hipoglicemiante, e Grover et al. (2000) e Sharma et al. (2006) descrevem o uso de *Syzygium cumini* como meio de controle para quem sofre de glicemia.

3.3 Definição de Madeira

Define-se madeira como um material heterogêneo de um conjunto de células originárias da atividade cambial, as quais desempenham funções vitais de sustentação do lenho, armazenamento, transformação e movimentação de seiva (BURGER 1991). Constitui-se não só de elementos celulares como fibras, parênquimas, vasos entre outros, mas também por elementos orgânicos como celulose e lignina, por exemplo, que de acordo com a espécie, apresentam distintos comportamentos nos seus estágios de desenvolvimento. Fatores como práticas silviculturais, condições climáticas locais e fatores genéticos determinam como será a característica do lenho, as quais atribuem à árvore individualidade não uniforme com variações dentro do lenho (ZOBEL, 1989).

A madeira, de modo geral, apresenta uma ampla variedade de componentes, que intercalam o lenho e formam essa estrutura heterogênea; existem outros componentes e estruturas químicas, como descreve Sampaio (1975/76) e Uriartt (1992), tais como: óleos, resinas, taninos, amidos, açúcares, sais inorgânicos, ácidos orgânicos e substâncias nitrogenadas.

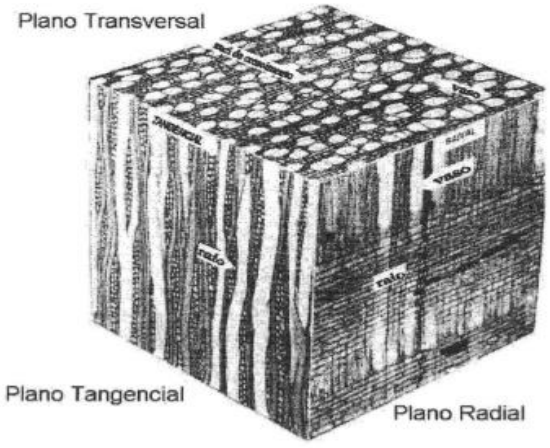
3.3.1 Planos Anatômicos

Além de um material lenhoso, a madeira não apresenta as mesmas medidas e propriedades nas suas três direções. Lewin et al. (1991) classifica a madeira como anisotrópica e, dessa forma, é necessário um estudo para caracterizar os arranjos celulares das diferentes estruturas do lenho nos seus distintos planos de corte. Para isso Richter et. al. (1991) distinguiu os planos anatômicos como mostrados na Figura 2.

- Plano Transversal (X): encontra-se na região normal ao eixo axial do tronco.
- Tangencial (T): encontra-se na região axial do tronco, tangencial aos anéis de crescimento e plano normal aos raios do lenho (transversal).

- Radial (R): encontra-se na região paralela ao plano axial da árvore e dos raios do lenho e plano normal em relação aos anéis de crescimento.

Figura 2: Planos anatômicos de corte de Angiospermas



Fonte: PANSHIN, (1970).

3.3.2 Histórico da Anatomia da Madeira

Sempre existiu a necessidade de classificar os materiais devido ao seu destino de uso e, com a madeira, não foi diferente. A preocupação de investigação do lenho desencadeou a possibilidade de novas tecnologias, que analisem profundamente a estrutura da madeira, identifique e junte aos demais grupos com características morfológicas semelhantes. A análise microscópica mostra maior confiabilidade no que diz respeito à identificação; por muitos anos a madeira tem sido usada erroneamente em decorrência de falta de conhecimento, pois, guiados pelas características organolépticas da madeira, muitos tem feito mau uso do lenho.

Esse entrave desencadeou a necessidade dos primeiros estudos anatômicos, os quais tiveram origem registrada no século XVI, tendo Cordus e Caesalpino como percursores da anatomia da madeira, sendo posteriormente aprimorados por pesquisadores como Leewnhoek e Duhanel. No século XIX, Auguste Mathieu e Hermann Hodlinger deram significativos avanços e aprimoraram profundamente o estudo da anatomia, sendo hoje conhecidos como

os percursores da anatomia vegetal (CHIMELO, 1992). Durante o final do século XX, o aperfeiçoamento do microscópico óptico alavancou imensamente o estudo e investigação anatômica. Com esse avanço tecnológico, aprimorou-se profundamente o segmento de morfologia e botânica, abrindo assim um leque de caracterização do lenho, sanando as necessidades de conhecer os comportamentos mecânicos e físicos das madeiras de forma acentuada, que acabou sendo repercutida e difundida pelos institutos e escolas de engenharia da época (PEREIRA, 1933)

O Brasil, apesar de ser uma país vasto e privilegiado por florestas e árvores, teve os primeiros estudos anatômicos registrados na década de 20, tendo como pioneiros no país, em registros e pesquisas do ramo, o Jardim Botânico do Rio de Janeiro e o Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo – IPT (CHIMELO, 1992).

3.3.3 Importância da Identificação da Madeira

Desde os primórdios, o homem vem usufruindo das propriedades que a madeira pode oferecer, porém, devido à grande variedade de espécies, também provém de inúmeras propriedades, que, segundo Fahn (1982), são adequadas para muitas finalidades e usos variados. Sendo a madeira um material lenhoso e heterogêneo, há variações internas em sua estrutura, que variam de espécie para espécie e esse fator tem profundo significado no mercado consumidor; e, de acordo com Esau (1959), a composição do lenho e arranjo dos seus elementos são determinantes para a sua finalidade comercial.

No Brasil, muitas espécies são provenientes da Amazônia, que abastecem o país inteiro e, dessa forma, existem inúmeras nomenclaturas comuns, que de acordo com a região do país, é conhecida por um determinado nome, o qual é um dos aspectos mais importantes na comercialização (IBAMA, 1991). Dessa forma, ocorrem muitos erros e enganos na hora de aquisição do material, possibilitando erros grotescos de identificação de espécies (IBDF, 1985). Isso reforça a necessidade de conhecimento do nome cientifico da espécie, o qual é único. Se por um lado a vasta gama de espécies possibilitam diversos usos da madeira para fins específicos, sua falta de conhecimento e investigação das características

anatômicas denotam problemas, que poderiam ser resolvidos perante a caracterização das espécies, que segundo Keen et al. (1984), a boa utilização da madeira é influenciada pelas metodologias adotadas desde a identificação da árvore até a madeira processada.

A caraterização anatômica do lenho ocorre através da sua investigação microscópica, que por sua vez é mais confiável e significativa na identificação da espécie, tendo em vista que é um conhecimento mais profundo e representativo do que a análise macroscópica, possibilitando a visualização e mensuração de elementos celulares como vasos, fibras, parênquimas como um meio de comparação entre as demais. Essa averiguação de caracterização do lenho é um alicerce para sua venda no comércio, pois evita possíveis fraudes e enganos ocasionados pela identificação sensorial (CHIMELO, 1985).

Vale destacar, que a identificação das peças de madeira ocorrem em etapas, inicialmente orientadas pelas características organolépticas do lenho e posteriormente confirmadas pela análise microscópica, pois muitas espécies apresentam características parecidas, mas no microscópio é possível visualizar não somente os elementos celulares convencionais como outras singularidades representadas, por exemplo, por raios, cristais, pontoações, tilos, gomas, entre outras, denotados por Core et al. (1979). Dessa forma, segundo Larson et al. (1969) caracterizar a madeira corretamente denota um dos principais parâmetros de qualidade da madeira, que é o anatômico, amparado, algumas vezes, pelos parâmetros químicos e físicos.

3.3.4 Características Organolépticas

Essa identificação é caracterizada pela percepção sensorial da madeira, tais como: brilho, cor, odor, textura e grã, podendo ser identificada sem a necessidade de aparelhos, que requerem alta tecnologia empregada. Essas propriedades estão relacionadas ao uso da peça de madeira, voltadas ao decorativo (TORTORELLI, 1956).

Deve-se denotar, que basear-se somente nas características organolépticas do lenho pode desencadear, em sua maioria, erros de

identificação, uma vez que existem espécies com aspetos e aparência semelhantes, como ocorreu com as madeiras provenientes da Amazônia identificadas pelo IBDF (1985). Segundo Tsoumis (1991), muitas dessas características são provenientes de extrativos, que podem interferir na coloração, inflamabilidade, gosto, odor, entre outras.

3.3.4.1 Cor

É uma das principais características organolépticas do lenho, além de dar requinte à peça, auxilia na identificação visual e suas características estão diretamente relacionadas com sua composição química, já que a sua coloração é originária da impregnação de elementos orgânicos nos componentes no interior das células da madeira; extrativos como taninos, óleos naturais e resinas, por exemplos, dão coloração característica à peça, sendo estes, muitas vezes, protetores naturais da madeira, já que são considerados tóxicos para agentes xilófagos, que segundo Burger et al. (1991) é a razão pela qual madeiras de coloração mais escura costumam ser mais duráveis que as de coloração mais clara.

De acordo com Tsoumis (1991), a cor natural da madeira pode restringir a utilização de produtos sobre a sua superfície, uma vez que a cor da madeira pode ser alterada com esses reagentes químicos, resultando na alteração do lenho natural; não somente produtos químicos, mas também a exposição a raios solares, excepcionalmente os raios ultravioletas, que têm o poder de deterioração dos componentes do lenho, tendo destaque para a lignina, diferentemente da celulose presente na parede das fibras, que é menos vulnerável aos raios ultravioletas (STERNADT, 1991).

3.3.4.2 Odor

O cheiro caraterístico de algumas espécies está diretamente ligado à presença de substâncias voláteis na composição do lenho, em sua maioria

concentradas no cerne, cuja tendência é diminuírem com o tempo. O odor nas madeiras é uma variável que pode, de alguma forma, restringir o seu uso para certas finalidades, como para produtos alimentícios ou embalagens (BURGER, 1991).

Nem todas as espécies apresentam odor em suas madeiras, mas quando apresentam podem ser desagradáveis ou agradáveis. Quando existe, é mais acentuado no momento de desdobrar a madeira ou cepilhar a peça (TORTORELLI, 1956).

3.3.4.3 Brilho

O brilho é a eficácia do corpo de poder refletir a luz incidente. Para a identificação macroscópica da madeira, é um tópico irrelevante, tendo sua importância ligada somente ao lado ornamental, que pode ser artificialmente modificado por conta de vernizes ou polimentos (RICHTER, 1991).

Parte do brilho da madeira é devido a angulação do reflexo da incidência da luz e do elemento celular exposto a essa luz em sua superfície, sendo mais acentuada nas direções radial e tangencial, visando que são diferentes nas três direções, inclusive os extrativos presentes na madeira ou mesmo óleos e resinas contribuem para o aumento do brilho na peça (PANSHIN, 1970).

3.3.4.4 Textura

Denota-se textura da madeira o arranjo e distribuição dos componentes do lenho que constituem a madeira. Pode ser averiguada a olho nu ou sentida, mas para conhecimento mais aprofundado, é necessário a análise microscópica para dados mais concretos, como é o caso das folhosas em que a textura é analisada de acordo com o diâmetros dos vasos celulares e largura do raio (BURGER, 1991).

3.3.4.5 Grã

Representa a orientação total dos componentes verticais das árvores em relação ao eixo axial do tronco segundo BURGER et. al. (1991). De acordo com o crescimento do lenho, ocorrem variações nos arranjos, excepcionalmente, na direção axial dos tecidos da madeira, que dão origem aos mais diversos tipos de inclinações de grã como: direita, irregular, inclinada, entre outros, sendo a grã inclinada a mais desejável, quando deseja-se melhor colagem ,devido a penetrações mais acentuadas que a grã reta (IWAKIRI, 1997).

3.3.5 Identificação Macroscópica

3.3.5.1 Cerne e Alburno

O cerne da madeira mostra a região de maior resistência mecânica da árvore, situada na região central do lenho; apresenta, geralmente, coloração mais escura e maior porcentagem de extrativos da madeira, tais como: taninos, óleos, resinas, entre outros. O cerne é formado a partir da formação de novas células na região cambial, sendo que as células mais antigas se distanciam do local de sua formação e vão gradativamente perdendo atividade vital, apresentando coloração mais escura em decorrência dessa região morrer fisiologicamente (BURGER, 1991) (Figura 3).

Figura 3: Cerne e Alburno da madeira

Fonte: Anatomia Vegetal (2017)

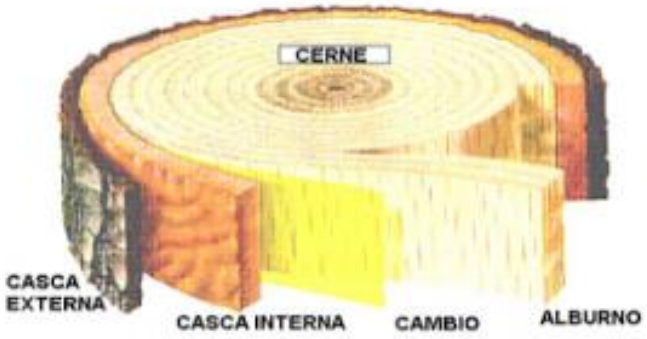
Esses mesmos autores ainda denotam, que o cerne, por ser uma região que apresenta tecido com baixos índices de nutrientes, está menos suscetível ao ataque de agente xilófagos que o alburno e, em contrapartida, em situações que necessitem de preservativos, o cerne é menos permeável em decorrência dos extrativos que contém.

Podem ocorrer, em algumas espécies, a ausência de cerne ou sua coloração não ser acentuada, sendo muitos casos parecida com a coloração do alburno, porém continua sendo uma região morta fisiologicamente. Há casos de cernes inexistente em algumas espécies, tudo depende da genética da árvore e sua proporção de cerne e alburno é totalmente variável, em algumas árvores são constituídas por maior porcentagem de cerne (LEWIN, 1991).

Panshin e De Zeeuw (1970) denotam que os componentes presentes no cerne têm composição complexa e apresentam alta variabilidade, sendo, muitas vezes, de difícil identificação de sua origem.

O Alburno juntamente com o câmbio representam a região da árvore com maior atividade, sendo o alburno normalmente mais claro e responsável por condução de líquidos, além de possuir células parenquimáticas responsáveis por guardarem substâncias nutritivas como açúcares, amido e proteínas, razão essa porque o alburno está mais vulnerável ao ataque de fungos. (Figura 4).

Figura 4: Partes do Lenho



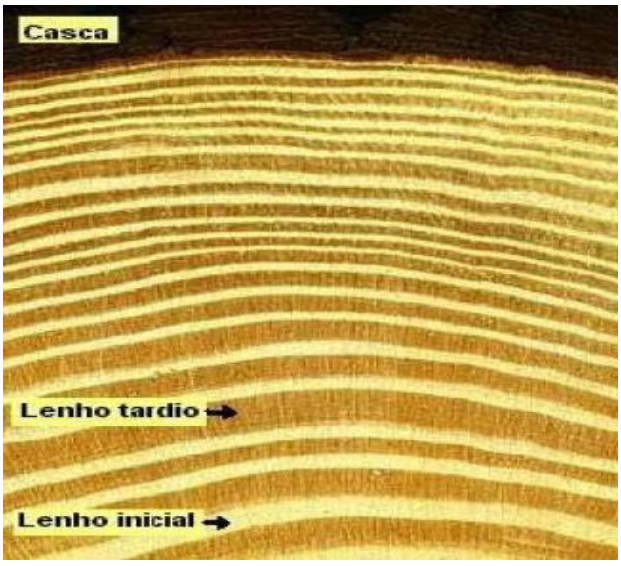
Fonte: Química com Engenharia (2017)

3.3.5.2 Anéis de Crescimento

Os anéis de crescimento da madeira denotam regiões distintas da madeira, explicitando a sua formação. Excepcionalmente, as madeiras de alta densidade, formadas no período com clima temperado ou lenho tardio, são mais acentuadas e marcantes, além de apresentarem parede celular mais densa, lumes com menores dimensões e coloração mais escura. Todos esses fatores estão diretamente ligados com as condições climáticas, que ocasionam a diminuição da sua atividade fisiológica. Os anéis de crescimento denotam uma estimativa aproximada da idade da árvore, também chamados de “anéis anuais” (FOREST PRODUCTS LABORATORY, 1999).

Os anéis de crescimento da árvore são diferenciados pelos lenhos tardio e inicial, sendo o lenho inicial formado no que é denominado “período vegetativo”, onde as plantas voltam do seu descanso durante o período outonal e crescem com mais vigor como afirma Core et al. (1979) (Figura 5).

Figura 5: Lenhos tardio e inicial de gimnosperma



Fonte: Introdução Madeira (2017)

De acordo com Esau et al. (1974), fatores climáticos, práticas silviculturais, luminosidade, fertilidade do solo e outros aspectos estão diretamente

relacionados com a origem do anel a ser formado, sendo estes fatores determinantes na espessura dos mesmos.

3.3.5.3 Lenhos juvenil e adulto

Outro fator característico da madeira, evidenciado pelos anéis de crescimento, é a transição que ocorre na madeira, o que chamamos de lenho adulto e juvenil (Figura 6). É uma propriedade do lenho que tem acarretado pesquisas e investimentos na aplicação da madeira com essas características, não sendo consideradas as propriedades mecânicas e físicas do lenho para a madeira juvenil (LARA PALMA; 2003).

Figura 6: Lenho Adulto e Juvenil

Fonte: Anatomia Vegetal (2017)

As madeiras juvenil e adulta são distintas em densidade e espessura. O lenho juvenil é menos denso e é situado na região central do caule, podendo se estender desde a base até a região mais alta da árvore, englobando o cerne e alburno (KRAHMER, 1986)

De acordo com Panshin et al. (1970), ocorre a transição da madeira juvenil para a madeira adulta, e essa mudança pode ser gradual ou repentina. Por se tratar de um material heterogêneo, podem ocorrer mutações como, por exemplo, formação de “falsos anéis” resultado de formação de mais anéis num só período, conforme descritos por Burger et. al. (1991) e Forest Products Laboratory (1999).

3.3.6 Identificação Microscópica

Caracteriza-se a investigação profunda dos constituintes do lenho, sendo a mais adequada para espécies de usos comerciais, possibilitando o conhecimento das dimensões de fibras, lume, parênquima, vasos e sua estrutura em geral.

3.3.6.1 Vasos

Na seção transversal do caule, os vasos são conhecidos como poros. É uma estrutura axial do lenho, a qual forma uma junção de células sobrepostas umas às outras, dando origem a canais tubulares, por onde ocorrem o transporte de líquidos na árvore. Representam a principal característica que diferencia coníferas de folhosas, sendo presente, em sua grande maioria, nas Angiospermas (BURGER, 1991).

Os vasos têm valor significativo na identificação das espécies, tendo em vista que o tipo de agrupamento de sua estrutura, é uma característica importante para averiguação anatômica (FAHN, 1982). Dessa forma, o arranjo dos elementos vasculares (Figura 7) é uma das principais chaves para caracterizar o lenho. De acordo com IAWA (1989), esses arranjos podem ser de duas maneiras: Vasos múltiplos, abrangendo as direções radial e tangencial (geminados) e o vasos solitários.

Figura 7: Elementos de vaso/ aumento 50X.

Os números de vasos podem ser divididos em intervalos de classes, de acordo com seu ordenamento e arranjo (PAULA et. al. 1997):

- Até 2 /mm² – muito poucos;
- de 2 a 5 /mm² – poucos;
- de 5 a 10 /mm² – pouco numerosos;
- de 10 a 20 /mm² – numerosos;
- de 20 a 40 /mm² – muito numerosos;
- de 40 a 80 /mm² – numerosíssimos;
- acima de 80 /mm² – extremamente numerosos.

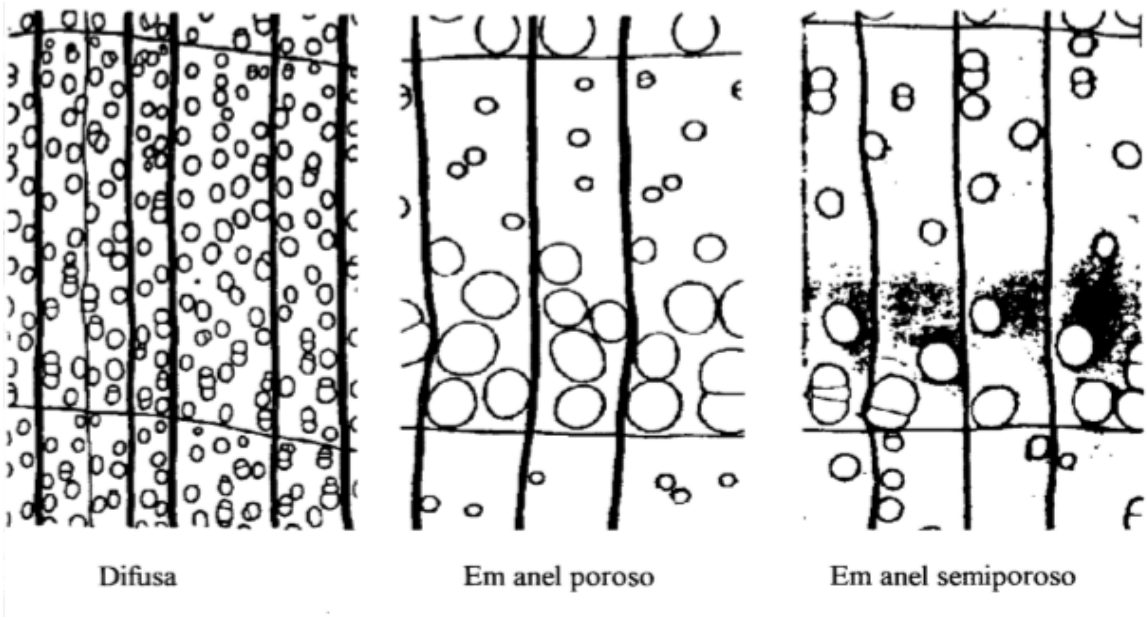
Segundo esses mesmos autores, os vasos também são classificados de acordo com seu diâmetro, determinado pelo corte transversal.

- Até 30 µm – extremamente pequenos;
- de 30 a 50 µm – muito pequenos;
- de 50 a 100 µm – pequenos;
- de 100 a 200 µm – médios;
- de 200 a 300 µm – grandes;
- de 300 a 400 µm – muito grandes;
- acima de 400 µm – extremamente grandes

De acordo com FAHN (1982), a disposição dos vasos no xilema secundário é um importante fator determinante na identificação da espécie. São classificados de acordo com seu arranjo quanto a sua disposição e diâmetro, situados dentre os anéis de crescimento (IAWA,1989) (Figura 6):

- Difuso: vasos distribuídos independentemente dos anéis de crescimento, podendo estes ser uniformes ou não uniformes
- Anel poroso: vasos com diâmetro maior situado no lenho inicial, sendo menores em lenhos tardios.

Figura 8: Tipos de Vasos da madeira



Fonte: BURGER, (1991).

3.3.6.2 Fibras

Define-se fibras como base estrutural do lenho da madeira, possuindo corpo alongado com sua camada secundária constituída de lignina (ESAU, 1974). Apresentam pontoações, que interligam umas fibras às outras e estão totalmente relacionadas à parte física e mecânica da madeira, sendo suas paredes mais espessas e de maior volume acarretam maior densidade à fibra. Dessa forma, sua

informação é de extrema significância com a identificação microscópica, mas insignificante para a identificação macroscópica (BURGER, 1991).

Apesar do termo “fibras” ser muito empregado nas indústrias, hoje em dia, é um termo errôneo, devido ao fato de ser uma estrutura celular presente exclusivamente em folhosas. Em coníferas, a nomenclatura pode ser traqueídeos ou traqueóides (MEGRAW, 1985) ou traqueídes. Vale destacar que, como salientado anteriormente, a densidade das fibras determina a qualidade da madeira para determinado fim, a exemplo de peças para estruturas, por exemplo, que requer alta densidade. Outro exemplo, é na indústria de celulose e papel, onde a fibra é altamente apreciada, devido a fabricação de celulose e papel, cujas dimensões das fibras têm valor significativo, devido a fatores como resistências mecânicas, grau de refino, processamento, entre outros parâmetros (SHIMOYAMA, 1990).

Paula et. al. (1997) classificam também o comprimento das fibras nos intervalos:

- Até 750 μm – extremamente curtas;
- de 750 a 1000 μm – muito curtas;
- de 1000 a 1500 μm – curtas;
- de 1500 a 2000 μm – longas;
- acima de 2000 μm – extremamente longas

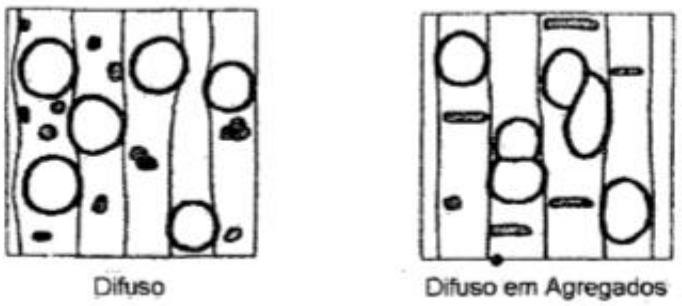
3.3.6.3 Parênquimas

São células curtas com a finalidade de armazenamento de nutrientes como amido e gorduras. Burger et al. (1991) os classificam como faixas na direção horizontal do plano transversal do caule. De acordo com FAHN (1982), podem até existir em poucas quantidades de acordo com a espécie, sendo, em alguns casos, constituindo maior porção do lenho. Esse mesmo autor ainda apresenta a possibilidade de existência de cristais e extrativos no seu interior. Os parênquimas podem abranger as três direções anatômicas, podem ser axiais, radiais ou

tangenciais, sendo bastante importantes para a identificação macroscópica, ou seja, até dez vezes de aumento.

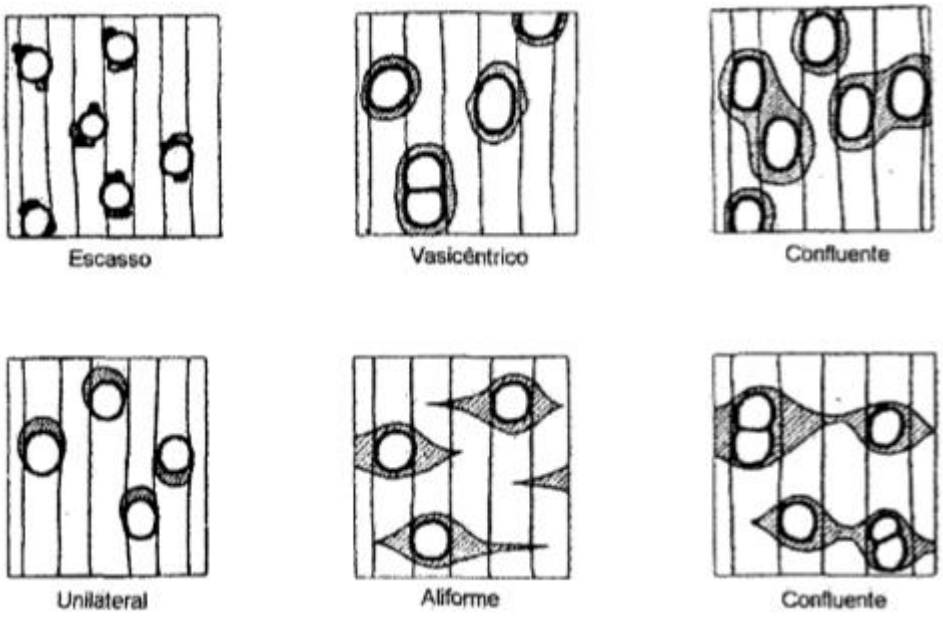
IAWA (1989) descreve os parênquimas característicos do corte transversal, denominados axial apotraqueal (Figura 9) e axial paratraqueal (Figura 10). Ambos distintos e diferenciados pelos seus respectivos arranjos, os quais podem ser difusos ou agregados (duplos), ou denotados como: escasso, vasicêntrico, vasicêntrico confluente, unilateral, aliforme e aliforme confluente.

Figura 9: Parênquimas Axiais Apotraqueais



Fonte: BURGER, (1991).

Figura 10: Parênquimas Axiais Paratraqueais



Fonte: BURGER, (1991).

3.4 Maceração

A maceração corresponde a desagregação das células constituintes do material lenhoso, que serão posteriormente dissolvidos em reagentes, individualizando seus elementos e assim possibilitando a análise microscópica. Consiste na montagem das lâminas com material lenhoso para a sua observação no microscópico e análise laboratorial, recebendo pigmentação ou não, são comparadas com padrão na literatura ou atlas de micrografias (URIARTT, 1992)

É imprescindível, para a caracterização dos constituintes da madeira, como variáveis de comparações nos estudos dos materiais fibrosos, o comprimento, a largura da fibra e de seu lume, bem como a espessura da parede celular (CASTELO, 2007). Para a maceração, foram desenvolvidas inúmeras metodologias de investigação como as com Ácido Crômico e Nítrico (JEFFREY *apud* JOHANSEN, 1940); Ácido Nítrico e Clorato de Potássio (SASS, 1951) e Peróxido de Hidrogênio e Ácido Acético (FRANKLIN, 1945 modificado).

3.5 Densidade

Também definida como massa específica básica da madeira, é uma das principais propriedades que determinam sua finalidade e processamento industrial. Conforme afirma Shioyama (1990), representa a quantia de material lenhoso presente em uma unidade de volume, o qual pode variar dentro da mesma árvore conforme diversos fatores, como as práticas silviculturais ou provenientes de alterações genéticas.

De acordo com Foelkel (1975) o ambiente exerce forte influência na formação da árvore, o que de alguma forma resultaria na sua ligação com a densidade da madeira. A relação do peso seco com o seu respectivo volume em condições superior ao ponto de saturação, é definida a densidade da madeira, de forma que essa propriedade física é resultante de características próprias da

árvore, abrangendo anatomicamente, morfologicamente e quimicamente (MUÑIZ et al., 1993)

Do ponto de vista anatômico, um fator contribuinte e determinante da densidade da madeira é a espessura da parede celular, de forma que paredes mais grossas e espessas resultam em maior densidade. Isso ocorre devido sua estrutura de carboidrato representar alto peso molecular e maiores graus de polimerização (COWN et al., 1975)

Devido a grande importância de caracterizar anatomicamente as diversas espécies distintas, existe a necessidade de classificá-las de acordo com sua classe de densidade (DURANTE, 2003).

Classe de densidade para madeiras resinosas:

- < 0,4 g/cm³ - muito leve;
- 0,4 a 0,5 g/cm³ - leve;
- 0,5 a 0,6 g/cm³ - moderadamente pesada;
- 0,6 a 0,7 g/cm³ - pesada;
- > 0,7 g/cm³ - muito pesada.

Classes de densidade para madeiras duras:

- < 0,5 g/cm³ - muito leve;
- 0,5 a 0,65 g/cm³ - leve;
- 0,65 a 0,8 g/cm³ - moderadamente pesada;
- 0,8 a 1,0 g/cm³ - pesada;
- > 1,0 g/cm³ - muito pesada.

4. METODOLOGIA

4.1 Material

O material para essa pesquisa foi fornecido pela UNESP - Câmpus de Itapeva. A coleta da árvore *Syzygium cumini* ocorreu no município de Itapeva-SP, no próprio Câmpus, onde foi abatida uma árvore e retirados dois discos de aproximadamente 40 mm de espessura, sendo um proveniente da base da árvore, cerca de 250 mm de altura e outro a 1000 mm acima.

4.1.1 Preparo dos discos para análises macro e microscópicas

A madeira de Jambolão, após ser abatida com motosserra e retirada um disco, inicialmente encontrava-se com os planos transversais desuniformes e rústicos (Figura 11). Para tornar essas faces mais regulares e lisas, utilizou-se uma desengrossadeira.

Figura 11: Madeira bruta de Jambolão na forma de disco.

Após o uso da desengrossadeira, com auxílio de lixas de várias gramatura (80 a 150), iniciou-se a lixação com movimentos circulares e uniformes em toda a superfície do disco (Figura 12).

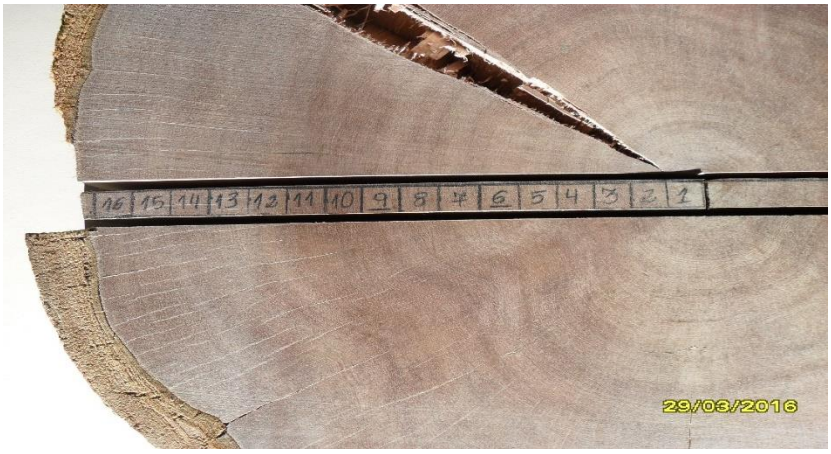
Figura 12: Material sendo lixado

Iniciou-se com a lixa de grana 80, com movimentos circulares até um certo ponto de rebaixamento das áreas altas do lenho. Após um tempo utilizou-se uma lixadeira excêntrica manual. Ainda com essa lixadeira, aumentou-se a grana das lixas gradativamente para 100 e depois para 150. Durante o lixamento, foi injetado ar comprimido para limpar os poros da madeira do resíduo (pó) solto durante o lixamento (Figura 13).

Figura 13: Lixamento do disco com lixadeira manual

Com o material lixado, foi possível realizar a marcação (Figura 14) para retirada do material para a maceração. Na região do disco que apresentava um raio médio, foi retirado um pedaço retangular desde a medula até a casca segmentando-os em intervalos de 1 em e cm para a maceração e cortes histológicos.

Figura 14: Marcação do filete para retirada de material para maceração



Após a retirada do filete, mesmo foi segmentado em cubos de 1 cm^2 de área superficial, o próximo passo foi separar o filete dos pequenos cubos de modo que fiquem com 1 cm³ de medida, sendo uma parte destinada para a maceração das fibras e o resto dos pedaços para ensaios de densidade (Figura 15).

Figura 15: Filete cortado com os cubos para maceração

Para os ensaios de densidade, o filete restante, foi marcado e cortado de um em um centímetro desde a medula até a sua periferia (Figura 16).

Figura 16: Filete para o ensaio de densidade

Posteriormente, foram separados, com o auxílio de uma Serra-fita, os corpos de prova destinados aos ensaios de densidade (Figura 17).

Figura 17: Corpos de prova para o ensaio de densidade

4.1.2 Análise Macroscópica do lenho

A averiguação macroscópica proporcionou uma estimativa da idade da árvore, a metodologia consistiu em marcar em ambos os lados do disco da base quatro quadrantes, os quais serviram para a contagem dos anéis de crescimento no sentido medula-câmbio. A estimativa da idade da árvore foi a média das oito contagens realizadas.

4.1.3 Análise Microscópica do lenho

4.1.3.1 Maceração da madeira

Para a maceração da madeira foram utilizados reagentes químicos, capazes de dissolver os elementos intercelulares que as ligam, e através da microscopia podemos observar seus elementos distintos, para isso, desde o material bruto até a montagem das lâminas histológicas, houve um preparo cuidadoso e criterioso, que são descritos a seguir.

Cada cubinho cortado do filete, com auxílio de uma faca comum, foi reduzido em pedaços (palitos), finos como ilustrados na Figura 18.

Figura 18: Pedaços fragmentados dos cubos

Esse processo se repetiu para os 15 cubinhos, que foram individualmente separados em frascos de acordo com sua numeração (Figura 19).

Figura 19: Fragmentos dos cubos nos frascos

O próximo passo foi a preparação dos reagentes químicos que dissolveram os fragmentos da madeira em fibras (maceração), para isso, o método utilizado foi o de Franklin (1945 modificado) com Peróxido de Hidrogênio e Ácido Acético (1:1).

A solução foi preparada com o auxílio de uma proveta de 100 ml, um funil e um balão volumétrico de 250 ml, onde foi colocado 75 ml de Peróxido de Hidrogênio juntamente com 75 ml de Ácido Acético (Figura 20).

Figura 20: Mistura dos reagentes

Com uma pipeta de 10 ml, foi realizada a distribuição dos reagentes nos frascos de vidro até que cobrisse todos os palitinhos. Cada frasco recebeu uma quantia de aproximadamente 8 ml (Figura 21).

Figura 21: Distribuição da solução macerante nos frascos

Cada frasco foi tampado com uma tampa de borracha juntamente com lacres de vedação, fechados com auxílio de um alicate (Figura 22).

Figura 22: Frascos vedados contendo o material para a maceração

Após lacrá-los, foi também realizada outra vedação com fita adesiva para reforçar a segurança, pois essa solução, quando aquecida, forma pressão, que poderia vazar e perder material (Figura 23).

Figura 23: Frascos vedados com fita adesiva

Terminada a vedação, os frascos foram destinados a uma estufa elétrica a 60 °C por 48 horas, tempo suficiente para o material reagir e desagregar as fibras dos palitinhos de madeira, tornando-os mais amolecidos e incolor.

Depois de algumas horas, já pôde-se observar a mudança de coloração, de um tom marrom migrando para um amarelado, denotando a solubilização de substâncias como Lignina na mistura de reagentes. As Figuras 24, 25 e 26 mostram a mudança da coloração das fibras antes, após 24 horas e depois de 48 horas, respectivamente.

Figura 24: Material depois de algumas horas na estufa

Figura 25: Material depois de 24 horas na estufa

Figura 26: Fibras desagregadas depois de 48 horas

No final de 48 horas, as amostras, como mostrada na Figura 26, reagiram e geraram fibras incolores, turvas e soltas.

A próxima etapa da maceração foi a drenagem da solução macerante e a lavagem das fibras; após o material se mostrar mole e desagregado, foi realizada

a abertura dos frascos com o auxílio de um alicate, e com muito cuidado pois a mistura estava sob pressão e poderia esguichar reagente ao abrir. Por esse motivo, foram realizados tais procedimentos com óculos de proteção, luvas, jaleco e outros EPI's, segundo a Norma Regulamentadora – 6 - NR 6 (CIPA).

Para a drenagem, foram montados um suporte com mostrado na Figura 27 com utilizando-se 4 Erlenmeyer de 2000 ml com funis e filtro de papel.

Figura 27: Suporte para drenagem das fibras

Os materiais macerados foram colocadas nas provetas e estas foram agitadas manualmente com a finalidade de se individualizar as fibras; juntamente com água destilada foram coadas e lavadas (5X), de modo que permaneceram somente as fibras no papel de filtro (Figura 28).

Figura 28: Fibras soltas colocadas no coador

Foram drenados e coados, e depois de drenados 5 vezes cada, foi adicionado álcool etílico nas fibras e após lavadas com mais água destilada para sair todo o cheiro de ácido acético (Figura 29).

Figura 29: Fibras com álcool etílico

Por fim, foi adicionado mais álcool 50 % nas fibras, e no próprio papel de filtro sendo agrupadas as fibras e juntadas com todo o cuidado com o auxílio de uma pinça e colocadas em outro frasco com identificação ao número correspondente.

Em seguida, foi adicionado algumas gotas de safranina (1% em álcool 50%) nos frascos para dar pigmentação nas fibras para melhor visualização na posterior medição das fibras no Microscópio óptico de luz.

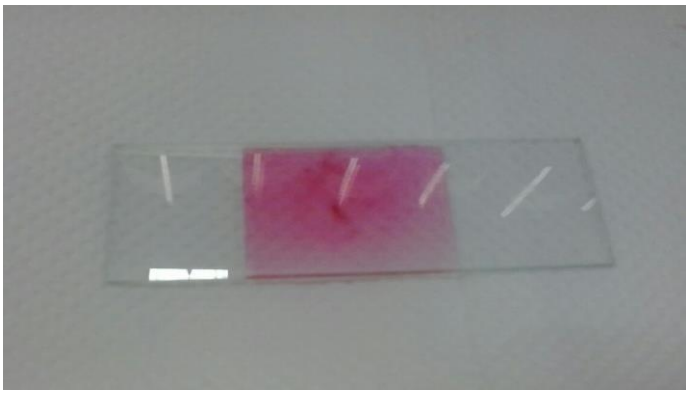
4.1.3.2 Montagem das lâminas

A preparação do material para análise microscópica ocorreu com o auxílio de uma lâmina e lamínula, que reteve o material a ser analisado, possibilitando a visualização no microscópico.

Figura 30: Lâmina e Lamínula para microscopia

Com a lâmina na parte inferior, foi colocada uma gota de glicerina na sua superfície. Com o auxílio de uma pinça, foi acrescentado o material com safranina na lâmina; a seguir foi sobreposto uma lamínula sobre o material com cuidado para que não vazasse pelas laterais, denotado na Figura 31.

Figura 31: Lâmina pronta



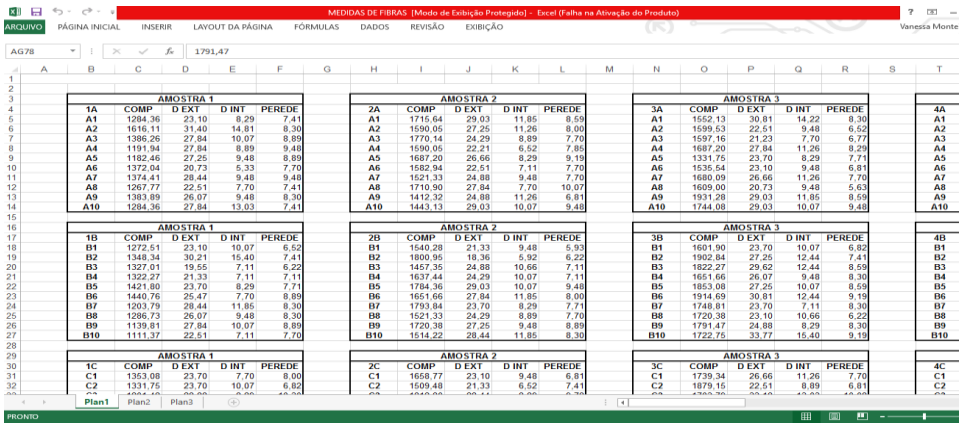
4.1.4 Medição das fibras

Após a montagem das lâminas, mostrada na Figura 31, fez-se as medições propriamente ditas. Com o auxílio de um Microscópio marca Leica, modelo DM 2500M (Figura 32) a seguir iniciou-se as medições em micrômetros (µm) do comprimento, diâmetro externo, diâmetro interno (lume) e Parede celular da fibra.

Figura 32: Microscópio Leica DM 2500M

As medições das fibras foram auxiliadas pelo programa Excel, onde foram plotados os resultados após as medições (Figura 33). Para cada segmento de 1cm^3, retirados do filete, foram realizadas 30 medições para cada variável medida.

Figura 33: Dados das Medidas das fibras no Excel



AMOSTRA 1					AMOSTRA 2					AMOSTRA 3					
1A	COMP	D EXT	D INT	PEREDE	2A	COMP	D EXT	D INT	PEREDE	3A	COMP	D EXT	D INT	PEREDE	4A
A1	1284,36	23,10	8,29	7,41	A1	1715,64	29,03	11,85	8,59	A1	1552,13	30,81	14,22	8,30	A1
A2	1616,11	31,40	14,81	8,30	A2	1590,05	27,25	11,26	8,00	A2	1599,53	22,51	9,48	6,52	A2
A3	1386,26	27,84	10,07	8,89	A3	1770,14	24,29	8,89	7,70	A3	1597,16	21,23	7,70	6,77	A3
A4	1191,94	27,84	8,89	9,48	A4	1590,05	22,21	6,52	7,85	A4	1687,20	27,84	11,26	8,29	A4
A5	1182,46	27,25	9,48	8,89	A5	1687,20	26,66	8,29	9,19	A5	1331,75	23,70	8,29	7,71	A5
A6	1372,04	20,73	5,33	7,70	A6	1582,94	22,51	7,11	7,70	A6	1535,54	23,10	9,48	6,81	A6
A7	1374,41	28,44	9,48	9,48	A7	1521,33	24,88	9,48	7,70	A7	1680,09	26,66	11,26	7,70	A7
A8	1267,77	22,51	7,70	7,41	A8	1710,90	27,84	7,70	10,07	A8	1609,00	20,73	9,48	5,63	A8
A9	1383,89	26,07	9,48	8,30	A9	1412,32	24,88	11,26	6,81	A9	1931,28	29,03	11,85	8,59	A9
A10	1284,36	27,84	13,03	7,41	A10	1443,13	29,03	10,07	9,48	A10	1744,08	29,03	10,07	9,48	A10

AMOSTRA 1					AMOSTRA 2					AMOSTRA 3					
1B	COMP	D EXT	D INT	PEREDE	2B	COMP	D EXT	D INT	PEREDE	3B	COMP	D EXT	D INT	PEREDE	4B
B1	1272,51	23,10	10,07	6,52	B1	1540,28	21,33	9,48	5,93	B1	1601,90	23,70	10,07	6,82	B1
B2	1348,34	30,21	15,40	7,41	B2	1800,95	18,36	5,92	6,22	B2	1902,84	27,25	12,44	7,41	B2
B3	1327,01	19,55	7,11	6,22	B3	1457,35	24,88	10,66	7,11	B3	1822,27	29,62	12,44	8,59	B3
B4	1322,27	21,33	7,11	7,11	B4	1637,44	24,29	10,07	7,11	B4	1651,66	26,07	9,48	8,30	B4
B5	1421,80	23,70	8,29	7,71	B5	1784,36	29,03	10,07	9,48	B5	1853,08	27,25	10,07	8,59	B5
B6	1440,76	25,47	7,70	8,89	B6	1651,66	27,84	11,85	8,00	B6	1914,69	30,81	12,44	9,19	B6
B7	1203,79	28,44	11,85	8,30	B7	1793,84	23,70	8,29	7,71	B7	1748,81	23,70	7,11	8,30	B7
B8	1286,73	26,07	9,48	8,30	B8	1521,33	24,29	8,89	7,70	B8	1720,38	23,10	10,66	6,22	B8
B9	1139,81	27,84	10,07	8,89	B9	1720,38	27,25	9,48	8,89	B9	1791,47	24,88	8,29	8,30	B9
B10	1111,37	22,51	7,11	7,70	B10	1514,22	28,44	11,85	8,30	B10	1722,75	33,77	15,40	9,19	B10

AMOSTRA 1					AMOSTRA 2					AMOSTRA 3					
1C	COMP	D EXT	D INT	PEREDE	2C	COMP	D EXT	D INT	PEREDE	3C	COMP	D EXT	D INT	PEREDE	4C
C1	1353,08	23,70	7,70	8,00	C1	1668,77	23,10	9,48	6,81	C1	1739,34	26,66	11,26	7,70	C1
C2	1331,75	23,70	10,07	6,82	C2	1509,48	21,33	6,52	7,41	C2	1879,15	22,51	8,89	6,81	C2

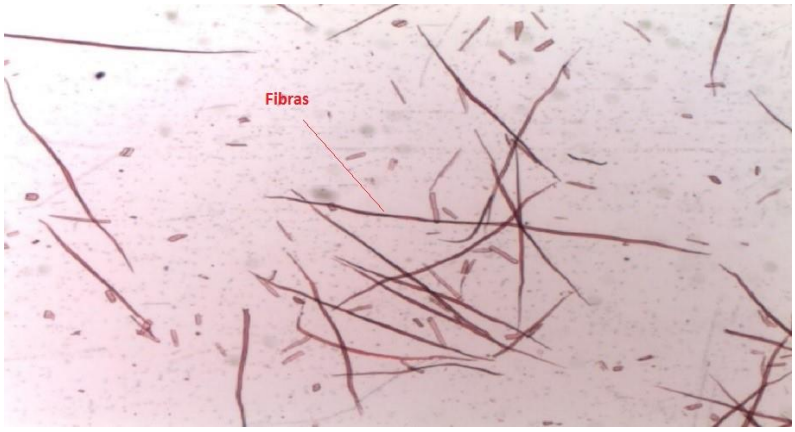
Deve-se levar em conta, que de acordo com a diferença de dimensões das variáveis medidas como: comprimento, lume, parede e diâmetro externo foram necessárias constantes alterações nas escalas de mensuração, utilizando-se lentes de diferentes aumentos.

O Microscópio Leica conta com inúmeras lentes de aumento, que possibilitaram uma visualização mais ampla ou distante do componente a ser mensurado. O instrumento conta com as lentes:

- N Plan 2.5 x/ 0.07
- N Plan 5x/ 0.12
- N Plan EPI 10x/ 0.25
- N Plan EPI 20x/ 0.40
- N Plan EPI 50x/ 0.75
- N Plan EPI 100x/ 0.85

Para medir o comprimento, foram utilizadas as lentes de aumento N Plan 5x/ 0.12 e N Plan 2.5 x/ 0.07 (Figura 34). Para o diâmetro externo e diâmetro interno (lume) usou-se a lente N Plan EPI 20x/ 0.40. A Diferença do diâmetro externo e diâmetro interno é a espessura da Parede celular.

Figura 34: Fibras dispostas no Microscópio Leica/ aumento 25X



4.2 Cortes Histológicos

4.2.1 Preparo do Material

De outra região aleatória do disco, foi retirada uma amostra de 1,5 cm², a qual foi cortada e esculpida de forma que apresentasse as três dimensões de corte: transversal (X), radial (R) e tangencial (T) (Figura 35). A próxima etapa foi o amolecimento dessa amostra, com auxílio de um Agitador Magnético com Aquecimento marca Marconi, modelo MA 085; a madeira foi submetida a condições de fervura constante em uma solução de água e glicerina (1:1).

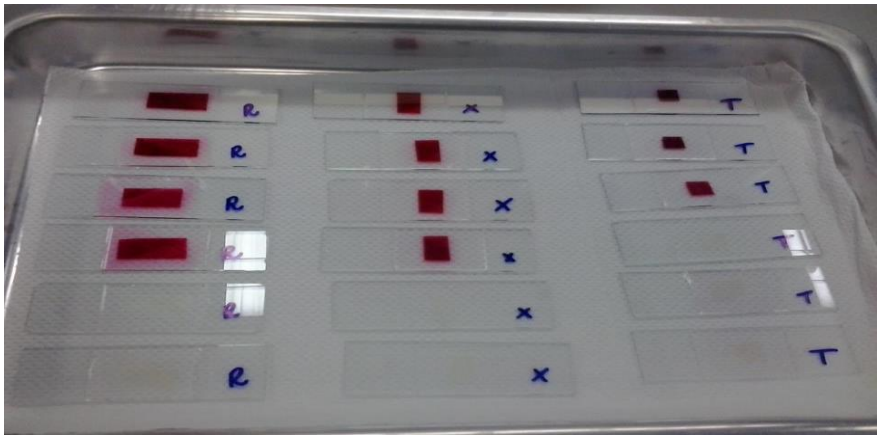
Figura 35: Amostra de madeira para os cortes histológicos

Com a madeira amolecida, procedeu-se os cortes ultrafinos no Micrótomo de deslize marca Leica, modelo SM 2000 R (Figura 36), nos planos Transversal, Radial e Tangencial.

Figura 36: Micrótomo Leica SM 2000 R

Após selecionados os melhores cortes, foram conduzidos a um processo de clarificação e limpeza de possíveis óleos, ceras etc. Iniciou-se o processo, obtendo o aquecimento de água sanitária 50% e água destilada (1:1) em uma temperatura de aproximadamente 60 °C. Com extremo cuidado, as lâminas cortadas foram manuseadas e colocadas na extremidade de um vidro de relógio com o auxílio de um pincel de cerdas macias e lavadas com água sanitária através de um conta gotas e posteriormente com água destilada. Com o término da lavagem e limpeza dos cortes, estes foram coloridos com safranina 1%, seguidos de lavagem com água destilada para retirar o excesso, e posteriormente deu-se a montagem das lâminas histológicas provisórias com glicerina (Figura 37).

Figura 37: Cortes incolores e coloridos com safranina (1%)



4.3 Ensaio de Densidade

O ensaio de densidade básica da madeira, consistiu em averiguar a diferença de densidade entre as distintas regiões que fica entre a medula e a periferia (região do câmbio).

4.3.1 Preparação da madeira saturada

Primeiramente, as peças de madeira foram colocadas numa câmara de vácuo para retirada do ar e penetração da água para saturação rápida e completa das peças (Figura 38).

Figura 38: Câmara de vácuo para saturação das peças

Logo em seguida, nessa câmara foi acoplada a uma bomba de vácuo (Figura 39), onde as peças de madeira ficaram sob vácuo, com 680 mmHg, por 30 minutos.

Figura 39: Bomba de vácuo utilizada

A partir do término do vácuo inicial e com a retirada do ar dentro da câmara, acrescentou-se 750 ml de água para saturar as peças de madeira. No final da saturação, as peças de madeira foram dispostas em um balde com água para se manterem saturadas até a pesagem das mesmas (Figura 40).

Figura 40: Peças saturadas em água num béquer.

Foi montado um suporte com uma balança hidrostática, de 2 casas decimais e, com o auxílio de uma linha fina presa numa das extremidades à balança e na outra extremidade à peça de madeira, iniciou-se a pesagem das peças de madeiras imersas num balde contendo água, obtendo-se assim o peso imerso (Figura 41).

Figura 41: Suporte e balança para pesagem da madeira saturada

As peças de madeira saturadas foram pesadas posteriormente no prato da balança marca Mark, modelo M4202, obtendo-se assim o peso saturado. Após isso, as peças de madeira foram dispostas em uma bandeja, que foi colocada numa estufa de secagem a 103 ± 2°C até peso constante, obtendo-se assim o peso seco (Figura 42).

Figura 42: Peso seco de uma das peças de madeira

Para eventuais cálculos de densidade da madeira, foi utilizado a Equação 1 a seguir:

$$\rho bás = \frac{\text{Mseca}}{\text{Msat}-\text{Mi}} \quad (1)$$

Onde:

ρ*bás* = Densidade básica (g/cm³)

Mseca = Massa seca (g)

Msat = Massa saturada (g)

Mi = Massa imersa (g)

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

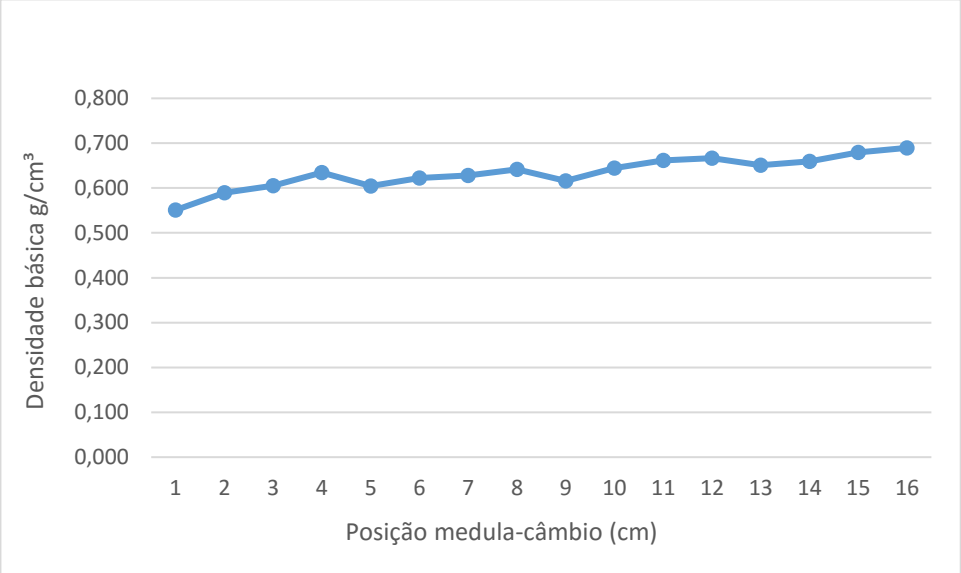
5.1 Densidade

A espécie *Syzygium cumini* apresentou densidade média de 0,632 g/cm³, classificada como leve, de acordo com os intervalos de densidade descritas por Durante (2003). As peças retiradas do disco ao longo da medula-câmbio indicaram densidades entre 0,551 e 0,690 g/cm³, para a árvore com idade

estimada de 20 anos, tendo como base a soma aritmética dos anéis de crescimento do disco complementar.

Com base no gráfico de densidade (Figura 43), analisou-se o comportamento da madeira da região que se estende desde a medula até a periferia do disco.

Figura 43: Densidade da madeira no sentido medula-câmbio



As oscilações observadas no gráfico são responsáveis pelas diferenças de densidade provocadas nos estágios de crescimento da árvore. Os picos maiores são representados por lenhos tardios (outonal), os quais possuem a parede celular mais espessa. O oposto pode ser o lenho inicial (primaveril) com paredes mais finas.

5.2 Vasos

Os diâmetros dos vasos analisados no corte Transversal foram classificados como médio, variaram numa faixa entre 90,05 a 127,96 µm com média de 108 µm (Figura 44), com frequência de 8 a11 vasos/mm² com média de 8 vasos/mm², indicando que o intervalo de vasos são pouco numerosos (Figura 45). Para ambas as medições, foram analizadas e medidas com a Lente N Plan 5x/ 0.12 (Aumento 50X)

Figura 44: *Syzygium cumini,* corte transversal/ aumento 50X.

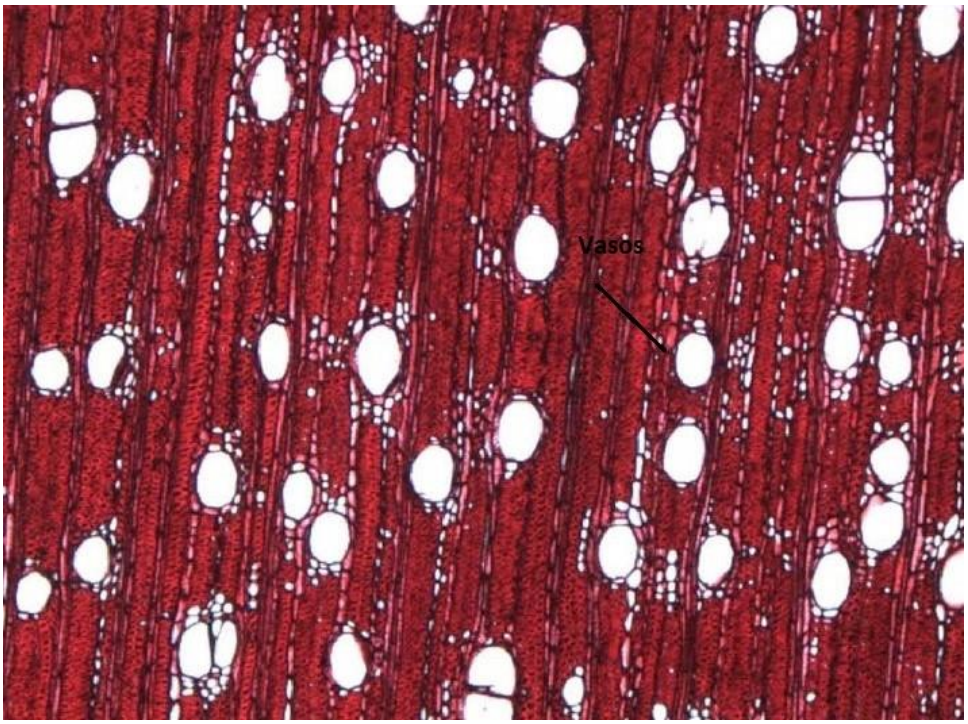
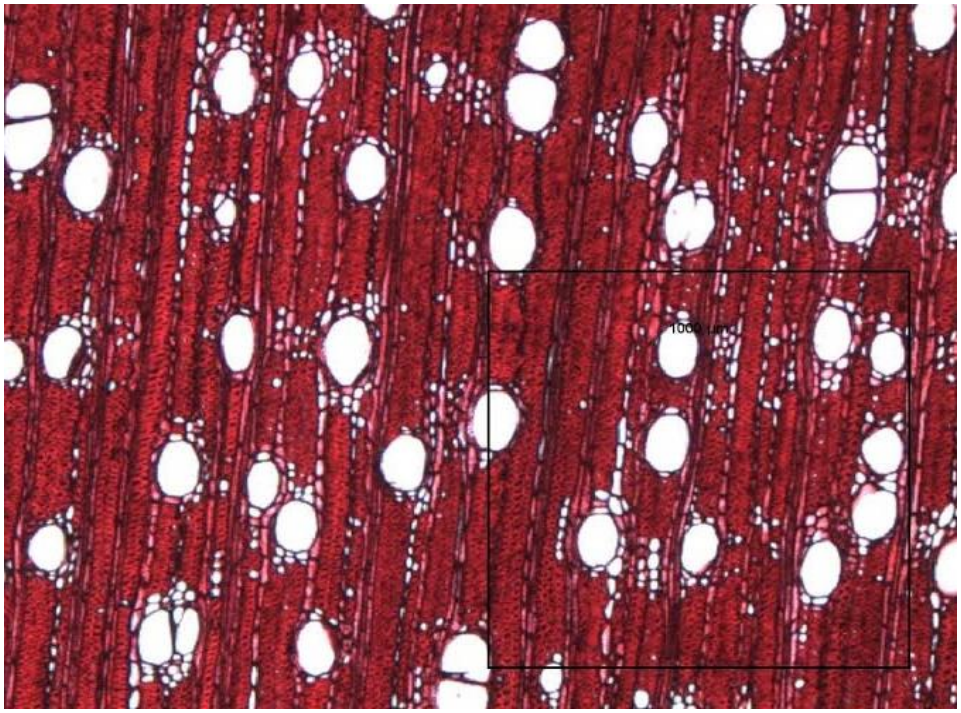


Figura 45: Número de vasos/mm²/ aumento 50X.



Conforme observados nas figuras 44 e 45, podemos classificar o *Syzygium cumini* como uma espécie com parênquima axial paratraqueal em faixas, com predominância de vasos solitários podendo apresentar em sua minoria vasos múltiplos.

5.3 Raios

Há predominância de raios multisseriados (Figura 46) podendo apresentar raios unisserados em menor quantidade, com frequência de 6 a 11 raios por mm com média de 8 raios por mm.

Cada raio apresenta uma quantia muito distinta de células, com alta variabilidade que se estende na faixa de 11 a 60 células. Valores também oscilam em sua altura e largura, dados da análise expressam sua altura baixa em um intervalo de 293,84 a 1040,28 µm, com uma média de 625,24 µm, e com menor variabilidade sua largura fina correspondendo a uma média de 45,89 µm.

Figura 46: *Syzygium cumini,* corte tangencial/ aumento 50X.

Para a altura dos raios a classificação de intervalos são:

- Até 500 µm – extremamente baixos;
- de 500 a 1000 µm – muito baixos;
- de 1000 a 2000 µm – baixos;
- de 2000 a 5000 µm – medianos;
- de 5000 a 10000 µm – altos;
- de 10000 a 20000 µm – bastante altos;
- de 20000 a 50000 µm – muito altos;
- acima de 50000 µm – extremamente altos.

Para a largura dos raios a classificação de intervalos são:

- Até 15 µm – extremamente finos;
- de 15 a 30 µm – muito finos;
- de 30 a 50 µm – finos;
- de 50 a 100 µm – estreitos;
- de 100 a 200 µm – largos;
- de 200 a 400 µm – muito largos;
- acima de 400 µm – extremamente largos

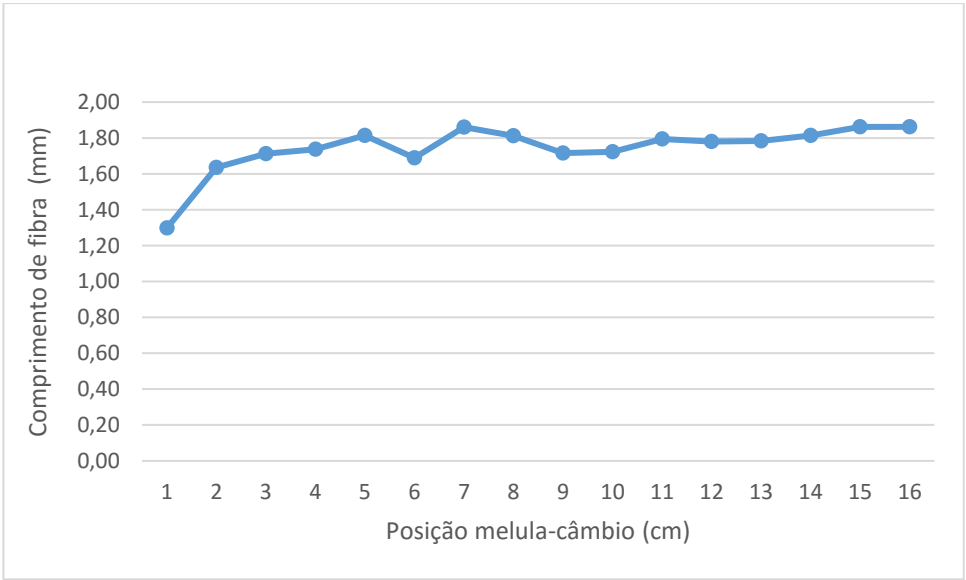
5.4 Fibras

De acordo com a classificação de Paula e Alves (1997), a fibra de *Syzygium cumini* é muito curta (Figura 47), com comprimento médio de 1742,94 µm. O lúmen apresenta comprimento médio de 10,88 µm e a parede celular 8,17 µm.

Figura 47: *Syzygium cumini*, fibra e elemento de vaso/ aumento 50X.

Valores do comprimento de fibra oscilaram na região que se estende da medula à região periférica da árvore, verificou-se que o comprimento das fibras para a espécie *Syzygium cumini* para a idade estimada de 20 anos, está num intervalo de 1297,87 a 1861,61 µm. Para os presentes resultados foram realizados 30 medições para cada segmento de 1 cm².

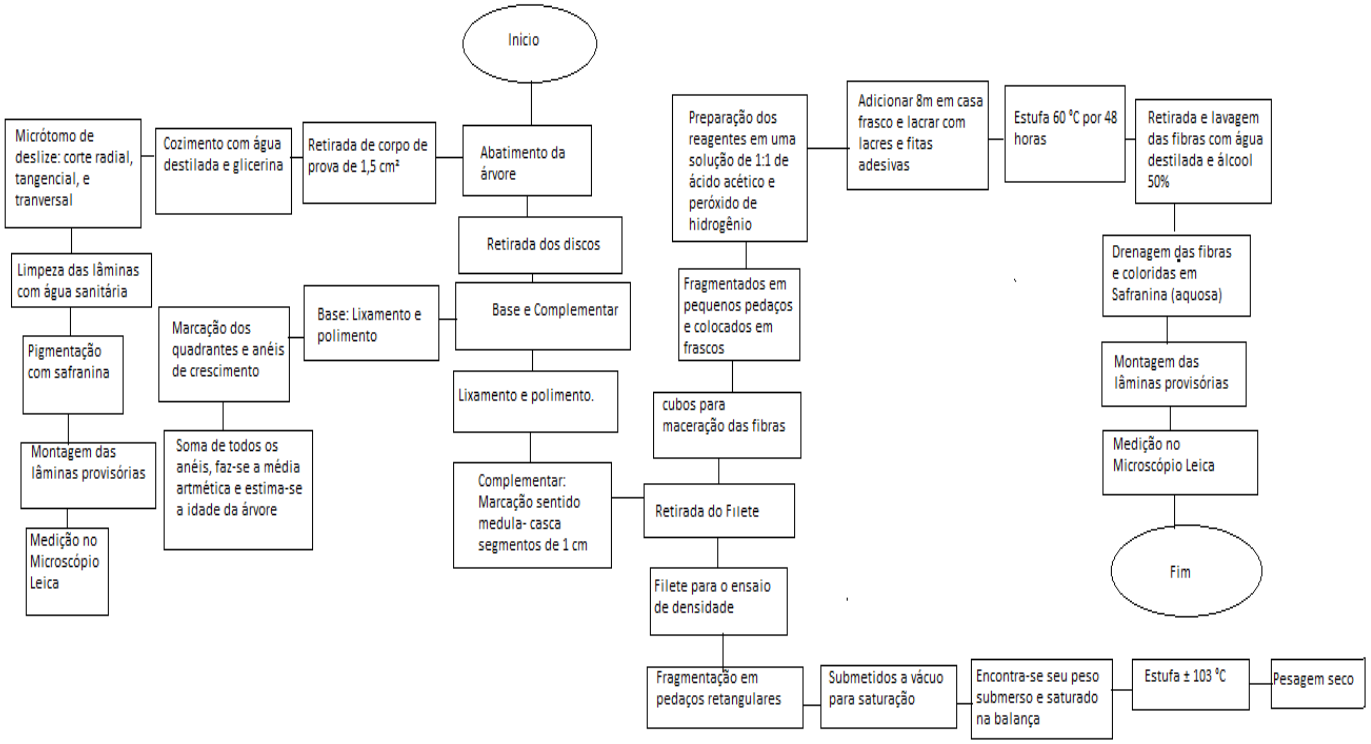
Figura 48: Comprimento de fibra *Syzygium cumini* no sentido medula-câmbio



O gráfico da Figura 48 evidencia o aumento do comprimento médio das fibras nos primeiros 5 cm do raio de forma acentuada e desuniforme, o que tende posteriormente estacionar conforme o avanço para a periferia. Isso ocorre devido a formação de lenho adulto situada perto da região cambial, local onde predomina-se fibras mais longas e menores lumes, contrário das fibras dominantes da região mais interna do tronco, onde há madeira juvenil (COWN et. al 1975)

Para uma visão sistêmica e holística do estudo realizado, estipulou-se um histograma (Figura 49) com as etapas realizadas no trabalho para melhor visualização do processo de identificação do Jambolão.

Figura 49: Histograma da caracterização do Jambolão



6. CONCLUSÃO

Com base no estudo anatômico realizado na madeira de Jambolão (*Syzygium cumini*), pôde-se concluir que:

Possui fibras curtas com comprimento médio de 1742,94 µm, lúmen com diâmetro médio de 10,88 µm e espessura média da parede celular de 8, 17 µm.

Os vasos foram classificados como médios (108 µm), com frequência média de 8 vasos/mm², indicando que são pouco numerosos.

Predomina raios multisseriados com média de 8 por mm^2; altura média de 625,24 µm, e largura fina média de 45,89 µm.

A densidade básica média da madeira foi de 0,632 g/cm³, classificada como leve.

Apresentou madeira adulta a partir de 5 cm da medula, que corresponde à idade de 8 anos.

A árvore teve sua idade estimada em 20 anos no momento do abate.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBUQUERQUE, U. P; HANAZAKI, N. As pesquisas etnodirigidas na descoberta de novos fármacos de interesse médico e farmacêutico: fragilidades e pespectivas. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, n. 16, p. 678-689, 2006.

BARRICHELO, L. E. G. **Estudo das características físicas, anatômicas e químicas da madeira de *Pinus caribaea* Mor. Var. *hondurensis* Barr. e Gof. para a produção de celulose kraft**. Piracicaba, 1979. 167 f.

BLOGARAMA: **Jamelão - *Syzygium cumini***. Disponível em: <http://www.blogarama.com/green-blogs/251395-natureza-bela-blog/17266133-jamelao-syzygium-cumini>. Acesso em: 02 abr. 2017.

BURGER, L. M.; RICHTER, H. G. **Anatomia da madeira**. São Paulo: Nobel, 1991. 154p.

CASTELO, P. A. R. **Avaliação da qualidade da madeira de *Pinus taeda* em diferentes sítios e espaçamentos através do método não destrutivo de ondas de tensão**. 2007, 151f. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2007.

CHIMELO, J. P.; ALFONSO, V. A. Anatomia e identificação de madeiras. In: IPT. Madeira: o que é e como pode ser processada e utilizada. São Paulo: **ABPM**, 1985. p.23-58 (Boletim ABPM 36).

CHIMELO, J. P. Disciplina 782 - Identificação de madeiras. Curso de pós-graduação em Ciência e Tecnologia de Madeiras - ESLAQ/USP. 1992.

CORE, H. A.; CÔTÉ, W. A.; DAY, A. C. **Wood structure and identification**. USA: Syracuse University Press, 1979. 182p.

COWN, D. J. Corewood (Juvenile wood) in *Pinus radiata* - should we be concerned? **New Zealand Journal of forestry Science**. 1992; 22(1):87-95.

CUNHA de M. M.; RIGATTO CASTELO, P. A. **Avaliações anatômicas das fibras da madeira de *Parkia gigantocarpa* Ducke**. 2012. 9 p. Ciência da Madeira (Ciências Florestais e Ambientais) - Engenharia Florestal, Universidade Federal de Mato Grosso, [S.l.], 2012. 03. Disponível em: <http://file:///C:/Users/Cliente/Desktop/TCC/maceração.pdf>. Acesso em: 02 abr. 2017.

DONATINI, R. **Estudo farmacognóstico e farmacológico de *Syzygium jambos* (L.) Alston**. 2003.107 f. Dissertação (Mestrado em Farmácia)- Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003.

DURANTE, R. **Materiais de construção I**: Madeiras. 2003. 16 p. Notas de Aula. CESET / UNICAMP Limeira.

ESAU, E. **Anatomia vegetal**. Barcelona, Omega, 1959.729 p.

ESAU, K. **Anatomia das plantas com sementes**. São Paulo: Edgard Blucher, 1974. 293p.

FAHN, A. **Plant anatomy**. New York: Pergamon Press, 1982. 544 p.

FOELKEL, C. E. B.; BARRICHELO, L. E. G.; MILANEZ, A. F. Estudo comparativo das madeiras de *Eucalyptus saligna*, *E. paniculata*, *E. citriodora*, *E. maculata* e *E. tereticornis* para produção de celulose sulfato. **IPEF**, n.10, p.17-37, 1975.

FOREST PRODUCTS LABORATORY **Wood handbook** - wood as an engineering material. Madison, WI: U.S. Departament of Agriculture, Forest Service, Forest Products Laboratory, 1999. 463p.

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

GROVER, J. K; VATS, V; RATHI, S. S. Anti-hyperglycemic effect of *Eugenia jambolana* and *Tinospora cordifolia* in experimental diabetes and their effects on

key metabolic enzymes involved in carbohydrate metabolism. **Journal of Ethnopharmacology** , v. 73, p. 461-470, 2000.

IAWA. List of microscopic features for hardwood identification. **IAWA Bulletin**. Vol 10(3), 1989. p.219-332.

IBAMA. **Padronização da nomenclatura comercial brasileira das madeiras tropicais amazônicas**. Brasília: IBAMA, 1991. 85p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE DESENVOLVIMENTO FLORESTAL. **Identificação e agrupamento de espécies de madeiras tropicais amazônicas; síntese**. Brasília, IBDF, 1985. 59p.

IWAKIRI, S. Painéis de madeira. **Notas de aula**. Curitiba. Universidade Federal do Paraná. Setor de Ciências Agrárias. Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, 1997.

HASSEGAWA, M. **Qualidade da madeira de *Pinus taeda* L. de procedência da África do Sul**. 2003, 107 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2003.

JOHANSEN, D. A. **Plant microtechnique**. New York, McGraw- Hill Book Co.Inc., 523 p. 1940.

JOLY, A. B. **Botânica**: Introdução à taxonomia vegetal. São Paulo: Companhia Editora Nacional, 1975. 700 p.

KAZMIRSKI, João A.G. Química com Engenharia: Celulose. Disponível em: <http://quimicacomengenharia.blogspot.com.br/2016/08/celulose.html>. Acesso em: 08 mar. 2017.

KEATING, R. C. Leaf Histology and its contribution to Relationships in the Myrtales. **Annals of the Missouri Botanical Garden**, v. 71, n. 3, p. 801-823, 1984.

KEENAN, F. J.; TEJADA, M. **Tropical timber for building materials in the andean group countries of south america.** Ottawa, Ontario: International Development Research Centre-IDRC, 1984. 151p.

KRAHMER R. Fundamental anatomy of juvenile and mature wood. In: Proceeedings of the a technical workshop: juvenile wood - what does mean to forest management and forest products; 1986; Madsion. Madison: **Forest Products Reserch Society**. 1986. p. 5-11.

LARA PALMA H. A.; BALLARIN, A. W. Propriedades de contração na madeira juvenil e adulta de *Pinus taeda* L. **Scientia Forestalis** 2003; (64):13-22.

LARSON, P. R. **Wood formation and the concept of wood quality**. Yale Univ. Sch. For. Bull n. 74, 1969.45 p.

LEWIN, M.; GOLDSTEIN, I. S. **Wood structure and composition**. USA: Marcel Dekker Inc, 1991. International Fiber Science and Technology/11. 488 p.

LORENZI, H. **Árvores Exóticas no Brasil – Madeireiras, ornamentais e aromáticas**. Instituto Plantarum. Nova Odessa – SP, 2003.

MACHADO, J. S. **Madeiras de Folhosas e Resinosas. Nomenclatura comercial**, LNEC, Lisboa, 1996.

MEGRAW, R. A. Fibril angle in Wood quality factors in loblolly pine. **Tappi Press**. 1985. P. 49-62.

MUNIZ, J. O. de L.; BRASIL, G. A. **Instruções práticas para o cultivo de hortaliças**. Fortaleza: EPACE, 1993. 10 p. (EPACE. Comunicado técnico, 43).

NISGOSKI , S. **Identificação e caracterização anatômica macroscópica das principais espécies utilizadas para laminação na região de Curitiba-PR**. 1999. 113 p. Mestre em Ciências Florestais (Engenharia Florestal do Setor de Ciências Agrárias)- Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1999. Disponível em: <http://file:///C:/Users/Cliente/Desktop/TCC/D%20-%20NISGOSKI,%20SILVANA.pdf>. Acesso em: 17 mar. 2017.

NR 6. **Equipamento de Proteção Individual - EPI**. [S.l.: s.n.], 1978. 8 p. Disponível em:<http://file:///C:/Users/Cliente/Desktop/TCC/EPI'S.pdf>. Acesso em: 02 abr. 2017.

NUNES, A. S.; GONÇALVES, M. B. **Estudo anatômico de folhas de *Syzygium cumini* (L.) Skeels (Myrtaceae)**. 2010. 7 p. REVISTA BIOCIÊNCIAS (Anatomical study on leaves of Syzygium cuminii) - UNESP - Campus Experimental do Litoral Paulista, São Paulo, 2010. 16. Disponível em: <http://file:///C:/Users/Cliente/Desktop/TCC/Falou%20da%20espécie.pdf>. Acesso em: 02 abr. 2017.

OLIVEIRA, G. F. Antimicrobial Activity of Syzygium cumini (Myrtaceae) Leaves Extract. **Brazilian Journal of Microbiology**, v.38, p. 381-384, 2007.

PAULA, J. E.; ALVES, J. L. H. **Madeiras nativas**. Brasília: MOA, 1997. 543p.

PANSHIN, A.J.; DE ZEEUW, C. **Textbook of wood technology**. Vol 1. USA: McGraw-Hill Book Company: USA, 1970. 706 p.

PEREIRA, J. A. **Contribuição para a identificação micrographica das nossas madeiras**. Boletim nº 9. Escola Politécnica de São Paulo, São Paulo, junho de 1933.

POTULSKI, D. **Intodução:** Madeira. Disponível em: <http://file:///C:/Users/Cliente/Desktop/TCC/ANATOMIA/anatomia%20(slides).pdf>. Acesso em: 17 mar. 2017.

REVISTA DA MADEIRA. **Setor madeireiro do Brasil amplia oferta**. N°69. Disponível em: <http://remade.net.br/br/revistadamadeira_materia.php?num=286&subject=E%20mais&title=Setor%20madeireiro%20do%20Brasil%20amplia%20oferta>. Acesso em: 17 mar. 2017.

SAMPAIO, P. J. C. **Apontamentos das aulas teóricas de Materiais de Construção**. FEUP, Porto, 1975/76.

SASS, J. E. **Botanical microtechnique**. 2ª ed. Ames, The Iowa State College Press, 391 p. 1951.

SHAFI, P. M. Antibacterial activity of *Syzygium cumini* and *Syzygium travancoricum* leaf essential oils. **Fitoterapia**. v. 73, p. 414-416, 2002.

SHARMA, B. S. Antihyperglycemic effect of the fruit-pulp of *Eugenia jambolana* in experimental diabetes mellitus. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 104, p 367-373, 2006.

SHIMOYAMA, V. R. **Variações da densidade básica e características anatômicas e químicas da madeira em *Eucalyptus* sp**. 1990. 93p. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal). Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 1990.

SOUZA V. C.; LORENZI H. **Botânica Sistemática:** guia ilustrado para a identificação das famílias de Angiospermas da flora brasileira, baseado em APG/II. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2005.

STERNADT, G. H.; CAMARGOS, J. A. A. **Ação da luz solar na cor de 62 espécies de madeira da região amazônica**. Brasíia, DF: IBAMA, Laboratório de Produtos Florestais, 1991. 14p. (IBAMA. Série técnica, 22).

STORTI, S. M. M. **Anatomia Vegetal**. Disponível em: <https://osmaralmeidajr.files.wordpress.com/2013/05/anatomia-vegetal.pdf>. Acesso em: 17 mar. 2017.

TOMASELLI, I. **Comparacão da qualidade da madeira de *Araucaria angustifolia*, e *Pinus* spp. produzida em reflorestamentos**. In: IUFRO MEETING ON FORESTRY PROBLEMS OF THE GENUS ARAUCARIA, 1., 1979.

TORTORELLI, L. A. **Maderas y bosques argentinos**. Editorial Acme: Buenos Aires, 1956. 910 p.

TSOUMIS, G. **Science and technology of wood: structure, properties, utilization**. New York: Chapman & Hall. 1991. 494p.

USEFUL **Tropical Plants**: *Syzygium cumini* Images. Disponível em: <http://tropical.theferns.info/image.php?id=Syzygium+cumini>. Acesso em: 02 abr. 2017.

VIDAURRE, G. **Lenho Juvenil e Adulto e as Propriedades da Madeira**. 2011. 12 p. Programa de Pós-Graduação em Ciência Florestal (Engenharia Florestal)- Universidade Federal do Espírito Santo – UFES , [S.l.], 2011. Disponível em: <http://file:///C:/Users/Cliente/Desktop/TCC/ANATOMIA/lenho%20juvenil%20e%20adulto.pdf>. Acesso em: 17 mar. 2017.

VOLPATO, G.T. Revisão de plantas brasileiras com comprovado efeito hipoglicemiante no controle do diabetes *mellitus*. **Revista Brasileira de Plantas Medicinais.** v.4, n.2, p.35-45, 2002.

ZOBEL, B. J.; VAN BUIJTENEN, J. P. **Wood variation:** its cuases and control. Berlin, Spirnger-Verlag, 1989. 418p.