



UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS FLORESTAIS E DA MADEIRA



THAÍS PEREIRA FREITAS

CARACTERIZAÇÃO TECNOLÓGICA DA MADEIRA DE *Platanus* sp.

JERÔNIMO MONTEIRO
ESPÍRITO SANTO

2012

THAÍS PEREIRA FREITAS

CARACTERIZAÇÃO TECNOLÓGICA DA MADEIRA DE *Platanus* sp.

Monografia apresentada ao Departamento de Ciências Florestais e da Madeira da Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito parcial para obtenção do título de Engenheira Florestal.

JERÔNIMO MONTEIRO

ESPÍRITO SANTO

2012

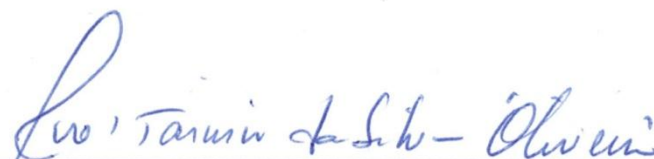
THAÍS PEREIRA FREITAS

CARACTERIZAÇÃO TECNOLÓGICA DA MADEIRA DE *Platanus* sp.

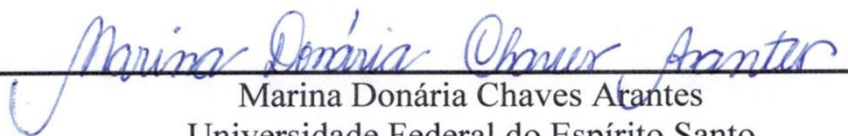
Monografia apresentada ao Departamento de Ciências Florestais e da Madeira da Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito parcial para obtenção do título de Engenheiro Florestal.

Aprovada em 12 de julho de 2012

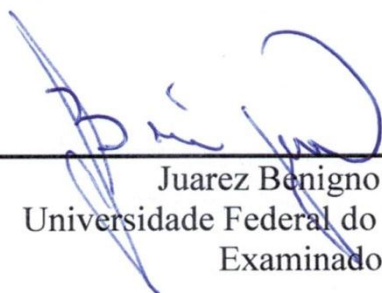
COMISSÃO EXAMINADORA



José Tarcísio da Silva Oliveira
Universidade Federal do Espírito Santo
Orientador



Marina Donária Chaves Arantes
Universidade Federal do Espírito Santo
Examinadora



Juarez Benigno Paes
Universidade Federal do Espírito Santo
Examinador

AGRADECIMENTOS

A Deus, por ter me dado sabedoria e me capacitado a chegar onde estou, e por ter me abençoado a cada dia de minha vida.

Aos meus pais, pelo apoio, confiança, educação e amor incondicional. Em especial ao meu pai, pela concessão da madeira que se tornou objeto deste trabalho.

À minha família, que é meu porto seguro, e muito me ajudou em todos os momentos de minha vida.

À Universidade Federal do Espírito Santo, pela oportunidade de desenvolver meus trabalhos acadêmicos e pelo aprendizado.

Ao professor José Tarcísio da Silva Oliveira, pelos ensinamentos, sugestões e opiniões que certamente me ajudaram a formar o que sou hoje.

Aos membros da banca examinadora, professor Juarez Benigno Paes e professora Marina Donária Chaves Arantes.

Aos colegas de laboratório, José Geraldo Lima de Oliveira e Brunela Polastrelli Rodrigues pelas informações e disponibilidade para ajudar.

Às amigas Marily Duarte Vieira, Gabrieli Moschen Petri e Lorena Feitosa pelos momentos de distração e companheirismo.

Por fim, à turma de Engenharia Florestal 2012/02 pelos cinco anos de convivência e amizade.

RESUMO

A substituição de madeiras provenientes de florestas nativas por madeiras de reflorestamento tem sido uma das alternativas para o suprimento da demanda por matéria prima para as indústrias, pois além de contribuir com a diminuição do desmatamento, as espécies reflorestadas possuem um desenvolvimento rápido e características adequadas para novos usos. Espécies do gênero *Platanus* tem se evidenciado promissoras e, os estudos tecnológicos, indicam qualidades excelentes para a fabricação de móveis e muitas outras utilidades, garantindo também a qualidade do produto final. Foram amostradas três árvores de *Platanus* sp. aos oito anos de idade, provenientes de um plantio localizado do Município de Guaçuí, Espírito Santo, com o objetivo de caracterizar a madeira para emprego em produtos sólidos. A caracterização da madeira foi realizada mediante a descrição anatômica, determinação das propriedades físicas e mecânicas e avaliação da resistência natural a organismos xilófagos em condições de laboratório, com ensaios de apodrecimento acelerado e de alimentação forçada com cupim subterrâneo. Para a descrição anatômica, constatou-se frequência vascular numerosa com vasos de pequeno diâmetro tangencial, raios heterocelulares ocorrendo em baixa frequência, e fibras libriformes longas de paredes delgadas a espessas. A densidade básica da madeira proveniente de discos retirados a 1,30m do nível do solo (diâmetro a altura do peito – DAP) foi de 0,48g/cm³, sendo considerada média, a estabilidade dimensional foi considerada baixa, e houve grande influência da umidade nos valores de resistência da madeira. Quanto à resistência natural da madeira, esta apresentou resistência moderada a fungos xilófagos, sofreu ataque intenso pelos cupins subterrâneos do Gênero *Nasutitermes* sp., e amostras de *Pinus* sp. foram utilizadas como padrão de comparação.

Palavra-chave: Madeiras de reflorestamento, *Platanus* sp., produtos sólidos, caracterização da madeira.

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS.....	viii
LISTA DE FIGURAS.....	ix
1. INTRODUÇÃO.....	1
1.1. Objetivos	2
1.1.1. Objetivo geral.....	2
1.1.2. Objetivos específicos.....	2
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	3
2.1. O gênero <i>Platanus</i>	3
2.2. Anatomia da madeira	5
2.3. Propriedades físicas e mecânicas	6
2.3.1. Massa específica aparente	7
2.3.2. Umidade da madeira.....	8
2.3.3. Retratibilidade da madeira.....	9
2.3.4. Resistência à compressão paralela as fibras da madeira	10
2.3.5. Resistência à flexão estática da madeira	10
2.3.6. Resistência ao cisalhamento da madeira	10
2.3.7. Dureza Janka da madeira.....	10
2.4. Resistência natural da madeira.....	11
3. METODOLOGIA.....	12
3.1. Caracterização do material, localização e amostragem.....	12
3.2. Caracterização anatômica da madeira de <i>Platanus</i> sp.....	14
3.3. Propriedades físicas.....	16
3.3.1. Densidade da madeira	16
3.3.2. Umidade e retratibilidade volumétrica da madeira	18
3.4. Propriedades mecânicas da madeira.....	19
3.5. Resistência natural da madeira a organismos xilófagos	20
3.5.1. Ensaio de apodrecimento acelerado em laboratório.....	20
3.5.2. Ensaio de alimentação forçada aos cupins <i>Nasutitermes</i> sp.....	21

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	23
4.1. Anatomia da madeira	23
4.1.1. Características gerais da madeira	23
4.1.2. Características macroscópicas e microscópicas da madeira.....	23
4.2. Propriedades físicas da madeira	26
4.3. Propriedades mecânicas da madeira.....	31
4.4. Durabilidade natural da madeira	34
4.4.1. Ensaio de apodrecimento acelerado em laboratório.....	34
4.4.2. Ensaio de alimentação forçada aos cupins <i>Nasutitermes</i> sp.....	34
5. CONCLUSÕES.....	37
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	38

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Parâmetros anatômicos avaliados para a madeira de <i>Platanus</i> sp.....	15
Tabela 2 – Dimensões e repetições dos corpos de prova para ensaios mecânicos.....	19
Tabela 3 – Avaliação do desgaste da madeira e da mortalidade dos cupins.	22
Tabela 4 – Mensuração de elementos anatômicos do cerne periférico (DAP) da madeira de <i>Platanus</i> sp.....	24
Tabela 5 – Valores médios de densidade da madeira em g/cm ³ no sentido longitudinal a partir da base para o topo da árvore de <i>Platanus</i> sp.	27
Tabela 6 – Valores médios de densidade em g/cm ³ na direção radial da madeira de <i>Platanus</i> sp. na altura do DAP.	28
Tabela 7 – Propriedades físicas da madeira de <i>Platanus</i> sp. no DAP.....	29
Tabela 8 – Propriedades mecânicas da madeira de <i>Platanus</i> sp.	32
Tabela 9 – Acréscimo na resistência mecânica a 12% de umidade em relação ao estado verde da madeira de <i>Platanus</i> sp.	33
Tabela 10 – Perda de massa (%) da madeira de <i>Platanus</i> sp. e <i>Pinus</i> sp.....	34
Tabela 11 – Perda de massa (%), desgaste, mortalidade (%) e tempo (dias) para a morte dos cupins para as madeira de <i>Platanus</i> sp. e <i>Pinus</i> sp.....	35

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Árvore de <i>Platanus acerifolia</i>	4
Figura 2 – Árvore de <i>Platanus</i> sp. abatida e desgalhada.....	13
Figura 3 – Esquema de seccionamento das árvores, e retirada dos discos.....	13
Figura 4 – Ilustração de retirada de amostras para determinação da densidade na direção longitudinal.	16
Figura 5 – Ilustração de retirada de amostras para determinação da densidade na direção radial.	17
Figura 6 – Obtenção das dimensões nos sentidos radial e tangencial com um micrômetro digital (A); obtenção das dimensões no sentido longitudinal utilizando um paquímetro digital (B); pesagem dos corpos de prova (C).....	18
Figura 7 – Fotografia mostrando a distinção das camadas de crescimento na seção transversal (A) e a cor na seção radial (B) da madeira de <i>Platanus</i> sp. de oito anos de idade.....	23
Figura 8 – Fotomicrografias ilustrando o plano transversal (A), longitudinal tangencial (B), longitudinal radial (C) e as placas de perfuração múltipla escalariforme no plano radial (D). Escala: barra = 100 μ m.	25
Figura 9 – Variação longitudinal da densidade básica da madeira de <i>Platanus</i> sp.....	27
Figura 10 – Variação radial da densidade básica da madeira de <i>Platanus</i> sp.	28
Figura 11 – Corpos de prova da madeira de <i>Platanus</i> sp. atacados após ensaio de alimentação forçada aos cupins <i>Nasutitermes</i> sp.	36

1. INTRODUÇÃO

A madeira foi um dos primeiros materiais usados pelo homem na construção de habitações e de seus primeiros equipamentos de transporte. Atualmente, no mundo, ela tem extrema importância, pois é utilizada para diferentes fins, como construção civil, geração de energia, produção de polpa celulósica e papel e na fabricação de móveis.

O setor florestal vem crescendo cada vez mais, destacando-se no cenário mundial por causa da diversidade das florestas nativas e à capacidade produtiva das florestas plantadas juntamente com a demanda por madeira. Segundo a Associação Brasileira dos Produtos de Florestas Plantadas – ABRAF (2012), o setor de florestas plantadas no ano de 2011 atingiu o Valor Bruto da Produção Florestal (VBPF) de 53,91 bilhões de reais, e uma área de 6,5 milhões de hectares.

O alto consumo de madeiras oriundas de florestas nativas, durante muito tempo, levou a quase extinção de muitas espécies de alto valor econômico. Um exemplo real é o caso do açoita-cavalo (*Luehea divaricata*), que forneceu, por longo período, madeira de boa qualidade para a indústria moveleira, especialmente para fabricação de móveis vergados (HOPPE, 2003).

Uma alternativa para o suprimento dessa demanda tem sido a substituição de madeiras nativas por madeiras provenientes de reflorestamento, pois além de contribuir na diminuição do desmatamento, apresentam um desenvolvimento rápido e características adequadas para novos usos (SOUSA, 2004). Portanto, como alternativa técnica e econômica, para substituição do açoita-cavalo (*Luehea divaricata*) surgem espécies do gênero *Platanus*, que após estudos tecnológicos, possuem qualidades excelentes para a fabricação de móveis e muitas outras utilidades, garantindo também a qualidade do produto final (HOPPE, 2003).

Os plátanos são árvores do gênero *Platanus*, da família Platanaceae, as quais são nativas da Eurásia e da América do Norte. O gênero é o único da família Platanaceae cultivado no Brasil, usado principalmente como planta ornamental. Árvore caducifólia de grande porte, bem aclimatada nas regiões de clima temperado, que vem tendo uma importância econômica crescente, visto que se desenvolve de

forma rápida. Atinge o porte adulto em aproximadamente cinco anos, podendo ser utilizado para o reflorestamento (LAMBERT DIAS, FRANCO, DIAS, 1999).

Em função de a árvore ser um ser vivo, seu desenvolvimento sofre influências externas e internas, conseqüentemente, a madeira, como produto oriundo do seu crescimento irá apresentar estrutura variável, e conseqüentemente, diferentes propriedades. Sendo assim, é de extrema importância o conhecimento sobre suas propriedades para um melhor aproveitamento do material.

Portanto, tratando-se de uma espécie exótica, de fácil adaptação no sul do Brasil, com potencial, porém pouco estudada, torna-se importante o conhecimento das características tecnológicas de sua madeira, com a finalidade de se obter informações sobre suas possíveis utilizações.

1.1. Objetivos

1.1.1. Objetivo geral

Caracterizar a madeira de árvores de *Platanus* sp. com oito anos de idade, visando sua utilização como madeira sólida para usos múltiplos.

1.1.2. Objetivos específicos

A caracterização da madeira de *Platanus* sp. tem os seguintes objetivos específicos:

- Descrever as propriedades anatômicas;
- Determinar as propriedades físicas;
- Avaliar as propriedades de resistência à flexão estática, à compressão paralela, ao cisalhamento e a dureza da madeira;
- Verificar a resistência natural da madeira a organismos xilófagos (fungos e cupins subterrâneos) em condições de laboratório.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. O gênero *Platanus*

Gênero pertencente à família Platanaceae, suas árvores são conhecidas popularmente no Brasil como plátano ou sicômoro, e são nativas da Eurásia e da América do Norte, típicas dos climas subtropical e temperado (AGEFLOR, 2012). São árvores caducifólias de grande porte, e vem tendo uma importância econômica crescente, visto que se desenvolvem de forma rápida, podendo atingir mais de 30 metros de altura, porte adulto em aproximadamente cinco anos e serem utilizadas para reflorestamento (LAMPERT DIAS, FRANCO, DIAS, 1999).

Segundo Ake et al. (1991) o gênero inclui cerca de dez espécies, entre elas; *Platanus chiapensis*, *Platanus kerrii*, *Platanus lindeniana*, *Platanus mexicana*, *Platanus oaxacana*, *Platanus occidentalis*, *Platanus occidentalis*, var. *glabrata*, *Platanus orientalis*, *Platanus racemosa*, *Platanus wrightii* e vários híbridos, sendo o *Platanus acerifolia* (Figura 1) o que mais se destaca por ser o plátano mais encontrado no Brasil, sendo resultado do cruzamento genético espontâneo entre o plátano americano (*Platanus occidentalis* L.) e o europeu (*Platanus orientalis*).

Lorenzi et al. (2003) descreveram o *Platanus acerifolia* como uma árvore de tronco cilíndrico, espesso, com manchas claras pela esfoliação da casca em lâminas marrom-acinzentadas, possuem ramagem vigorosa, copa globosa ou ovalada, suas folhas são grandes, com pecíolo longo, palmadas com cinco recortes (lobos), o central maior, de margens denteadas. Segundo os mesmos autores, no outono-inverno passam da cor verde a tons outonais amarelo-bronzeado e pode-se multiplicar por estacas e por alporquias.

Na Europa, especialmente na Itália, o gênero *Platanus* é muito utilizado com propósitos de ornamentação ao longo de rodovias, em parques, nas margens dos canais para controle de erosão, uma vez que se desenvolve em locais onde outras espécies dificilmente poderiam sobreviver (HOPPE, 2003).



Figura 1 – Árvore de *Platanus acerifolia*.

De acordo com Gatto et al. (2007), acredita-se que o plátano chegou ao Brasil com a colonização italiana, e adaptou-se bem às condições climáticas do Estado do Rio Grande do Sul, em especial nas regiões serranas e de planalto, sendo ainda cultivado em pequenos povoadamentos.

Entre as qualidades enumeradas do plátano destaca-se a flexibilidade, dureza e resistência de sua madeira, que vem sendo cada vez mais apreciada e utilizada na serraria, marcenaria e carpintaria para a fabricação de pisos, de paredes, de estacas e vigas da construção civil, para cabos de equipamentos domésticos, para o artesanato e

mais recentemente para a elaboração de móveis vergados em substituição à madeira do açoita-cavalo (*Luehea divaricata*) (AGEFLOR, 2012; CARPANEZZI et al., 2010). Sua madeira possui coloração pardo-amarelada clara com alburno pouco diferenciado do cerne, sendo também utilizada como combustível (lenha) para a geração de energia (REVERENDO, 2000).

De acordo com a REMADE (2002) as pesquisas já realizadas mostram que a espécie pode ser cortada entre 10 a 15 anos de idade, e a expectativa de produtividade é de 200 a 500 m³/ha, e com uma valorização otimista de R\$ 400,00 o metro cúbico de madeira, o plátano pode render até R\$ 80 mil por ha ao produtor. O plátano já tem sido empregado como alternativa para produção de móveis nas empresas gaúchas Thonart Móveis Vergados S.A. e Platanus Florestal Ltda como a melhor alternativa para o fornecimento de matéria-prima nobre ao setor moveleiro, em função da crescente escassez de espécies nativas.

2.2. Anatomia da madeira

Dentre os materiais de origem biológica, a madeira é o mais conhecido e utilizado, devido a grande quantidade de substâncias contidas no lenho da árvore que são utilizadas como matérias primas nas diversas áreas tecnológicas (KLOCK et al., 2005).

O termo anatomia vem de anatomé que quer dizer dissecação, corte, portanto se entende que a anatomia da madeira é o ramo da ciência botânica que se ocupa do estudo das variadas células que compõem o lenho, bem como sua organização, função e relação com a atividade biológica do vegetal (COSTA, 2001).

O estudo anatômico da madeira visa conhecer a estrutura do caule, que é heterogênea e constituída por células dispostas e organizadas em diferentes direções, possuindo três planos (ZENID, 2008).

A madeira por ser um material biológico complexo, oriundo de um ser vivo, é composta por vários tipos de células que se dispõem nos planos transversal, tangencial e radial diferentemente (CHIMELO, 2007). Segundo Zenid (2008) esta estrutura

anatômica da madeira altera sua aparência e afeta o seu comportamento físico-mecânico dependendo da face considerada, caracterizando-a como um material anisotrópico.

De acordo com Zenid e Ceccantini (2007) a anatomia da madeira tem sido uma ótima e confiável ferramenta alternativa para obter uma identificação científica de uma madeira. Na identificação anatômica de espécies florestais utilizam-se dois tipos diferentes de abordagem, a microscópica e a macroscópica, sendo na última observado características que requerem pouco ou nenhum aumento, divididas em organolépticas e anatômicas (ZENID, 2008).

A madeira pode possuir diferentes características em amostras procedentes da mesma árvore, pois estão sujeitas aos aspectos anatômicos e de crescimento (CADEMARTORI et al., 2008). Segundo Mendes (2000), árvores de mesma espécie, crescendo em regiões que apresentam condições climáticas diferenciadas, características anatômicas distintas como, por exemplo, na proporção de tecidos, na espessura da parede celular e na largura dos anéis de crescimento.

Gatto et al. (2007) ao estudarem a idade de segregação entre o lenho juvenil e adulto para *Platanus acerifolia* concluíram que a variação radial do comprimento de fibra para a madeira de plátano, passa de muito curto (750 – 1000 μm), próximo à medula, a extremamente longos (>2000 μm) à medida que se distanciam da medula. Mattos et al. (2001) avaliaram as características da madeira de *Platanus* sp. de duas árvores, e discos na altura do DAP, e encontraram valores médios de 1,79 mm, variando de 1,12 a 2,26 mm para o comprimento das fibras.

2.3. Propriedades físicas e mecânicas

Em função da heterogeneidade da madeira, o conhecimento de suas propriedades físicas e mecânicas é fundamental para o aprofundamento dos estudos em relação à qualidade e tecnologia da mesma (GESUALDO, 2003).

As propriedades físicas podem influenciar significativamente no desempenho e resistência da madeira utilizada estruturalmente, e elas podem ser influenciadas por

fatores como espécie, condições edafoclimáticas da região de origem da árvore, fisiologia da árvore, anatomia do tecido lenhoso e variação da composição química (SZÜCS et al., 2006).

Gonçalves et al., (2009) afirmaram que as propriedades mecânicas podem ser alteradas de acordo com a idade da árvore. Segundo Lobão (2004) as propriedades mecânicas da madeira são dependentes, principalmente, da densidade básica, da porcentagem de madeira juvenil, da intensidade ao ataque de insetos, do tipo e da localização e quantidade de nós.

Para a determinação das propriedades mecânicas da madeira são executados ensaios padronizados em amostras sem defeitos, evitando a incerteza dos resultados obtidos em peças com defeitos (MANTILLA CARRASCO e BREMER, 2009).

Mattos (2001), ao estudar as características da madeira de *Populus* sp. e *Platanus* sp., provenientes de plantios localizados em Erechim, RS, encontrou para a madeira de plátano densidade básica de $0,582\text{g/cm}^3$ e valores médios para a contração radial, tangencial, longitudinal e volumétrica de 5,4; 11,9; 0,2 e 17,4%, respectivamente, e 2,2 para a anisotropia de contração.

O Forest Products Laboratory – FPL (2010) encontrou para a madeira de *Platanus* sp. densidade básica de $0,46\text{g/cm}^3$ e valor médio para Módulo de ruptura de 450 e 690, e para Módulo de elasticidade 73.000 e 98.000, na umidade verde e a 12%, respectivamente.

2.3.1. Massa específica aparente

A massa específica constitui uma das propriedades físicas da madeira mais importante, pois a maior parte de suas propriedades físicas e tecnológicas depende dela, servindo na prática como uma referência para a classificação da madeira. Em geral, madeiras com alta densidade (pesadas) são mais resistentes, elásticas e duras que às de baixa densidade (leves), porém são mais difíceis de serem trabalhadas (MORESCHI, 2010).

De acordo com Szücs et al. (2006), a norma brasileira possui duas definições de densidade que são utilizadas, a densidade básica, que corresponde a massa específica convencional obtida pelo quociente da massa seca pelo volume saturado e pode ser

utilizada para fins de comparação com valores na literatura internacional, e a densidade aparente, que é determinada para uma umidade padrão de referência de 12%.

A densidade básica pode ser considerada como um índice universal para avaliar a qualidade da madeira, pois esta propriedade pode ser facilmente determinada e possui excelentes relações com as utilizações da madeira, sendo, portanto de fundamental importância para a produção tecnológica e utilização da madeira (RIBEIRO; ZANI FILHO, 1993; GONÇALVES et al., 2009).

Segundo Moreschi (2010) existem vários fatores que influenciam na massa específica da madeira, podendo ser de origem interna como espécie, umidade, lenhos inicial e tardio, largura dos anéis de crescimento e posição no tronco, ou de origem externa como local de crescimento (clima, solo, altitude e espaçamento) e métodos silviculturais (adubação, poda e desbaste).

Lobão et al. (2004), após o estudo da caracterização de dois lotes da madeira de eucalipto para possíveis comparações dos valores de suas propriedades físicas e mecânicas, verificou que o lote com densidade básica de 575 kg/m³ atingiu em todos os resultados, menor resistência mecânica em comparação com as madeiras de maior densidade (880 kg/m³) evidenciando a forte relação entre a densidade da madeira e as suas propriedades mecânicas.

2.3.2. Umidade da madeira

Umidade da madeira pode ser definida como a relação entre a massa de água contida no seu interior e a sua massa no estado completamente seco, expresso em porcentagem (MORESCHI, 2010).

Segundo o mesmo autor o controle da umidade da madeira é indispensável para que a sua utilização de forma adequada e evita o desenvolvimento de defeitos como empenamentos e torções. Apesar da umidade não ser uma característica intrínseca da madeira, seu estudo é indispensável por se tratar de um parâmetro que afeta o seu grau de trabalhabilidade, rendimento e qualidade da celulose, reduzindo o seu poder calorífico e aumentando a suscetibilidade ao ataque de fungos (OLIVEIRA, 2007; LIMA JUNIOR et al., 2008).

A umidade da madeira pode variar entre 35 a 200%, dependendo da espécie madeireira (KLITZKE, 2007). A água é um elementantíssimo para o crescimento e desenvolvimento da árvore, constituindo uma grande porção da madeira verde, e podendo se apresentar na madeira na forma de água livre presente nos lumes das células e na forma de água impregnada existente na parede das células (SZÜCS et al., 2006).

O ideal é a utilização da madeira com uma umidade próxima ao teor de equilíbrio higroscópico, que é função das condições de umidade relativa, e temperatura do ar, próprios de cada região, sendo esse teor médio de equilíbrio higroscópico próximo dos 15% para as condições brasileiras (OLIVEIRA, 2007).

2.3.3. Retratibilidade da madeira

A retratibilidade, segundo o Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo - IPT (1985) é considerada o fenômeno da variação dimensional da madeira quando há uma alteração na umidade abaixo do ponto de saturação das fibras (PSF). Esta variação dimensional da madeira se deve ao fato de as moléculas de água estar ligadas por pontes de hidrogênio às microfibrilas dos polissacarídeos que formam a madeira, e quando estas são forçadas a sair, deixam um espaço, e as forças de coesão tendem a reaproximar as microfibrilas, causando, portanto, contração da madeira como um todo (OLIVEIRA et al., 2010).

Szücs et al. (2006) definiram retratibilidade como a redução das dimensões em uma peça da madeira pela saída da água impregnada presente na parede das células. Segundo Oliveira (2010) as características de retração da madeira variam de espécie para espécie, dependendo do modo de condução da secagem e do próprio comportamento da madeira, o que frequentemente leva a alterações da forma e à formação de fendas e empenos.

2.3.4. Resistência à compressão paralela as fibras da madeira

Uma peça é solicitada por compressão paralela as fibras quando as forças agem paralelamente à direção do comprimento das células (MANTILLA CARRASCO; BREMER, 2009). É o caso de colunas e elementos de treliças (OLIVEIRA, 2007).

Segundo o mesmo autor esta propriedade, assim como praticamente todas as demais propriedades mecânicas, depende da densidade da madeira, tornando-se maior em madeiras com densidade elevada.

2.3.5. Resistência à flexão estática da madeira

A resistência à flexão estática é uma das propriedades mecânicas mais importantes na utilização da madeira como material de construção, ou seja, na fabricação de casas, pontes, telhados, construções marítimas, e em todas às demais construções de madeira (OLIVEIRA, 2007).

Segundo Lima Junior et al. (2008), a resistência à flexão refere-se a uma carga aplicada tangencialmente aos anéis de crescimento em uma peça apoiada nos extremos. Esta propriedade é menos influenciada pela umidade do que a resistência à compressão (OLIVEIRA, 2007).

2.3.6. Resistência ao cisalhamento da madeira

Segundo Oliveira (2007) cisalhamento se refere à capacidade da madeira em resistir à ação de forças, que tendem a fazer com que uma parte do material deslize sobre a outra parte adjacente. O Método Brasileiro MB26 da Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT (1940) recomenda para os ensaios de cisalhamento a utilização de 48 corpos de prova, metade ensaiada acima de 28% de umidade, e a outra metade a 15%.

2.3.7. Dureza Janka da madeira

A dureza é a capacidade de um material resistir à abrasão superficial, fornecendo uma idéia da resistência ao desgaste e à penetração de ferramentas na madeira. Pode ser um importante critério utilizado na escolha de madeiras para usos

estruturais que estarão sujeitas a intervenções por ferramentas cortantes, ou precisam ser furadas e pregadas, e madeiras macias são geralmente mais fáceis de trabalhar.

O método proposto por Janka para determinação da dureza, consiste na introdução de uma semi-esfera de aço, de 1cm² de seção diametral até a profundidade igual ao raio, realizado tanto nas faces transversais como nas faces longitudinais radial e tangencial, utilizando corpos de prova com dimensões de 6,0 x 6,0 x 15,0 cm (OLIVEIRA, 2007).

2.4. Resistência natural da madeira

Segundo Paes et al. (2007) a resistência natural é a propriedade que faz a madeira resistir ao ataque de agentes deterioradores sem tratamento preservativo. É de extrema importância o conhecimento da resistência natural da madeira para que se possa recomendar o uso mais adequado, evitando gastos desnecessários com a reposição de peças deterioradas e reduzindo os impactos sobre as florestas remanescentes (PAES et al., 2004).

A suscetibilidade da madeira ao ataque de organismos xilófagos é muito variável, e madeiras com elevada durabilidade natural a esses organismos tornam-se mais valorizadas no mercado por conferir um amplo aspecto de utilização (OLIVEIRA et al., 2005). Segundo Chimelo (2007), madeiras com alta densidade e que apresentam extrativos no cerne, tais como gomas, alcaloides e fenóis são mais resistentes a esses organismos.

Por causa do crescente consumo de madeira reflorestada, faz-se necessário à melhoria da qualidade desses materiais, e o conseqüente aumento da vida útil (OKINO et al., 2009). De acordo com Szücs et al. (2006) espécies que possuem baixa durabilidade natural podem ser compensadas por meio de tratamentos preservativos, alcançando-se assim melhores níveis de durabilidade, próximos aos apresentados pelas espécies naturalmente resistentes.

3. METODOLOGIA

3.1. Caracterização do material, localização e amostragem

Foram amostradas três árvores de *Platanus* sp. com oito anos de idade, plantadas em espaçamento de 3,0 x 3,0m, provenientes de um plantio localizado no Município de Guaçuí – Espírito Santo, nas coordenadas -41° 40” 46” de longitude e -20° 46’ 32” de latitude, a uma altitude de 590 metros. O clima é tropical ameno, típico das regiões serranas do Estado do Espírito Santo. O inverno é seco, de certa forma rigoroso, influenciado pela altitude da região. A temperatura média anual é de 20°C e as chuvas ocorrem, com maior intensidade, entre os meses de outubro a abril, com média anual de 1.300mm.

As árvores escolhidas foram aquelas que apresentavam maior diâmetro e troncos mais retilíneos, e no local, com auxílio de uma motosserra, as mesmas foram abatidas e desgalhadas (Figura 2). Os valores médios de altura, DAP e volume das árvores foram de 15,7m, 23,3 cm e 0,28m³, respectivamente.



Figura 2 – Árvore de *Platanus* sp. abatida e desgalhada.

Das árvores abatidas foram seccionadas duas toras de aproximadamente um metro cada na base, e coletados dois discos de aproximadamente 4 cm nas posições 0, 25, 50, 75 e 100% da altura comercial considerada até diâmetro de 5cm e três discos na posição do DAP (Figura 3).

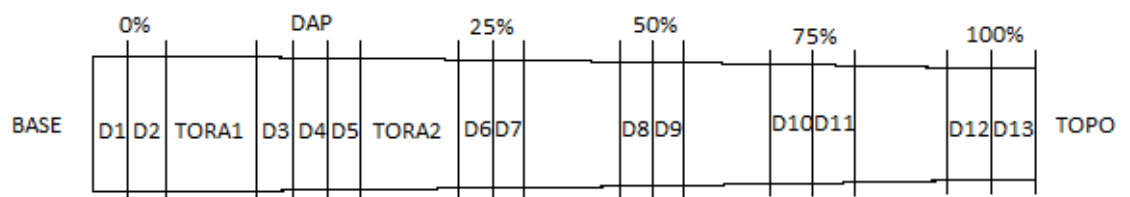


Figura 3 – Esquema de seccionamento das árvores, e retirada dos discos.

3.2. Caracterização anatômica da madeira de *Platanus* sp.

Para a caracterização anatômica da madeira de *Platanus* sp. uma amostra de cada árvore foi retirada do lenho no cerne periférico, zona de transição entre cerne e alburno, diâmetro a altura do peito (DAP) tomado a 1,30m do solo.

Para a descrição dos caracteres gerais e macroscópicos da madeira se utilizou o manual de descrição de características gerais, macroscópicas de madeiras de angiospermas dicotiledôneas da Comissão Panamericana de Normas Técnicas (COPANT, 1974). A cor da madeira seca ao ar foi determinada de acordo com a escala de Munsell (1957), usualmente adequada para madeiras e o estudo microscópico da madeira as recomendações da norma de procedimento em estudos de anatomia de madeira, da COPANT (1974) e também a lista de características microscópicas para a identificação de madeira da Associação Internacional de Anatomistas de Madeira (IAWA, 1989).

Para a mensuração dos vasos e raios, os três corpos de prova foram retirados do cerne periférico com dimensões de 1,0 x 1,5 x 2,0 cm, nas direções radiais, tangenciais e longitudinais, respectivamente. Estas amostras foram amolecidas durante fervidos em água à temperatura de ebulição, e em seguida fixadas em micrótomo de deslize, para obtenção de cortes histológicos com espessura variando de 18 a 20 μ m dos planos transversal e longitudinal tangencial, e posteriormente foram montados em lâminas temporárias, utilizando glicerina e água destilada na proporção de 1:1.

Foram realizadas fotomicrografias dos planos nas lâminas temporárias, por meio de uma câmera fotográfica digital acoplada a um microscópio óptico comum. E com auxílio de um sistema de análises de imagem provido do “software” Image Pro Express 6.0, foi possível mensurar a frequência vascular (n°/mm^2) e diâmetro tangencial dos poros (μ m) e para os raios foi mensurado a altura (μ m e n° de células), largura (μ m e n° de células) e frequência de raios (n°/mm).

Para a dissociação dos elementos anatômicos para mensuração das fibras, foi utilizado o método proposto por Nicholls e Dadswell descrito por Ramalho (1987). Amostras foram retiradas e no plano radial foram obtidos palitinhos de madeira que em seguida foram transferidos para frascos de 25 ml contendo solução de ácido acético

e peróxido de hidrogênio na proporção 1:1. Estes frascos após serem lacrados foram transferidos para estufa, mantidos a uma temperatura de 60°C, durante 48 horas. Depois foi realizada a lavagem da solução macerante em água corrente e a coloração com o corante safranina. Então, finalmente as lâminas histológicas foram montadas, com uso de água destilada e glicerina na proporção de 1:1, e em seguida foram obtidas as fotomicrografias, pelo uso de câmera fotográfica digital acoplada a microscópio comum e um sistema de análises de imagem provido do “software” Image Pro Express 6.0, como mencionado anteriormente.

Para as mensurações das fibras, foram seguidas as recomendações da norma COPANT (1974). Foi mensurado o comprimento (μm), largura da fibra (μm) e diâmetro de lume (μm).

Na Tabela 1 constam os parâmetros anatômicos avaliados, em que foram utilizadas 25 repetições.

Tabela 1 – Parâmetros anatômicos avaliados para a madeira de *Platanus* sp.

Elemento anatômico	Parâmetros mensurados
Vasos	Diâmetro Tangencial (μm)
	Frequência (n° vasos/ mm^2)
Raios	Altura (μm)
	Altura (n° de células)
	Largura (μm)
	Frequência (n°/mm linear)
Fibras	Comprimento (μm)
	Largura (μm)
	Diâmetro do Lume (μm)
	Espessura da Parede (μm)

Todos os parâmetros foram medidos diretamente, com exceção da espessura de parede, que foi calculada pela seguinte relação:

$$Ep = \frac{L - DL}{2}$$

Em que:

L: diâmetro da fibra

DL: diâmetro do lume.

3.3. Propriedades físicas

3.3. Densidade da madeira

3.3.1.1. Densidade básica da madeira

Para a determinação da densidade básica da madeira no sentido longitudinal da árvore, um disco de cada posição (0%, DAP, 25%, 50%, 75% e 100%) foi subdividido em quatro quadrantes (cunhas) ao serem traçadas duas linhas diametrais perpendiculares com encontro na medula de cada disco. Duas destas cunhas, localizadas em sentidos opostos, foram utilizadas para determinação da densidade básica (Figura 4).

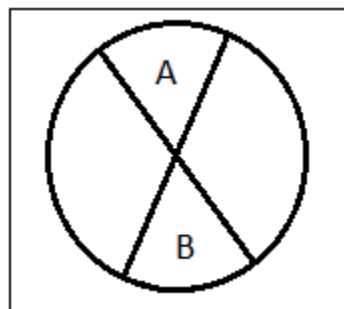


Figura 4 – Ilustração de retirada de amostras para determinação da densidade na direção longitudinal.

Como a madeira estava verde, após um curto período de tempo do seu abate, cada cunha teve seu volume saturado obtido por meio do método da balança hidrostática descrito no MB26 da ABNT (1940), ao utilizar uma balança de precisão de 0,01g. Em seguida, após permanecer cinco dias secando ao ar, as cunhas foram conduzidas a uma estufa mantida a $103 \pm 2^\circ$ C até que adquirissem massas constantes. As cunhas secas foram pesadas e a determinação da densidade básica foi obtida.

Na determinação da densidade básica no sentido radial (medula-casca) utilizou-se apenas o disco do DAP de cada árvore, retirando uma bagueta de cada disco, e de cada bagueta, pequenas amostras em intervalos de 1,0 cm a partir da medula, em direção a casca (Figura 5).

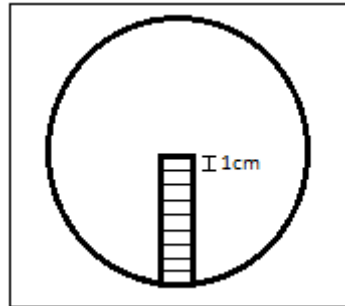


Figura 5 – Ilustração de retirada de amostras para determinação da densidade na direção radial.

Posteriormente, todos os procedimentos realizados nas cunhas para a determinação da densidade no sentido longitudinal foram repetidos para cada amostra das baguetas, a fim de se obter a variação da densidade básica no sentido radial.

3.3.1.2. Densidade aparente e anidra da madeira

As densidades aparente e anidra da madeira foram determinadas de acordo com o MB26 da ABNT (1940). Foram utilizados 20 repetições e os corpos de prova nas dimensões 2,0 x 2,0 x 3,0 cm, retirados próximo ao DAP.

Para a determinação da densidade aparente, as amostras se encontravam no teor de equilíbrio higroscópico, e da densidade anidra, os corpos de prova foram colocados em estufa, a uma temperatura de $103 \pm 2^\circ\text{C}$, até adquirir massa constante.

O volume de todas as amostras foi determinado pelo método da balança hidrostática, com substituição da água pelo mercúrio, verificando em determinados períodos de tempo sua temperatura para efetuar correções na sua massa específica. Em seguida a massa das amostras foi determinada em uma balança de precisão de 0,01g.

3.3.2. Umidade e retratibilidade volumétrica da madeira

O teor de umidade foi determinado para controle dos ensaios físicos e mecânicos. Utilizou-se o método gravimétrico, de acordo com o MB26 da ABNT (1940).

As deformações específicas da contração da madeira de *Platanus* sp. foram consideradas como índice de estabilidade dimensional, determinadas para cada um dos planos de orientações, em função de suas dimensões, observadas quando a madeira se encontrava em estado de saturação (verde), em equilíbrio e seca.

Para determinar a contração volumétrica foram confeccionados 20 corpos de prova com dimensões de 2,0 x 2,0 x 3,0 cm, conforme o MB26 da ABNT (1940). Para garantir que as medições fossem realizadas sempre no mesmo ponto, foram traçadas duas diagonais nas amostras.

Após a obtenção dos corpos de prova se iniciaram as medições com a madeira acima de 28% de umidade. As dimensões nos sentidos radial e tangencial foram tomadas com um micrômetro digital, precisão de 0,001mm e no sentido longitudinal, direção das fibras, se utilizou paquímetro digital, precisão de 0,01mm, em cada amostra. Em seguida cada corpo de prova foi pesado para posterior controle da umidade (Figura 6).

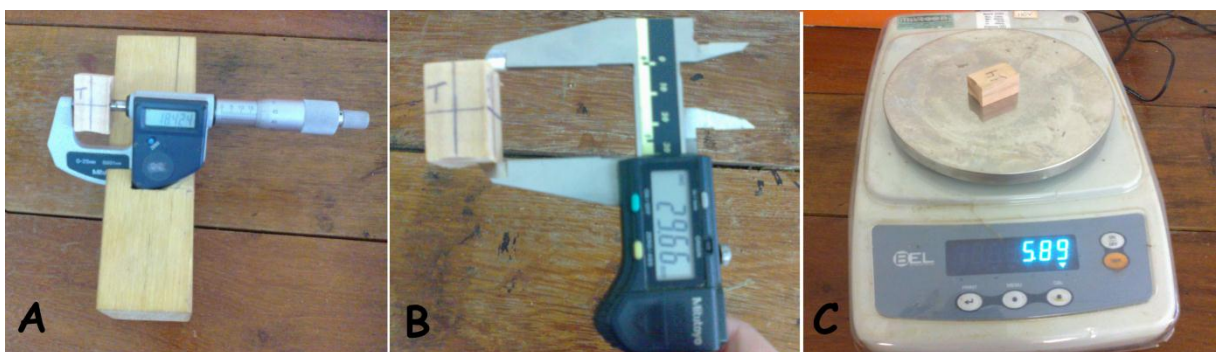


Figura 6 – Obtenção das dimensões nos sentidos radial e tangencial com um micrômetro digital (A); obtenção das dimensões no sentido longitudinal utilizando um paquímetro digital (B); pesagem dos corpos de prova (C).

Todas as medições descritas foram repetidas nas amostras após ficaram aproximadamente 60 dias secando ao ar livre, tempo necessário para adquirirem massas constantes e depois colocadas em estufa, inicialmente a $60 \pm 2^\circ\text{C}$, aumentando gradativamente até $103 \pm 2^\circ\text{C}$, durante aproximadamente 10 dias, tempo necessário para ficar totalmente seca.

3.4. Propriedades mecânicas da madeira

As propriedades mecânicas determinadas foram a resistência a flexão estática, a compressão paralela as fibras, ao cisalhamento e dureza, de acordo com o MB26 da ABNT (1940).

Todos os ensaios de resistência mecânica foram realizados em máquina universal de ensaio com capacidade de 10 toneladas, com sistema de aquisição de dados automatizados, no Laboratório de Ciência da Madeira (LCM) pertencente ao Departamento de Ciências Florestais e da Madeira da Universidade Federal do Espírito Santo.

As amostras foram retiradas do pranchão central, obtido pelo desdobro das toras, para confecção dos corpos de prova, cujas dimensões e repetições podem ser observadas na Tabela 2.

Tabela 2 – Dimensões e repetições dos corpos de prova para ensaios mecânicos.

Ensaio mecânico	Dimensões (mm) (largura x espessura x comprimento)	Repetições
Flexão estática	20 x 20 x 300	40
Compressão paralela	20 x 20 x 30	40
Cisalhamento	50 x 50 x 64	24
Dureza	60 x 60 x 150	6

Depois de realizados os ensaios mecânicos, algumas amostras de cada ensaio foram retiradas para determinação do teor de umidade no momento do ensaio, objetivando o ajuste dos resultados ao padrão de 12% de umidade, conforme a Norma Brasileira Regulamentadora – NBR 7190 da ABNT (1997), utilizada para os resultados de ensaios realizados em diferentes umidades da madeira, contidos no intervalo entre 10 e 25%.

3.5. Resistência natural da madeira a organismos xilófagos

Para a determinação da resistência natural da madeira de *Platanus* sp. a fungos xilófagos foi realizado o ensaio de apodrecimento acelerado em laboratório e de cupins subterrâneos o ensaio de alimentação forçada.

3.5.1. Ensaio de apodrecimento acelerado em laboratório

Para execução do ensaio de apodrecimento acelerado foram seguidas as especificações da “American Society for Testing and Materials” – ASTM D-1413 (2005b). Foram utilizados 20 corpos de prova com dimensões de 2,5 x 2,5 x 0,9 cm, e 12 amostras de *Pinus* sp. com as mesmas dimensões como padrão de comparação.

Utilizou-se cultura pura do fungo *Postia placenta* (Fr.) M. Larsen et Lombard causador da podridão parda. Para montagem do ensaio, os corpos de prova foram secos em estufa a 103 ± 2 °C, até massa constante. Depois foram pesados em uma balança de 0,01g de precisão e destinados à montagem do experimento.

O ensaio foi montado em frascos de 600 mL, preenchidos com 300 g de solo de pH e capacidade de retenção de água conforme recomendado pela ASTM D - 2017 (2005a), com os fungos bem desenvolvidos. Portanto, foram adicionados dois corpos de prova por frasco, que foram esterilizados sob as condições descritas na norma, utilizando 20 repetições.

O ensaio foi mantido em sala climatizada (25 ± 2 °C e 75 ± 5 % de umidade relativa), por 98 dias. Decorrido tal período, os corpos de prova foram secos e a perda

de massa avaliada ao comparar os valores obtidos com os valores da ASTM D 2017 (ASTM, 2005a).

3.5.2. Ensaio de alimentação forçada aos cupins *Nasutitermes* sp.

Para execução deste ensaio foram seguidas as especificações ASTM D-3345 (2005c) com algumas modificações sugeridas por Paes (1997). Seguindo as recomendações, a colônia de cupins utilizada no experimento foi coletada em Jerônimo Monteiro – ES.

Foram utilizados 20 corpos de prova isentos de defeitos com dimensões de 2,54 x 2,54 x 0,64 cm, e 20 amostras de *Pinus* sp. utilizadas como padrão de comparação. As amostras de madeira foram lixadas e secas em estufa à temperatura de $103 \pm 2^\circ\text{C}$, até atingirem massas constantes. Depois foram pesadas em uma balança de 0,01g de precisão e destinadas à montagem do experimento.

No ensaio, foi utilizado o cupim de solo *Nasutitermes* sp. O experimento foi montado em frascos de 500 mL de capacidade, preenchidos com 200 g de areia, cuja umidade foi corrigida para 75% da capacidade de retenção, pela adição de 38 ml de água destilada. Em cada frasco foram adicionados um corpo de prova e $1 \pm 0,05$ g de cupins subterrâneos equivalendo a aproximadamente 355 indivíduos, sendo 88% de operários e 12% de soldados. Para evitar a fuga e permitir a respiração dos cupins, os frascos foram levemente tampados, e as amostras ficaram expostas à ação dos cupins durante 28 dias, em uma sala climatizada, sob as mesmas condições do ensaio de apodrecimento acelerado.

Após o ensaio, as amostras foram secas em estufa a $103 \pm 2^\circ\text{C}$, até atingirem massas constante e posteriormente pesadas, para se avaliar a porcentagem de perda de massa. Avaliou-se a resistência natural da madeira de *Platanus* sp. em função da perda de massa, do desgaste provocado pelos cupins, da mortalidade dos cupins (Tabela 3) e do número de dias para a morte dos cupins em cada frasco. A perda de massa foi corrigida por meio das amostras de perda de massa operacional.

Tabela 3 – Avaliação do desgaste da madeira e da mortalidade dos cupins.

Tipos de desgaste	Nota
Sadio, permitindo escarificações superficiais	10
Ataque superficial	9
Ataque moderado, havendo penetração	7
Ataque intensivo	4
Falha, havendo ruptura dos corpos de prova	0
Mortalidade	(%)
Baixa	0 – 33
Moderada	34 – 66
Alta	67 – 99
Total	100

Fonte: ASTM D – 3345 (2005c).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Anatomia da madeira

4.1.1. Características gerais da madeira

A madeira possui cerne e alborno indistintos, coloração marrom muito pálido 10YR 7/3 de acordo com a escala de Munsell (1957) (Figura 7). Não possui brilho, seu odor é imperceptível, é macia ao corte manual no plano transversal, grã direita, textura fina e suas camadas de crescimento são distintas (Figura 7).

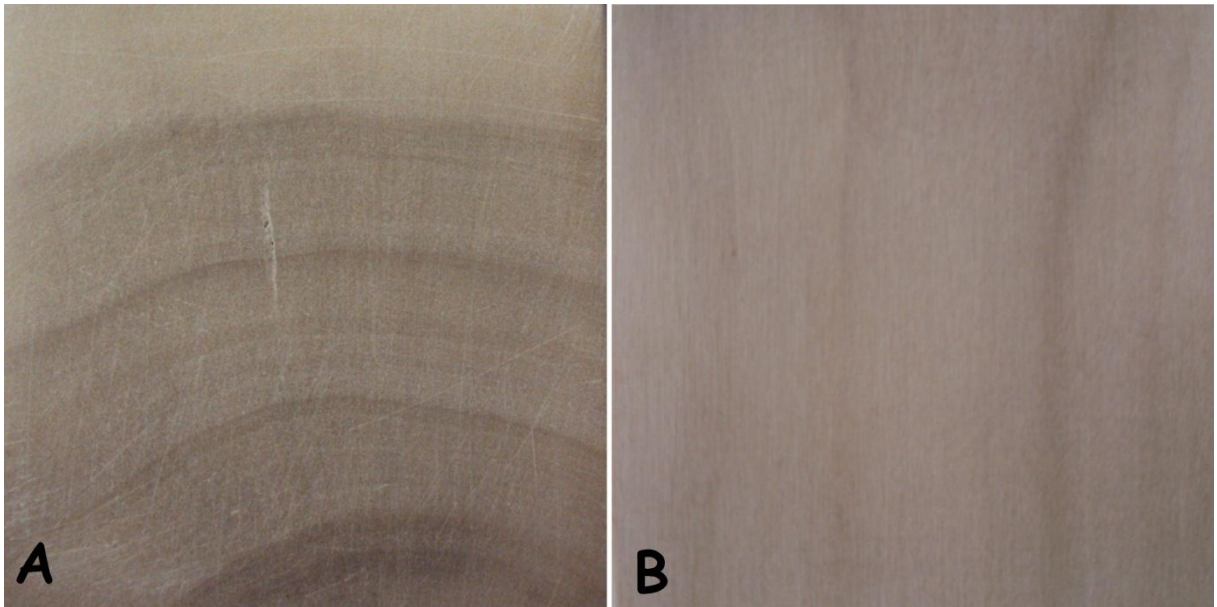


Figura 7 – Fotografia mostrando a distinção das camadas de crescimento na seção transversal (A) e a cor na seção radial (B) da madeira de *Platanus* sp. de oito anos de idade.

4.1.2. Características macroscópicas e microscópicas da madeira

A madeira de *Platanus* sp. possui parênquima axial invisível mesmo sob lente de 10X de aumento. Os poros e os raios são visíveis somente sob lupa de 10 X de aumento.

Os valores médios, o coeficiente de variação (CV), bem como os valores mínimos e máximos para os caracteres anatômicos microscópicos do cerne periférico

mensurados da madeira de *Platanus* sp. provenientes de um plantio localizado no Município de Guaçuí – Espírito Santo estão na Tabela 4.

Tabela 4 – Mensuração de elementos anatômicos do cerne periférico (DAP) da madeira de *Platanus* sp.

Caracteres anatômicos		Mínimo	Máximo	Média	CV(%)
Vasos	Diâmetro Tangencial (μm)	25,26	51,41	44,80	30,30
	Frequência (n° vasos/ mm^2)	53	83	66,16	11,47
Raios	Altura (μm)	138,98	850,32	404,09	35,99
	Altura (n° de células)	6	43	18,61	35,60
	Largura (μm)	12,63	41,17	25,07	27,42
	Largura (n° de células)	1	3	1,91	24,65
	Frequência (n°/mm linear)	6	12	8,73	15,79
	Comprimento (μm)	1300,72	2640,42	1980,88	14,74
Fibras	Largura (μm)	21,78	52,84	30,83	15,64
	Diâmetro do Lume (μm)	9,45	38,04	15,70	26,46
	Espessura da Parede (μm)	5,63	10,54	7,56	13,01

Os poros ou vasos possuem distribuição difusa, são solitários, de seção ovalada a circular, e não obstruídos. Possuem diâmetro tangencial médio de 44,80 μm , sendo classificados como pequenos. Segundo Chimelo (2007) madeiras que possuem vasos ou poros de pequeno diâmetro dão bom acabamento com vernizes e tintas. Quanto à frequência vascular são muito numerosos, com média de 66,16 poros por mm^2 , variando de 53 a 83 poros por mm^2 e coeficiente de variação de 11,47% (Tabela 4). As placas de perfuração são múltiplas escalariformes (Figura 8), pontoações intervasculares alternas, presença de apêndices em ambas extremidades e apresenta parênquima axial apotraqueal difuso e paratraqueal escasso.

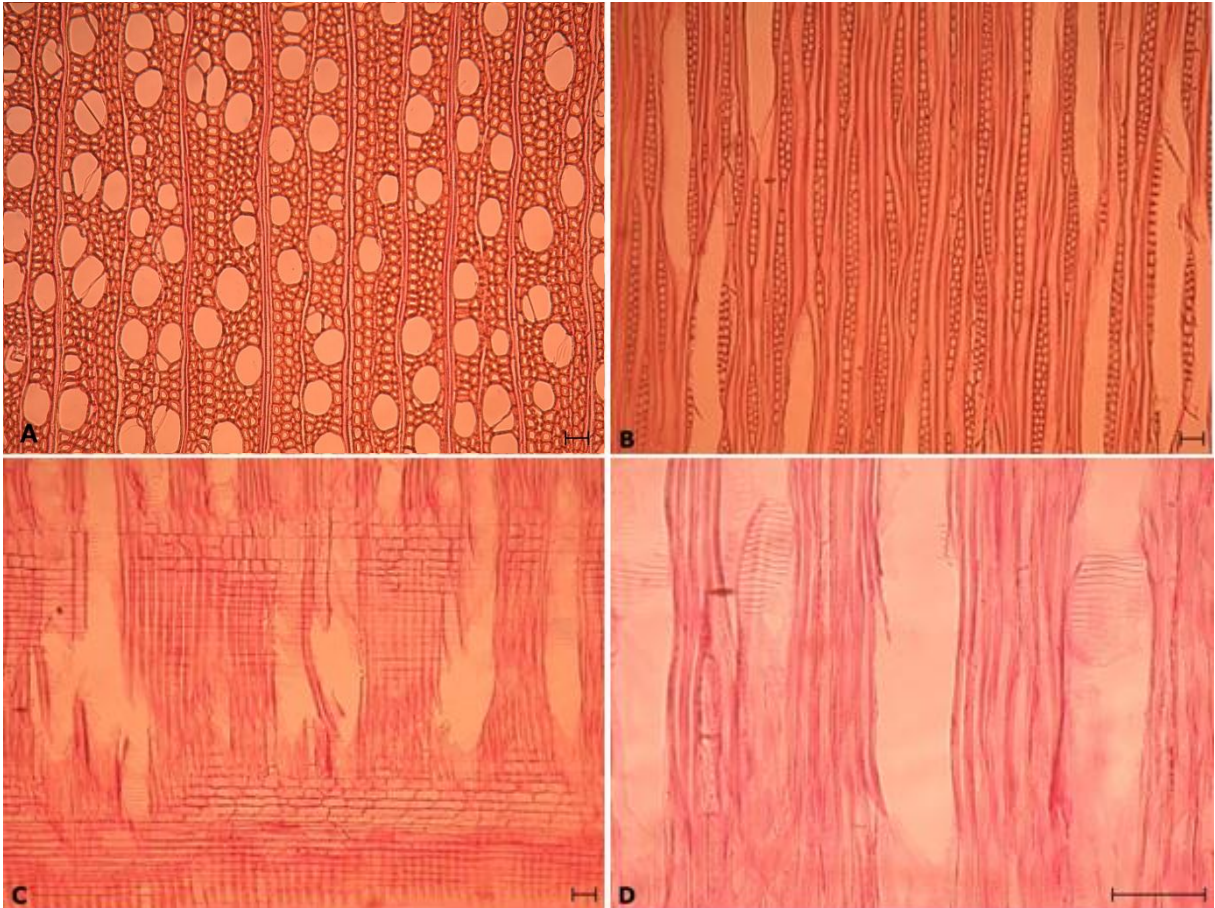


Figura 8 – Fotomicrografias ilustrando o plano transversal (A), longitudinal tangencial (B), longitudinal radial (C) e as placas de perfuração múltipla escalariforme no plano radial (D). Escala: barra = 100 μm .

Os raios são heterocelulares formados por células procumbentes e eretas, sendo as eretas em uma das extremidades, e possui estrutura não estratificada. O parênquima radial possui frequência média de 8,73 raios por mm, ou seja, poucos raios por mm, variando de 6 a 12 raios por mm, com desvio padrão de 1,38 raios por mm e coeficiente de variação de 15,79%. São baixos, com altura média de 404,09 μm , altura mínima de 138,98 μm e máxima de 850,32 μm . A altura média em número de células foi de 18,61 células, variando de 6 a 43 células.

Quanto à largura dos raios, o valor médio foi de 25,07 μm , com largura mínima de 12,63 μm e máxima de 41,17 μm , caracterizando-os como finos. Já para a largura dos raios em número de células a variação foi de 1 a 3 células, com valor médio de 1,91 células de largura, sendo classificados como multisseriados.

A madeira de *Platanus* sp. possui fibras libriformes, com comprimento médio de 1980,88 μm no cerne periférico, sendo classificadas como longas, variando de curtas (1300,72 μm) a longas (2640,42 μm). Este resultado foi semelhante ao obtido por Gatto et al. (2007) que estipularam que a variação radial do comprimento de fibra para a madeira de plátano, passa de muito curto (750 – 1000 μm), próximo à medula, a extremamente longos (>2000 μm) à medida que se distanciam da medula. Os valores encontrados para o comprimento das fibras também são próximos dos registrados por Mattos et al. (2001) ao estudarem as características da madeira de *Populus* sp. e *Platanus* sp., que encontraram valores médios de 1,79 mm, variando de 1,12 a 2,26 mm.

Quanto à largura das fibras, o valor médio foi de 30,83 μm , com mínimo de 21,78 μm , e máximo de 52,84 μm . O diâmetro médio do lume mensurado foi de 15,70 μm , com variação de 9,45 a 38,04 μm . A espessura da parede teve valor médio de 7,56 μm , mínimo de 5,63 μm e máximo de 10,54 μm , sendo, portanto, fibras de paredes delgadas a espessas.

Ao avaliar as propriedades anatômicas da madeira de *Platanus* sp., acredita-se que esta madeira pode ser utilizada para produção de celulose e papel, por apresentar densidade média e características como fibras de comprimento longo e de paredes delgadas a espessa, porém, é preciso uma avaliação das propriedades químicas desta madeira para esta indicação.

Gatto et al. (2007) verificaram ao estudarem a idade de segregação entre o lenho juvenil e adulto para *Platanus acerifolia* que a idade mais provável de passagem do lenho juvenil para adulto pode ser claramente definida pelo comprimento das fibras, e que as demais características anatômicas, como diâmetro das fibras, largura do lume e espessura da parede das fibras, ou não são influenciadas pela idade, ou possuem uma diferenciação dimensional mais lenta e gradual.

4.2. Propriedades físicas da madeira

Na Tabela 5 encontram-se os valores médios da densidade básica no sentido longitudinal a partir da base da árvore para a madeira de *Platanus* sp.

Tabela 5 – Valores médios de densidade da madeira em g/cm³ no sentido longitudinal a partir da base para o topo da árvore de *Platanus* sp.

Altura comercial da árvore (%)					
0	DAP	25	50	75	100
0,49	0,50	0,51	0,49	0,50	0,47
(0,02) (3,21)	(0,01) (2,66)	(0,02) (4,12)	(0,01) (2,28)	(0,03) (5,21)	(0,02) (3,65)

*Os valores entre parênteses correspondem ao desvio padrão e o coeficiente de variação, respectivamente.

Os baixos valores de coeficiente de variação para as posições analisadas indicam uma baixa variabilidade da densidade no sentido longitudinal para as árvores avaliadas, que não apresentaram grande amplitude de variação em torno do valor médio de 0,49g/cm³.

Na Figura 9 consta a variação da densidade básica no sentido longitudinal da árvore.

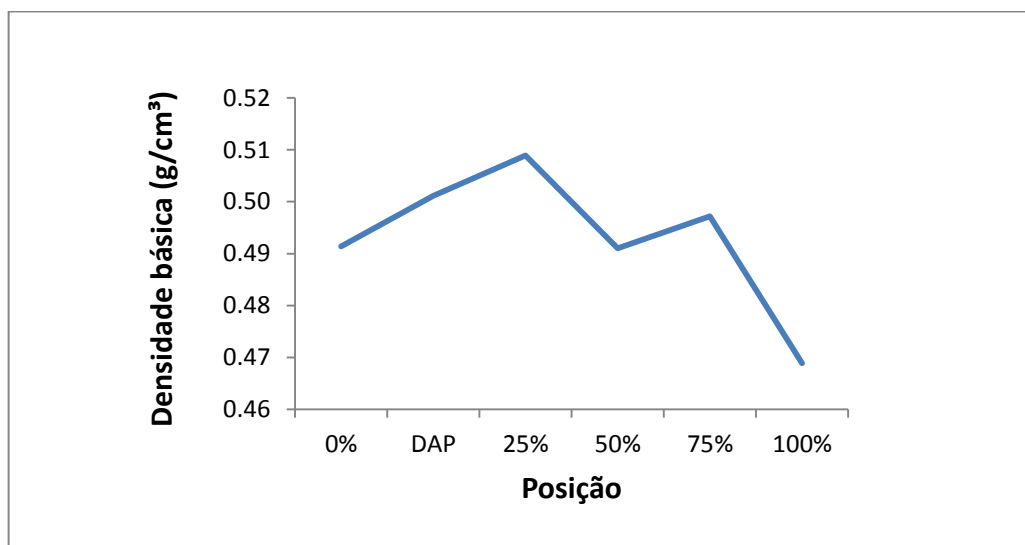


Figura 9 – Variação longitudinal da densidade básica da madeira de *Platanus* sp.

Pode-se observar que a densidade tende a aumentar até próximo a 25% da altura comercial da árvore, alcançando os maiores valores neste ponto e a partir dele tende a diminuir até 100% da altura comercial com um pequeno aumento de 50-75%.

Na Tabela 6 estão os valores médios de densidade na direção radial no sentido medula-casca da árvore para a madeira de *Platanus* sp.

Tabela 6 – Valores médios de densidade em g/cm³ na direção radial da madeira de *Platanus* sp. na altura do DAP.

Posição na direção medula-casca							
1	2	3	4	5	6	7	8
0,46	0,51	0,52	0,51	0,52	0,50	0,49	0,46
(0,03) (5,81)	(0,03) (5,37)	(0,01) (1,52)	(0,01) (1,70)	(0,01) (2,20)	(0,02) (3,21)	(0,04) (8,42)	(0,00) (0,11)

*Os valores entre parênteses correspondem ao desvio padrão e o coeficiente de variação, respectivamente.

Os dados da Tabela 6 evidenciam uma variação pequena da densidade básica na direção radial, o que leva a inferir uma homogeneidade da madeira. Tal comportamento pode ser explicado pela idade precoce das árvores, o que poderá ser caracterizado pela presença única de formação de madeira juvenil. Segundo Oliveira et al. (2005) madeira mais homogênea, quanto à sua densidade no interior do tronco, podem se comportar melhor nas operações de processamento e refletir maior uniformidade nas demais propriedades tecnológicas.

A Figura 10 representa a variação da densidade básica na direção radial do tronco, na direção medula-casca para a madeira de *Platanus* sp.

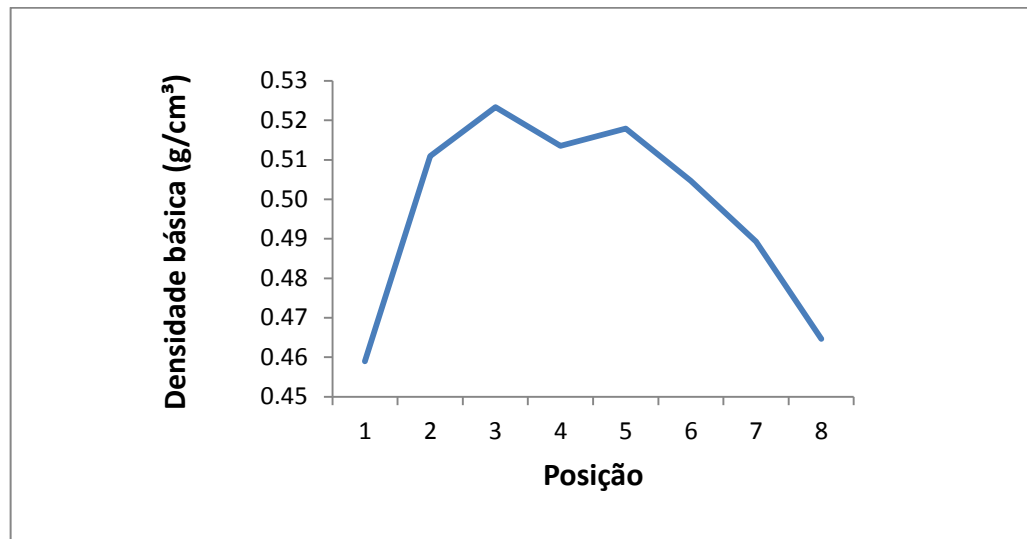


Figura 10 – Variação radial da densidade básica da madeira de *Platanus* sp.

Pode-se observar que a densidade aumentou no sentido medula-casca da árvore até a posição 3 e depois diminuiu nas posições mais próximas da casca.

Na Tabela 7, encontram-se os valores médios das propriedades físicas determinadas para a madeira de *Platanus* sp. no DAP.

Tabela 7 – Propriedades físicas da madeira de *Platanus* sp. no DAP.

Propriedades físicas		Média	Mínimo	Máximo
Massa específica aparente (g/cm ³)	Básica	0,48 (2,89)	0,46	0,51
	12% de umidade	0,55 (3,22)	0,52	0,59
	Anidra	0,59 (3,38)	0,55	0,63
Contração parcial (%)	Radial	3,28 (10,59)	2,65	3,92
	Tangencial	10,98 (6,18)	9,76	12,73
	Longitudinal	0,76 (59,89)	0,00	2,02
	Volumétrica	14,38 (5,94)	12,84	16,56
	Fator anisotrópico	3,38 (10,98)	2,89	4,13
Contração total (%)	Radial	5,53 (8,67)	4,41	6,28
	Tangencial	15,24 (5,26)	14,05	17,26
	Longitudinal	1,28 (53,10)	0,38	2,63
	Volumétrico	21,79 (4,67)	20,07	24,41
	Fator anisotrópico	2,77 (10,09)	2,33	3,49

* Coeficiente de variação (%).

De acordo com a Tabela 7, o valor médio de densidade básica da madeira para as árvores de *Platanus* sp. na região do DAP foi de 0,48g/cm³, que classifica a madeira como de média densidade de acordo com a COPANT (1074). O Forest Products Laboratory – FPL (2010) determina para a madeira de plátano valor médio semelhante, sendo igual a 0,46 g/cm³. Mattos (2001) encontrou densidade básica de 0,582g/cm³ ao caracterizar a madeira de *Platanus* sp. de plantios localizados em

Erechim, RS, esta diferença pode ser explicada pelo fator idade, pois geralmente a densidade da madeira, tende a aumentar com a idade.

Para a densidade aparente da madeira de plátano no teor de umidade de 12% o valor médio encontrado foi de 0,55 g/cm³, superior ao determinado pelo FPL (2010), que determinou para esta madeira densidade aparente de 0,49g/cm³.

O valor médio de densidade anidra para as árvores de *Platanus* sp. na região do DAP foi 0,59g/cm³, e o mesmo foi encontrado pelo FPL (2010).

Segundo Chimelo (2007) as fibras são os elementos celulares que mais se relacionam com a densidade da madeira, e madeiras com fibras de paredes espessas geralmente possuem alta densidade. Portanto, como a madeira de *Platanus* sp. possui densidade básica média, e ao relacionar com a espessura da parede das fibras, classificada neste estudo como delgadas a espessas, estima-se que esta não possui maiores valores de densidade por causa da abundância (frequência) vascular muito numerosa, e vasos de pequenos diâmetros.

Para o ensaio de retratibilidade, a madeira em estudo obteve valores médios para contração radial, tangencial e longitudinal de 5,53, 15,24 e 1,28% respectivamente. Segundo Oliveira (2007), a variação dimensional da madeira varia conforme a espécie, mas em média os valores de contração radial, tangencial e longitudinal, variam de 2-9; 4-20 e 0,1-0,3%, respectivamente, com a contração volumétrica variando de 8-26%. Portanto, verifica-se que as contrações volumétrica, radial e tangencial, estão dentro do intervalo apresentado, com exceção da contração longitudinal que obteve valor médio de 1,28%.

De acordo com FPL (2010), para a madeira de plátano a contração radial, tangencial e volumétrica é de 5,0; 8,4 e 14,1%. Resultados acima do que foi observado no presente estudo, com exceção da contração radial, que foi semelhante. Mattos (2001), ao estudar as características da madeira de *Populus* sp. e *Platanus* sp., provenientes de plantios localizados em Erechim, RS, obteve para a madeira de plátano valores médios para a contração radial, tangencial, longitudinal e volumétrica de 5,4; 11,9; 0,2 e 17,4%, respectivamente.

O fator anisotrópico, para a madeira de *Platanus* sp. foi igual a 2,77 e 3,38, para as contrações total e parcial, respectivamente. Mattos (2001) encontrou valor 2,2 para a anisotropia de contração do *Platanus* sp.

Segundo Oliveira (2007), o coeficiente anisotrópico varia de 1,3 a 1,4 para madeiras muito estáveis, a mais de 3, para espécies extremamente instáveis dimensionalmente. Logo, a madeira de *Platanus* sp. deste estudo é considerada de baixa estabilidade dimensional, portanto, de um modo geral poderá ser utilizada em usos não estruturais, em aplicações onde a estabilidade dimensional não seja importante.

4.3. Propriedades mecânicas da madeira

Os valores médios das propriedades mecânicas determinadas para a madeira de *Platanus* sp. no estado verde e a 12% de umidade, proveniente de um plantio localizado no Município de Guaçuí, Espírito Santo estão na Tabela 8.

Tabela 8 – Propriedades mecânicas da madeira de *Platanus* sp.

Propriedades mecânicas		Umidade	
		Verde	12%
Flexão estática	MOR (kgf/cm ²)	462,4 (9,169)	1015,94 (9,678)
	MOE (kgf/cm ²)	52820 (11,74)	76526,7 (12,86)
	Trabalho (J)	34,48 (26,24)	18,33 (34,53)
Compressão axial	Tensão de compressão (kgf/cm ²)	289,0 (13,79)	567,0 (13,60)
Cisalhamento	Tensão de cisalhamento (kgf/cm ²)	86,45 (14,15)	-
Dureza	Paralela às fibras (kgf/cm ²)	316,3 (5,556)	716,3 (4,174)
	Radial (kgf/cm ²)l	363,3 (4,850)	464,1 (7,128)
	Tangencial (kgf/cm ²)	333,3 (2,939)	575,1 (16,40)

*Coeficiente de variação (%).

Ao comparar-se os valores médios de Módulo de ruptura (resistência) – MOR e Módulo de elasticidade (rigidez) – MOE obtidos no teor de umidade verde, observa-se grande aumento dos seus valores médios com os resultados da madeira à 12% de umidade, o que evidencia a grande influência da umidade nestas propriedades.

Segundo Oliveira (2007), a secagem da madeira otimiza as suas propriedades mecânicas da madeira, podendo uma madeira com 12% de umidade possuir o dobro da resistência daquela verde. Portanto o acréscimo no MOR e MOE da madeira de plátano causado pela à secagem é normal e desejável.

Para a madeira de plátano, com densidade básica de 0,46g/cm³, o FPL (2010) encontrou valor médio para MOR igual a 450 e 690, e para MOE valor médio igual a 73.000 e 98.000, na umidade verde e a 12%, respectivamente. O aumento na resistência mecânica a 12% de umidade em relação ao estado verde para a madeira de plátano, com 8 anos de idade, estão na Tabela 9.

Tabela 9 – Acréscimo na resistência mecânica a 12% de umidade em relação ao estado verde da madeira de *Platanus* sp.

Propriedades mecânicas		Acréscimo (%)
Flexão estática	MOR (kgf/cm ²)	119,71
	MOE (kgf/cm ²)	44,88
Compressão axial	Tensão de compressão (kgf/cm ²)	96,19
Dureza	Paralela às fibras (kgf/cm ²)	126,46
	Radial (kgf/cm ²)	27,75
	Tangencial (kgf/cm ²)	72,55

Observa-se na Tabela 9, que houve grande influência da umidade na resistência, e algumas propriedades como MOR e dureza paralela às fibras apresentaram mais que o dobro da resistência daquela verde, com aumento de 119,71 e 126,46% respectivamente.

Para a resistência a compressão paralela às fibras ou axial, observa-se na Tabela 8, valor médio na umidade verde e a 12% igual a 289 e 567 kgf/cm², respectivamente. FPL (2010) encontrou valores próximos para a madeira de plátano, com densidade básica de 0,46g/cm³, de resistência a compressão paralela na umidade verde e a 12%, igual a 201 e 371 kgf/cm², respectivamente.

Com relação à resistência ao cisalhamento, nota-se que o valor médio obtido para a madeira na umidade verde foi igual a 86,45 kgf/cm². Valores inferiores foram encontrados pelo FPL (2010), que determinou para a resistência ao cisalhamento de plátano na umidade verde valor médio de 69 kgf/cm².

Os valores médios para dureza Janka, na direção paralela às fibras, radial e tangencial, no teor de umidade verde e a 12% foram de 316,3 e 716,3 kgf/cm², 363,3 e 464,1 kgf/cm², 333,3 e 575,1 kgf/cm², respectivamente. Estes resultados são superiores aos obtidos pelo FPL (2010), para o teor de umidade verde e a 12% , que obteve dureza para a madeira de plátano, com densidade básica de 0,49g/cm³, de 270 e 340 kgf/cm², respectivamente.

4.4. Durabilidade natural da madeira

4.4.1. Ensaio de apodrecimento acelerado em laboratório

Na Tabela 10 encontram-se os valores médios para a perda de massa (%) causada pelo fungo *Postia placenta* na madeira de *Platanus* sp. provenientes de um plantio localizado no Município de Guaçuí, Espírito Santo e de *Pinus* sp. utilizadas como padrão de comparação.

Tabela 10 – Perda de massa (%) da madeira de *Platanus* sp. e *Pinus* sp.

	<i>Platanus</i> sp.	<i>Pinus</i> sp.
Perda de massa (%)	37,79 (56,25)	48,93 (13,34)

*Coeficiente de variação.

A madeira de *Platanus* sp., obteve perda de 37,79% de sua massa, sendo classificada como de resistência moderada a fungos xilófagos, enquanto o *Pinus* sp. foi não-resistente ao ataque, e perdeu 48,93% de massa. Portanto, a madeira de *Platanus* sp. possui melhor resistência ao ataque de fungos xilófagos quando comparada com o *Pinus* sp.

4.4.2. Ensaio de alimentação forçada aos cupins *Nasutitermes* sp

Na Tabela 11, encontram-se os valores médios para a perda de massa (%), desgaste, mortalidade (%) e tempo para a morte dos cupins (dias) no ensaio de alimentação forçada provocadas pelos cupins *Nasutitermes* sp. na madeira de *Platanus* sp. provenientes de um plantio localizado no Município de Guaçuí, Espírito Santo e de *Pinus* sp. utilizadas como padrão de comparação.

Tabela 11 – Perda de massa (%), desgaste, mortalidade (%) e tempo (dias) para a morte dos cupins para as madeira de *Platanus* sp. e *Pinus* sp.

	<i>Platanus</i> sp.	<i>Pinus</i> sp.
Perda de massa (%)	23,37 (1,67) (7,13)	4,70 (0,93) (19,78)
Desgaste (Nota)	3,73 (0,86) (22,97)	9,19 (0,26) (2,85)
Mortalidade (%)	40	100
Tempo (dias)	28	17

*Coeficiente de variação.

Ao analisar os dados da Tabela 11, nota-se que a madeira de *Platanus* sp. apresentou valores muito maiores para perda de massa, em relação ao *Pinus* sp., que praticamente não foi atacado. Já para o desgaste, notas menores indicam maiores ataques na madeira, o que condiz, de modo geral, com os valores de perda de massa. A madeira de *Platanus* sp. obteve nota média de 3,73, havendo ataque intenso (Figura 11), enquanto o *Pinus* sp. obteve nota média de 9,19 e ataque superficial.

Para a madeira de *Pinus* sp., no decorrer de 17 dias, todos os indivíduos haviam morrido, ou seja, mortalidade total, enquanto no *Platanus* sp., mesmo após decorridos os 28 dias, apenas 40% dos indivíduos morreram, ou seja, taxa de mortalidade moderada.



Figura 11 – Corpos de prova da madeira de *Platanus* sp. atacados após ensaio de alimentação forçada aos cupins *Nasutitermes* sp.

5. CONCLUSÕES

- Ao determinar as características anatômicas da madeira de *Platanus* sp., provenientes de um plantio localizado no Município de Guaçuí – ES, com idade de oito anos, constatou-se numerosa frequência vascular de pequeno diâmetro tangencial, raios heterocelulares com pouca frequência, e fibras libriformes longas de paredes delgadas a espessas.
- As árvores possuem pequena variação na densidade básica da madeira, tanto no sentido longitudinal quanto radial, o que leva a inferir uma homogeneidade da madeira e presença única de formação de madeira juvenil.
- Quanto às propriedades físicas da madeira, constatou-se que a mesma possui massa específica aparente média, estabilidade dimensional baixa, com altos valores de contração volumétrica, portanto, poderá ser utilizada em usos não estruturais, em aplicações onde a estabilidade dimensional não seja importante.
- A umidade teve grande influência nos valores médios de resistência mecânica, ao comparar os resultados da madeira de *Platanus* sp., verde e a 12% de umidade em função da porcentagem de acréscimo na resistência.
- A madeira de *Platanus* sp. não possui resistência ao fungo *Postia placenta* e ao cupim subterrâneo *Nasutitermes* sp.
- Ao avaliar as propriedades da madeira de *Platanus* sp., acredita-se que esta madeira pode ser utilizada para produção de celulose e papel, por apresentar densidade média e características como fibras de comprimento longo e de paredes delgadas a espessa, porém, é preciso uma avaliação das propriedades químicas desta madeira para esta indicação.
- Com relação ao uso da madeira de *Platanus* sp. para móveis, conforme indicado nas literaturas, verifica-se que a madeira do presente estudo, é formada por lenho juvenil, e apesar de apresentar características interessantes para este uso, como textura fina e coloração clara, possui baixa estabilidade dimensional, portanto, para este uso, seria indicado madeiras com idades mais avançadas.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGEFLOR – Associação Gaúcha de Empresas Florestais. Notícias. Plátano. Disponível em <<http://www.ageflor.com.br/platano.php>>. Acesso em: 23 mai. 2012.

AKE, S.; GRILLET, L.; LAMBERT, C. Plane trees (*Platanus* spp.). In: BAJAJ, Y. P. S. **Biotechnology in agriculture and forestry**. Berlin: Springer Verlag, 1991 (Trees III). p.191 - 209. V. 16.

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS- **ASTM D 2017**. Standard method of accelerated laboratory test of natural decay resistance of woods. Annual Book of ASTM Standard. Philadelphia, v. 0410. 2005a.

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. **ASTM D - 1413**: standard test method for wood preservatives by laboratory soil-block cultures. Philadelphia, 2005b. 7 p.

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. **ASTM D - 3345**: standard method for laboratory evaluation of wood and other cellulosic materials for resistance to termite. Philadelphia, 2005c. 3 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT MB 26: **Ensaio físicos e mecânicos da madeira**. Rio de Janeiro, 1940. 16p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT NBR7190: **Projeto de estruturas de madeira**. Projeto de Revisão NBR7190. Rio de Janeiro, 1997. 60p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PRODUTORES DE FLORESTAS PLANTADAS – ABRAF. **Anuário estatístico da ABRAF 2012 ano base 2011**. Brasília, DF. 149p, 2012. Disponível em: <<http://www.abraflor.org.br/estatisticas/ABRAF12/ABRAF12-BR.pdf>>. Acesso em: 21 jul. 2012.

CADEMARTORI, P.H.G.; GATTO, D.A.; ARALDI, D.B.; STANGERLIN, D.M.; MELO, R.R.; BELTRAME, R. **Determinação das propriedades físicas e mecânicas da madeira de *Prunus sellowii* Koehne**. XVII CIC e X ENPOS, 2008.

CARPANEZZI A. A.; NEVES E. J. M.; AGUIAR A. V.; SOUSA V. A. **Espécies lenhosas alternativas para fins econômicos no Paraná**. I Seminário de Atualização Florestal e XI Semana de Estudos Florestais. Colombo, 2010.

CHIMELO, J. Anatomia e propriedades gerais da madeira. In: OLIVEIRA, J. T. S.; FIEDLER, N. C.; NOGUEIRA, M. **Tecnologias aplicadas ao setor madeireiro**. Jerônimo Monteiro: Suprema Gráfica e Editora, 2007. p. 107-124.

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

COSTA, A. **Anatomia da madeira**. Coletâneas de Anatomia da Madeira. 2001. Disponível em: <http://www.joinville.udesc.br/sbs/.../APOSTILANATOMIA1.pdf>. Acesso em: 16 mai. 2012.

FOREST PRODUCTS LABORATORY – LPF. **Wood handbook: wood as an engineering material**. General Technical Report FPL-GTR-190. Madison, Wisconsin: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Forest Products Laboratory. ed. 100, 508 p. 2010.

GATTO, D. A.; HASELEIN, C. R.; BULIGON, E. A.; CALEGARI, L.; STANGERLIN, D. M.; OLIVEIRA, L. S. Estimativa da idade de segregação do lenho juvenil e adulto para *Platanus acerifolia* (Ait.) Willd. **Cerne**. Lavras, v. 13, n. 4, p. 393-398, 2007.

GESUALDO, F. A. R. **Estruturas de madeira**. Notas de aula, Uberlândia. UFU, 2003.

GONÇALVES, S. G.; OLIVEIRA, J. T. S.; LUCIA, R. M. D.; SARTÓRIO M. D. Estudo de algumas propriedades mecânicas da madeira de um híbrido clonal de *Eucalyptus urophylla* X *Eucalyptus grandis*. **Revista Árvore**, Viçosa. v.33, n.3, 2009.

HOPPE, J. M. **Biomassa e nutrientes em *Platanus x acerifolia* (Aiton) Willd. estabelecido no município de Dom feliciano – RS**. Tese. 143p. Santa Maria. UFSM, 2003.

INSTITUTO DE PESQUISAS E ESTUDOS FLORESTAIS – IPEF. **Estudo das interrelações entre massa específica, retratibilidade e umidade da madeira do *Pinus caribaea* var. *hondurensis* aos 8 anos de idade**. Consultas online. Botucatu, SP. 1995. Disponível em: <http://www.ipef.br/publicacoes/scientia/nr48-49/cap14.pdf>. Acesso em: 22 maio 2012.

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS – IPT. **Madeira: o que é e como pode ser processada e utilizada**. Boletim Técnico. Associação Brasileira de Preservadores de Madeira: São Paulo. n.36, 189p, 1985.

INTERNATIONAL ASSOCIATION OF WOOD ANATOMISTS – IAWA COMMITTEE. List of microscopic features for hardwood identification, with an appendix on non-anatomical information. IAWA Bulletin, Leiden, v. 10, n. 3, p. 219 – 332, 2007.

KLITZKE, R. J. Secagem da madeira. In: OLIVEIRA, J. T. S.; FIEDLER, N. C.; NOGUEIRA, M. **Tecnologias aplicadas ao setor madeireiro**. Jerônimo Monteiro: Suprema Gráfica e Editora, p. 271-341. 2007.

KLOCK, U.; MUÑIZ, G. I. B.; HERNANDEZ, J. A.; ANDRADE, A. S. **Química da madeira**. ed. 3. Universidade Federal do Paraná: Curitiba. 81p. 2005. Disponível em:

<<http://www.madeira.ufpr.br/disciplinasklock/quimicadamadeira/quimicadamadeira.pdf>>. Acesso em 29 maio de 2012.

LAMBERT DIAS, R.; FRANCO, E.; DIAS, C. Enraizamento de estacas de diferentes diâmetros em *Platanus acerifolia* (Aiton) Willdenow. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 9, n. 2, p. 127-136, 1999.

LIMA JUNIOR, D. L.; PIRES, A. M.; MORAES, A. P.; PEIXOTO, E. J. S.; SILVA JUNIOR, C. A. O. Madeira de lei. Universidade do Amazonas – UNAMA. 27p. 2008. Disponível em: <http://www.ebah.com.br/madeira-de-lei-pdf-a14501.html>. Acesso em: 29 maio de 2012.

LOBÃO, M. S.; LÚCIA, R. M. D.; MOREIRA, M. S. S.; GOMES, A. Caracterização das propriedades físico-mecânicas da madeira de eucalipto com diferentes densidades. **Revista Árvore**, Viçosa. v.28, n.6, p.889-894, 2004.

LORENZI, H.; SOUZA, H. M. de; TORRES, M. A. V.; BACHER, L. B. Árvores exóticas no Brasil: madeiras, ornamentais e aromáticas. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2003. 312 p.

MANTILLA CARRASCO, E. V.; BREMER, C. F. **Apostila de construções em madeira**. Universidade Federal do Espírito Santo, versão 01-2009.

MATTOS, P. P. **Características da madeira de *Populus* sp. e *Platanus* sp.** Comunicado técnico. Embrapa. n.52, p.1-3. 2001.

MORESCHI, J. C. **Propriedades da madeira**. Ministério da Educação e do Desporto. Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná. Curitiba: Departamento de Engenharia e Tecnologia Florestal. 175p. 2010.

MUNSEL, A.H. Munsel book of color: defining, explaining and illustrating the fundamental characteristics of color. **Munsel Color Company**. Baltimore, 1957.

OKINO, E. Y. A.; ALVES, M. V. S.; TEIXEIRA, D. E.; SOUZA, M. R.; SANTANA, M. A. E.; MENEZZI, C. H. S. D. Ensaio acelerado de laboratório de chapas OSB de seringueira submetidas ao ataque de fungos apodrecedores. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 19, n. 3, p. 333-341, 2009.

OLIVEIRA, J. T. S. Propriedades físicas e mecânicas da madeira. In: OLIVEIRA, J. T. S.; FIEDLER, N. C.; NOGUEIRA, M. **Tecnologias aplicadas ao setor madeireiro**. Jerônimo Monteiro: Suprema Gráfica e Editora. P. 129-163, 2007.

OLIVEIRA, J. T. S.; HELLMEISTER, J. C.; TOMAZELLO FILHO, M. Variação do teor de umidade e da densidade básica na madeira de sete espécies de eucalipto. **Revista Árvore**, Viçosa, v.29, n.1, p.115-127, 2005.

OLIVEIRA, J. T. S.; SOUZA, L. C.; DELLA LUCIA, R. M.; SOUZA JUNIOR, W. P. Influência dos extrativos na resistência ao apodrecimento de seis espécies de madeira. **Revista Árvore**. v.29, n.5, p. 819-826, 2005.

OLIVEIRA, J. T. S.; TOMAZELLO FILHO, M.; FIEDLER, N. C. Avaliação da retratibilidade da madeira de sete espécies de *Eucalyptus*. **Revista Árvore**, Viçosa, v.34, n.5, p.929-936, 2010.

PAES, J. B. Efeitos da purificação e do enriquecimento do creosoto vegetal em suas propriedades preservativas. Viçosa: UFV, 1997. 147p. Tese (Doutorado em Ciências Florestais). Universidade Federal de Viçosa, 1997.

PAES, J. B.; MORAIS, V. M.; LIMA, C. R. Resistência natural de nove madeiras do semi-árido brasileiro a fungos xilófagos em condições de laboratório. **Revista árvore**. Viçosa, v.28, n.2, p.275-282, 2004.

PAES, J.B. MELO, R. R.; LIMA, C. R.; OLIVEIRA, E. Resistência natural de sete madeiras ao cupim subterrâneo (*Nasutitermes corniger* Motsch.) em ensaio de preferência alimentar. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**. Recife, v. 2, n. 1, p. 57-62, Jan./Mar. 2007.

RAMALHO, R.S. **O Uso de macerado no estudo anatômico de madeira**. Viçosa, MG: UFV, 1987.4p.

REVERENDO, L. *Platanus x hispanica* Mill. ex Munchh. Árvores da Escola Secundária Nº1 de Aveiro, 2000. Disponível em <http://www.prof2000.pt/users/isaura_r/platano1.htm> . Acesso em: 29 maio de 2012.

REVISTA DA MADEIRA – REMADE. Notas. **Revista da madeira**, ed. 65. 2002.

RIBEIRO, F. A.; ZANI FILHO, J. Variação da densidade básica da madeira em espécies/procedências de *Eucalyptus* sp. IPEF, n.46, p.76-85, jan./dez.1993.

SOUSA, L. C. **Caracterização da madeira de tração em *Eucalyptus grandis* e sua influência na produção de polpa celulósica**. Tese. 77p. Viçosa. UFV, 2004.

SZÜCS, C. A.; TEREZO, R. F.; VALLE, A.; MORAES, P. D. **Estruturas de madeira**. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis. 2006. 186p.

WIKIPÉDIA. **Guaçu**. Disponível em: <<http://pt.wikipedia.org/wiki/Gua%C3%A7u>>. Acesso em: 22 jul. 2012.

ZENID, G. J. Comercialização da madeira no Brasil: a importância da correta identificação das espécies. In: OLIVEIRA, J. T. S.; FIEDLER, N. C.; NOGUEIRA, M. **Tecnologias aplicadas ao setor madeireiro, III**. Jerônimo Monteiro: Suprema Gráfica e Editora, p. 73 – 97, 2008.

ZENID, G. J.; CECCANTINI G. C. T. **Identificação macroscópica de madeiras**. Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo – IPT, São Paulo, 2007.