

**Universidade de São Paulo
Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”**

**Caracterização tecnológica da madeira de *Corymbia maculata*,
Eucalyptus cloeziana e *E. resinifera* para a aplicação no design de
Produtos de Maior Valor Agregado (PMVA)**

Marta Karina Leite

Tese apresentada para obtenção do título de
Doutora em Ciências, Programa: Recursos
Florestais. Opção em: Tecnologia de Produtos
Florestais

**Piracicaba
2014**

Marta Karina Leite
Desenhista Industrial

Caracterização tecnológica da madeira de *Corymbia maculata*, *Eucalyptus cloeziana* e *E. resinifera* para a aplicação no design de Produtos de Maior Valor Agregado (PMVA)

versão revisada de acordo com a resolução CoPGr 6018 de 2011

Orientador:
Prof. Dr. **MARIO TOMAZELLO FILHO**

Tese apresentada para obtenção do título de Doutora em Ciências, Programa: Recursos Florestais. Opção em: Tecnologia de Produtos Florestais

Piracicaba
2014

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
DIVISÃO DE BIBLIOTECA - DIBD/ESALQ/USP**

Leite, Marta Karina

Caracterização tecnológica da madeira de *Corymbia maculata*, *Eucalyptus cloeziana* e *E. resinifera* para a aplicação no design de Produtos de Maior Valor Agregado (PMVA) / Marta Karina Leite.- - versão revisada de acordo com a resolução CoPGr 6018 de 2011.- - Piracicaba, 2014.
135 p: il.

Tese (Doutorado) - - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", 2014.

1. Caracterização tecnológica 2. PMVA 3. *Corymbia maculata* 4. *Eucalyptus cloeziana*
5. *Eucalyptus resinifera* I. Título

CDD 674.8
L533c

"Permitida a cópia total ou parcial deste documento, desde que citada a fonte -O autor"

Dedico

Em especial à minha mãe, Agda, que sempre acreditou que eu terminaria mais esta importante etapa, com carinho ao meu pai, Josimar, e meus irmãos, Rafaela, Kátia e Júnior, que sempre compreenderam minha distância.

E, com grande afeto, ao meu grande companheiro, Ugo Leandro, que me apoiou e incentivou neste percurso.

AGRADECIMENTOS

De maneira especial agradeço, primeiramente, à *Deus* que iluminou meu caminho tornando-o sempre possível, transformando as dificuldades em importantes competições contra o tempo.

À minha família que, com imenso afeto, sempre me apoiou, neste e em tantos outros desafios, me orientando continuamente à honestidade e à integridade.

Ao meu querido orientador, *Mario Tomazello Filho*, que foi além da orientação, sendo também um amigo, aberto às conversas e boas sugestões.

Aos técnicos de laboratório - *Maria Aparecida R. Bermudez, Aparecido Candido Siqueira, Luis Eduardo Facco, Alex Canale, Udemilson Luís Ceribelli, Sidney Antonio Theodoro (Sid) e Jefferson Lordello Polizel* -, aos técnicos da serralha – *Giuliano de Pádua e Silva (Juquinha), Emilio Villa Nova Neto, Anderson Jose de Almeida (Branco), Luiz Adão Renosto (Palhinha)* -, às secretárias *Giovana Maria de Oliveira e Margarete Aparecida Zandoná Pinese*, à equipe da Fazenda Experimental de Anhembi – Engenheiro *João Carlos Teixeira Mendes*, aos técnicos *Carlos Eduardo Costa Maria, Antonio Carlos Pedrozo, José Valdir Furtado da Silva e Sidney Felix de Souza* – entre tantos outros, que foram tão importantes no andamento deste trabalho.

Aos professores, que direta ou indiretamente me auxiliaram nesta importante etapa, *José Luis Penetra Cerveira Lousada* da UTAD/Portugal com análise e entendimento estatístico, *Adriano Wagner Ballarin* da UNESP/Botucatu e *Marcio Augusto Rabelo Nahuz* do IPT-SP, com importantes colaborações fornecidas durante o exame de qualificação, *José Carlos Plácido da Silva e Luis Carlos Paschoarelli*, ambos da UNESP/Bauru, pelo incentivo à pesquisa, *Gilles Chaix* do CIRAD/França, *Ivaldo Pontes Jankowski, José Nivaldo Garcia e Geraldo Bortoletto Júnior*, todos da USP/ESALQ, por proporcionarem conhecimento e auxílio técnico e *Holmer Savastano Junior* da USP/FZEA pelo interesse e colaboração final.

À empresa de pisos *IndusParquet*, bem como sua equipe de funcionários, em especial ao *Sr. Roberto, Sr. Simão* e ao jovem *Evandro*, que nos auxiliaram com o mais completo zelo e dedicação.

Aos estimados amigos de laboratório, especialmente ao, *Ugo Leandro Belini, Matheus Peres Chagas, Mariana Pires Franco, Ivanka Rosada de Oliveira, Priscila*

Garcia Geroto, Alejandro Danilo Venegas González, Claudio Anholetto, Saly Takeshita, Paula Gabriella Surdi, Marcos Arizapana, Angel Thiane Boschiero Ferreira, Moisés Lobão, entre tantos outros, pelos momentos juntos e pelas trocas de informações e incentivos. Bem como aos estagiários – *Dominique Miyashiro Arce, Leticia Oliveira Cobello e Tatiane Antunes da Silva* – pelo empenho e interesse ao atuar no projeto.

À *Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES)*, pelo apoio financeiro do Programa CAPES-Demanda Social, fornecendo a bolsa de doutorado.

À Universidade de São Paulo, com foco à Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, que me proporcionou esta importante oportunidade, satisfazendo minhas expectativas diante à pesquisa.

E a todos aqueles que, de alguma forma, contribuíram para que esta etapa ficasse mais branda.

*“A felicidade não se resume na
ausência de problemas, mas sim na
sua capacidade de lidar com eles”.*

Albert Einstein

SUMÁRIO

RESUMO.....	13
ABSTRACT	15
LISTA DE FIGURAS	17
LISTA DE TABELAS	19
LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS	23
LISTA DE SÍMBOLOS E UNIDADES.....	25
1 INTRODUÇÃO	27
2 OBJETIVOS	31
2.1 Objetivo Geral	31
2.2 Objetivos Específicos	31
3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	33
3.1 A madeira.....	33
3.2 A madeira de reflorestamento como matéria prima.....	33
3.3 A aplicação da madeira de reflorestamento em PMVA.....	37
3.3.1 A utilização da madeira pelas indústrias de PMVA com foco para móveis, pisos, molduras e esquadrias.....	40
3.3.1.1 Móveis.....	41
3.3.1.2 Pisos e revestimentos em madeira	43
3.3.1.3 Molduras.....	45
3.3.1.4 Portas e esquadrias.....	46
3.4 Os gêneros <i>Corymbia</i> e <i>Eucalyptus</i>	46
3.4.1 As espécies <i>Corymbia maculata</i> , <i>Eucalyptus cloeziana</i> e <i>E. resinifera</i>	48
3.4.1.1 <i>Corymbia maculata</i>	48
3.4.1.2 <i>Eucalyptus cloeziana</i>	48
3.4.1.3 <i>Eucalyptus resinifera</i>	49
3.5 Características tecnológicas da madeira importantes para PMVA.....	50
3.5.1 Propriedade organoléptica ou sensorial da madeira	51
3.5.1.1 Cor da madeira.....	51
3.5.2 Propriedades físicas da madeira	52
3.5.2.1 Densidade básica da madeira	53
3.5.2.3 Umidade da madeira	53
3.5.2.4 Variação dimensional da madeira	54

3.5.3 Características anatômicas da madeira.....	55
3.5.4 Propriedades mecânicas da madeira.....	56
3.5.4.1 Flexão estática da madeira.....	56
3.5.4.1.1 Módulo de Ruptura (MOR) da madeira.....	57
3.5.4.1.2 Módulo de Elasticidade (MOE) da madeira.....	57
3.5.4.2 Cisalhamento da madeira.....	58
3.5.4.3 Compressão da madeira.....	58
3.5.5 Qualidade da superfície usinada da madeira.....	58
4 MATERIAL E MÉTODOS.....	61
4.1 Planejamento experimental.....	61
4.2 Caracterização do local.....	62
4.3 Seleção das espécies e das árvores.....	62
4.4 Corte das árvores de <i>Corymbia</i> e de <i>Eucalyptus</i>	64
4.5 Desdobro.....	65
4.5.1 Desdobro dos discos e das toras das árvores de <i>Corymbia</i> e <i>Eucalyptus</i>	65
4.6 Propriedades organolépticas da madeira das árvores de <i>Corymbia</i> e <i>Eucalyptus</i>	68
4.7 Propriedades físicas da madeira das árvores de <i>Corymbia</i> e <i>Eucalyptus</i>	69
4.8 Caracterização anatômica da madeira das árvores de <i>Corymbia</i> e <i>Eucalyptus</i>	71
4.9 Propriedades mecânicas da madeira das árvores de <i>Corymbia</i> e <i>Eucalyptus</i>	73
4.10 Qualidade da superfície usinada da madeira das árvores de <i>Corymbia</i> e <i>Eucalyptus</i> , com a aplicação de verniz.....	76
4.11 Análise dos resultados.....	81
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	83
5.1 Propriedades organolépticas da madeira das árvores de <i>Corymbia</i> e <i>Eucalyptus</i> .- cor da madeira.....	83
5.2 Propriedades físicas da madeira das árvores de <i>Corymbia</i> e <i>Eucalyptus</i>	85
5.2.1 Densidade básica da madeira.....	85
5.2.1 Umidade da madeira.....	86
5.2.2 Variação dimensional volumétrica da madeira.....	88
5.3 Anatomia da madeira.....	90
5.3.1 Comprimento das fibras.....	90

5.3.2 Diâmetro do lume das fibras.....	91
5.3.3 Espessura da parede das fibras.....	93
5.3.4 Frequência de vasos.....	94
5.4 Propriedades mecânicas da madeira.....	96
5.4.1 Flexão estática da madeira.....	96
5.4.2 Compressão paralela da madeira - avaliação a resistência e elasticidade.....	97
5.4.3 Tração perpendicular da madeira - avaliação da resistência.....	99
5.4.4 Cisalhamento da madeira - avaliação da resistência.....	99
5.4.5 Dureza Janka - avaliação da dureza da madeira.....	100
5.5 Qualidade da superfície usinada da madeira das árvores de <i>Corymbia</i> e <i>Eucalyptus</i> , com a aplicação de verniz.....	102
5.5.1 Rugosidade na superfície da madeira.....	102
5.5.2 Resistência da madeira ao impacto por esfera.....	103
5.5.3 Resistência da madeira à abrasão.....	104
5.5.4 Aderência da madeira ao filme de acabamento.....	105
5.5.5 Resistência da madeira ao risco no filme de acabamento.....	106
5.5.6 Resistência da madeira às manchas.....	107
6 CONCLUSÕES.....	111
7 RECOMENDAÇÕES.....	113
REFERÊNCIAS.....	115
GLOSSÁRIO.....	131

RESUMO

Caracterização tecnológica da madeira de *Corymbia maculata*, *Eucalyptus cloeziana* e *E. resinifera* para a aplicação no design de Produtos de Maior Valor Agregado (PMVA)

As áreas de plantações florestais existentes no país são insuficientes para o atendimento da demanda por madeira nos mais diversos segmentos, sendo que, para a indústria de produtos de maior valor agregado (PMVA) e construção civil, de modo geral, a madeira é, em geral, procedente da exploração não sustentável das florestas naturais. O uso da madeira de reflorestamento é uma possível alternativa de disponibilização de madeira de qualidade, adequada aos requisitos tecnológicos dos PMVA, sem colocar em risco de extinção as espécies nativas. Neste contexto, o presente trabalho teve como principal objetivo caracterizar tecnologicamente madeira de três espécies exóticas com boa possibilidade de reflorestamento na região sudeste do país, sendo elas, de *Corymbia maculata*, *Eucalyptus cloeziana* e *E. resinifera*, para aplicação da madeira no design de PMVA. Os ensaios laboratoriais compreenderam em caracterizar a madeira quanto suas propriedades (i) organolépticas - cor; (ii) físicas – densidade básica, umidade e variação dimensional volumétrica; (iii) anatômicas – frequência de vasos, diâmetro de lume, espessura de parede da fibra e comprimento de fibras; (iv) mecânicas – MOR e MOE para flexão estática e compressão paralela, resistência à tração normal e cisalhamento e dureza Janka, além de (v) qualidade de superfície com acabamento em filme – rugosidade, resistência do filme ao impacto, ao risco, à abrasão e à mancha. Os resultados de avaliação da cor indicaram diferença de tonalidade e cor entre as espécies. A avaliação física indicou uma semelhança na densidade básica das madeiras das espécies analisadas, de médio a baixo teor de umidade e variação dimensional favorável para aplicação em PMVA. Na caracterização das propriedades mecânicas os resultados de MOR e MOE foram similares às madeiras consideradas nobres e utilizadas em PMVA. Nos ensaios de qualidade de superfície, os resultados encontrados para rugosidade foram bastante satisfatórios, compreendendo às classes N5 a N9 da NBR 8404/1984, com alta possibilidade de aplicação em produtos que requerem boa qualidade de superfície. Os resultados permitem concluir que as três espécies estudadas tem alto potencial para aplicação no design em PMVA.

Palavras-chave: Caracterização tecnológica; PMVA; *Corymbia maculata*; *Eucalyptus cloeziana*; *Eucalyptus resinifera*

ABSTRACT

Technological characterization of wood *Corymbia maculata*, *Eucalyptus cloeziana* and *E. resinifera* for application in the design of High Value Added Products (HVAP)

The areas of forest plantations in the country are insufficient to meet the demand for wood in various segments, how to the industry of Products with Higher Added Value (HVAP) and construction, generally, the wood is, coming from unsustainable exploitation of natural forests. The use of wood from reforestation is a possible alternative for the provision of quality wood suitable to the technological requirements of PMVA without putting endangered native species. In this context, the present study aimed to characterize technologically three wooden exotic species with good potential for reforestation in the southeast of the country, being, *Corymbia maculata*, *Eucalyptus cloeziana* and *E. resinifera* for application the wood to design HVAP. The laboratory tests are understood in timber characteristics how in this properties (i) organoleptic properties - color, (ii) physical - Basic density , moisture content and volumetric dimensional variation, and (iii) anatomical - frequency vessel, lumen diameter , wall thickness of the fiber and fiber length, (iv) mechanical - MOR and MOE for bending and compression tests, tensile normal and shear and Janka hardness, and (v) quality of surface finish film - roughness , film resistance to impact, to risk, to abrasion and stain. The color evaluation results showed a difference the tone and color among species. The physical evaluation indicated a similarity in the basic density of wood species analyzed, medium to low moisture content and dimensional variation favorable for application in HVAP. The characterization of the mechanical properties of the MOR and MOE results were similar to those considered noble woods and used in HVAP. In tests if surface quality, the results were quite satisfactory for roughness, comprising rating N5 to N9 NBR 8404/1984, with a high possibility of application in products that require good surface quality. The results indicate that the three species has high potential for application to design HVAP.

Keywords: Technological characterization; HVAP; *Corymbia maculata*; *Eucalyptus cloeziana*; *Eucalyptus resinifera*

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1 - Fluxograma do planejamento experimental (elaborado pela autora)61
- Figura 2 - Classificação climática de Köppen-Geiger para o Brasil e estado de São Paulo (Fonte: Peel et al., 2007, adap. de Cardoso, 2013, readaptado pela autora).....62
- Figura 3 - Árvores de *Corymbia maculata* (A e C), de *Eucalyptus cloeziana* (B e D) e de *E. resinifera* (E): aspectos gerais da sua copa, casca e do tronco63
- Figura 4 - Corte das árvores de *Corymbia* e de *Eucalyptus* com a amostragem dos discos e segmento das toras de lenho; (A) seccionamento do tronco; (B) identificação na casca e na seção transversal64
- Figura 5 - Seção transversal dos discos de lenho das árvores de *Eucalyptus cloeziana* (A) e *E. resinifera* (B) e demarcação das amostras diamétricas; (C) demarcação das amostras radiais na seção transversal e do corpo de prova de madeira para a caracterização anatômica.....65
- Figura 6 - Tora do tronco de árvore fixada no carro da serra fita e seu desdobro em pranchões de madeira (A); pranchões de madeira provenientes do desdobro de tora (B).....66
- Figura 7 - Vigas de madeira armazenadas para a redução da umidade e alívio de tensões (A), caibros selecionados para confecção dos corpos de prova de madeira (B), corpos de prova de madeira (C, D).....67
- Figura 8 - Sistema CIELAB 1976 na avaliação da cor da madeira das árvores de *Corymbia* e de *Eucalyptus* (Fonte: adaptado de GONÇALEZ et al., 2001)68
- Figura 9 - Leitura de espectros da madeira de *Corymbia maculata* com espectrofotômetro.....69
- Figura 10 - Caracterização anatômica da madeira das árvores de *Corymbia* e *Eucalyptus*. (B) corpos de provas de madeira para a confecção de lâmina histológica e maceração; (A, C e D) processo de maceração, com as amostras de madeira em tubos de ensaio e lâmina de material macerado; (E e F) imagem de fibra para mensuração do comprimento e imagem dos vasos pelo plano tangencial72

Figura 11 - Corpos de prova de madeira estabilizados (A) e ensaio de flexão estática da madeira (B)	73
Figura 12 - Sequência do ensaio de compressão paralela: (A,B) corpo de prova de madeira e seu posicionamento do extensômetro, (C,D) corpo de prova de madeira posicionado e após o ensaio com a dinâmica da fratura	74
Figura 13 - Corpos de prova de madeira (A) ensaio de tração perpendicular do corpo de prova no início e no momento do seu rompimento (B,C) e corpo de prova de madeira rompido (D)	74
Figura 14 - Corpos de prova de madeira estabilizados e preparados para ensaio de cisalhamento (A, B), posicionamento do corpo de prova de madeira no dispositivo, no momento e após o ensaio de cisalhamento sem rompimento total (C, D, E, F) e após o rompimento total (G, H e I)	75
Figura 15 - Ensaio de Dureza Janka: corpo de prova de madeira em seção longitudinal (A, B); e transversal (C)	76
Figura 16 - Indústria de Pisos IndusParquet (A); estufa de secagem industrial de madeira; (B); linha de inspeção do piso de madeira pronto (C) (Fonte: www.Indusparquet.com.br)	77
Figura 17 - Ensaio de corpo de prova de madeira com equipamento rugosímetro ..	78
Figura 18 - Ensaio de impacto do corpo de prova de madeira (A), corpo de prova de madeira posicionado para execução do ensaio (B) (Foto: SILVA, T.A., 2013).....	78
Figura 19 - Sistema rotativo empregado para o ensaio de abrasão de corpo de prova de madeira e modelo de equipamento utilizado na realização dos ensaios (Fonte: taberindustries.com)	79
Figura 20 - Ensaio de aderência do filme na superfície da madeira de <i>E. cloeziana</i>	79
Figura 21 - Ensaio de resistência ao risco no filme na superfície da madeira de <i>E. cloeziana</i> (A) e <i>C. maculata</i> (B)	80
Figura 22 - Corpo de prova de madeira com camada de isolante e de selador evidenciando manchas na sua superfície causadas pela água (A), vinagre (B) e mostarda (C)	81
Figura 23 - Cores bases da madeira de <i>C. maculata</i> (A), <i>E. cloeziana</i> (B), <i>E.resinifera</i> (C) (Fonte: adaptação da saída do software "On Color").....	84

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Médias colorimétricas baseadas no sistema CIELAB obtidas para a madeira de <i>Corymbia maculata</i> , <i>Eucalyptus cloeziana</i> e <i>E. resinifera</i>	84
Tabela 2 - Densidade básica média da madeira de árvores de <i>C. maculata</i> , <i>E. cloeziana</i> e <i>E. resinifera</i> na direção longitudinal do tronco (kg/m ³)	86
Tabela 3 - Densidade básica média da madeira de árvores de <i>C. maculata</i> , <i>E. cloeziana</i> e <i>E. resinifera</i> na direção radial do tronco (kg/m ³).....	86
Tabela 4 - Teor médio de umidade da madeira de árvores de <i>C. maculata</i> , <i>E. cloeziana</i> e <i>E. resinifera</i> na direção longitudinal do tronco (%)	87
Tabela 5 - Teor de umidade da madeira de árvores de <i>C. maculata</i> , <i>E. cloeziana</i> e <i>E. resinifera</i> na direção radial do lenho do tronco (%)	88
Tabela 6 - Variação dimensional volumétrica média da madeira de árvores de <i>C. maculata</i> , <i>E. cloeziana</i> e <i>E. resinifera</i> na direção longitudinal do tronco (%)	89
Tabela 7 - Variação dimensional volumétrica média da madeira das árvores de <i>C. maculata</i> , <i>E. cloeziana</i> e <i>E. resinifera</i> na direção radial do tronco	89
Tabela 8 - Comprimento médio das fibras da madeira de árvores de <i>C. maculata</i> , <i>E. cloeziana</i> e <i>E. resinifera</i> na direção longitudinal do tronco (mm)	91
Tabela 9 - Comprimento médio das fibras da madeira de <i>C. maculata</i> , <i>E. cloeziana</i> e <i>E. resinifera</i> na direção radial do tronco (mm).....	91
Tabela 10 - Diâmetro médio do lume das fibras da madeira das árvores de <i>C. maculata</i> , <i>E. cloeziana</i> e <i>E. resinifera</i> na direção longitudinal do tronco (µm).....	92
Tabela 11 - Diâmetro médio do lume das fibras da madeira das árvores de <i>C. maculata</i> , <i>E. cloeziana</i> e <i>E. resinifera</i> na direção radial do tronco (µm)...	93
Tabela 12 - Espessura média da parede das fibras da madeira das árvores de <i>C. maculata</i> , <i>E. cloeziana</i> e <i>E. resinifera</i> na direção longitudinal do tronco (µm).....	94
Tabela 13 - Espessura média da parede das fibras da madeira das árvores de <i>C. maculata</i> , <i>E. cloeziana</i> e <i>E. resinifera</i> na direção radial do tronco (µm)...	94
Tabela 14 - Frequência média dos vasos da madeira de árvores de <i>C. maculata</i> , <i>E. cloeziana</i> e <i>E. resinifera</i> na direção longitudinal do tronco (vasos/mm ²)..	95

Tabela 15 - Frequência média dos vasos da madeira de árvores de <i>C. maculata</i> , <i>E. cloeziana</i> e <i>E. resinifera</i> na direção radial do tronco (vasos/mm ²)	95
Tabela 16 - Flexão estática da madeira- resultado do MOR da madeira de <i>C. maculata</i> , <i>E. cloeziana</i> e <i>E. resinifera</i> (MPa).....	97
Tabela 17 - Flexão estática - resultado do MOE da madeira de <i>C. maculata</i> , <i>E. cloeziana</i> e <i>E. resinifera</i> (MPa).....	97
Tabela 18 - Compressão paralela - resultado de resistência da madeira de <i>C. maculata</i> , <i>E. cloeziana</i> e <i>E. resinifera</i> (MPa)	98
Tabela 19 - Compressão paralela - resultado de elasticidade da madeira de <i>C. maculata</i> , <i>E. cloeziana</i> e <i>E. resinifera</i> (MPa).....	98
Tabela 20 – Tração normal - resultado de resistência da madeira de <i>C. maculata</i> , <i>E. cloeziana</i> e <i>E. resinifera</i> (MPa).....	99
Tabela 21 - Cisalhamento - resultado do MOR da madeira de <i>C. maculata</i> , <i>E. cloeziana</i> e <i>E. resinifera</i> (MPa).....	100
Tabela 22 – Valor médio da dureza Janka na direção longitudinal da madeira do tronco das árvores de <i>C. maculata</i> , <i>E. cloeziana</i> e <i>E. resinifera</i> (kgf)....	101
Tabela 23 - Valor médio da dureza Janka na direção perpendicular às fibras (radial) da madeira de <i>C. maculata</i> , <i>E. cloeziana</i> e <i>E. resinifera</i> (kgf)	101
Tabela 24 - Valor médio da dureza Janka na direção perpendicular às fibras (tangencial) da madeira de <i>C. maculata</i> , <i>E. cloeziana</i> e <i>E. resinifera</i> (kgf)	101
Tabela 25 - Valor médio da rugosidade da madeira de <i>C. maculata</i> , <i>E. cloeziana</i> , <i>E. resinifera</i> com acabamento de lixa e verniz (µm)	103
Tabela 26 - Resistência do filme da superfície de acabamento da madeira de <i>C. maculata</i> , <i>E. cloeziana</i> e <i>E. resinifera</i> ao impacto em 3 alturas.....	104
Tabela 27 - Resistência à abrasão da superfície da madeira de <i>C. maculata</i> , <i>E. cloeziana</i> e <i>E. resinifera</i> recoberta por filme de acabamento (ciclos). 105	
Tabela 28 - Índice do comportamento de aderência do filme na madeira de <i>C. maculata</i> , <i>E. cloeziana</i> e <i>E. resinifera</i>	106
Tabela 29 - Resistência do filme de acabamento ao risco aderido na superfície da madeira de <i>C. maculata</i> , <i>E. cloeziana</i> e <i>E. resinifera</i>	106

Tabela 30 - Resistência da superfície natural e aplicação de filme da madeira de <i>C. maculata</i> , <i>E. cloeziana</i> e <i>E. resinifera</i> às manchas por reagentes domésticos	108
Tabela 31 - Correlação das propriedades físicas, anatômicas e mecânicas da madeira das árvores de <i>C. maculata</i> , <i>E. cloeziana</i> e <i>E. resinifera</i>	112

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABIMCI	Associação Brasileira da Indústria de Madeira Processada Mecanicamente
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ABRAF	Associação Brasileira de Produtores de Florestas Plantadas
ASTM	<i>American Society for Testing and Materials</i>
<i>C. maculata</i>	<i>Corymbia maculata</i>
CIRAD	<i>Centre de Coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement</i>
CWA	Clima temperado úmido de inverno seco e verão quente
DAP	Diâmetro Altura do Peito
<i>E. cloeziana</i>	<i>Eucalyptus cloeziana</i>
<i>E. resinifera</i>	<i>Eucalyptus resinifera</i>
EGP	<i>Edge Glued Panel</i>
ESALQ	Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz
FAO	<i>Food and Agriculture Organization of the United Nations</i>
HVAP	<i>Products with Higher Added Value</i>
IAWA	<i>International Association Wood Anatomists</i>
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
INRA	<i>Institut des sciences et industries du vivant et de l'environnement - Agro Paris Tech</i>
IPT	Instituto de Pesquisas Tecnológicas
ISO	<i>International Organization for Standardization</i>
LAIM	Laboratório de Anatomia e Identificação da Madeira
LVL	<i>Laminated Veneer Lumber</i>
LSL	<i>Laminated Strand Lumber</i>
MDF	<i>Medium Density Fiberboard</i>
MDP	<i>Medium Density Particleboard</i>
MEV	Microscopia Eletrônica de Varredura
MOR	<i>Modulus of Rupture</i> (Módulo de Ruptura)
MOE	<i>Modulus of Elasticity</i> (Módulo de Elasticidade)
N	Norte

NBR	Norma Técnica Brasileira
NIR	<i>Near Infrared Spectroscopy</i>
OSB	<i>Oriented Strand Board</i>
PMVA	Produtos de Maior Valor Agregado
PSL	<i>Parallel Strand Lumber</i>
PSF	Ponto de Saturação das Fibras
S	Sul
SBS	Sociedade Brasileira de Silvicultura
SFB	Serviço Florestal Brasileiro
USP	Universidade de São Paulo
UTAD	Universidade de Trás os Montes e Alto Douro

LISTA DE SÍMBOLOS E UNIDADES

%	Percentual
ha	hectare
R\$	real - unidade da moeda brasileira
m³	metros cúbicos
°	graus
°C	graus Celsius
cm	centímetros
g	gramas
g/cm³	gramas por centímetro cúbico
kg/m³	quilograma por metro cúbico
kgf	quilograma força
m	metros
mm	milímetros
MPa	mega pascal
µm	mícron

1 INTRODUÇÃO

As florestas fazem parte do ecossistema terrestre e são fundamentais para a sobrevivência de milhares de seres vivos. As florestas naturais e plantadas cobrem 31% da superfície da Terra (Food and Agriculture Organization of the United Nations - FAO, 2000) e, no Brasil, representam 60,7% do território, com cerca de 516 milhões de ha, distribuídas em quatro formações florestais, sendo a segunda maior área florestal do mundo e constituída de 98,7% de florestas naturais e 1,3% de florestas plantadas. Estas desempenham importantes funções sociais, econômicas e ambientais, ofertando produtos florestais madeireiros e não madeireiros (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE MADEIRA PROCESSADA MECANICAMENTE - ABIMCI, 2003, BRASIL, 2006; 2010).

As áreas de plantações florestais ocupam cerca de 6,6 milhões de há e 93% desse total são das espécies dos gêneros *Eucalyptus* e *Pinus*, insuficientes para atender as necessidades de consumo de madeira serrada, apesar da elevada produtividade dessas florestas plantadas (BRASIL, 2010; ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PRODUTORES DE FLORESTAS PLANTADAS - ABRAF, 2013).

O setor de produção florestal do Brasil emprega direta e formalmente quase 63 mil pessoas, com as atividades realizadas nas florestas plantadas, sem considerar o setor industrial, com 600 mil empregos formais, nas atividades de desdobro de toras, produção de papel e celulose, lâminas e chapas de madeira, estruturas e artefatos, carvão vegetal, além da indústria moveleira (BRASIL, 2010).

Outras vantagens das florestas plantadas incluem sua sustentabilidade, rápido crescimento em ciclo de curta rotação, resultando em maior produtividade florestal; maior homogeneidade do produto madeira, facilidade na adequação de máquinas e equipamentos e, conseqüentemente, aumento da produtividade e a qualidade do produto final. Deve, também, ser considerada a proximidade dos centros consumidores, a redução dos custos efetivos, como transporte e perda; geração de investimentos em infraestrutura; aumento do consumo de bens de produção local; fomento de diversos tipos de negócios, como plantações em áreas improdutivas, gerando renda a pequenos e médios produtores, além de promover iniciativas na área social (BRASIL, 2009; ABRAF, 2010; ABRAF, 2011).

Segundo a ABRAF (2011) dos 300 milhões de m³ de madeira consumida por ano no país, nos diversos segmentos industriais, somente 100 milhões de m³ provêm

de plantações florestais. Desta forma, significativa parte da madeira utilizada pela indústria do mobiliário e da construção civil é procedente da exploração de árvores de espécies tropicais. A exploração não sustentável das florestas naturais resulta na escassez e no alto custo da madeira para o segmento industrial, sendo que parte deste montante é extraída ilegalmente e sem planos de manejo florestal.

Segundo Brasil (2007), o país reúne condições excepcionais na indústria de base florestal, pois, a estrutura de exploração, com base em florestas plantadas, permite uma racionalização de custos e uma integração logística altamente vantajosa, já que as florestas podem estar dispostas em distância próxima às fábricas, o que dispensaria manutenção de estoques elevados, corte antecipado e redução nos custos de transporte. No caso das florestas plantadas, o país desenvolveu tecnologias de melhoramento genético e manejo florestal que o colocam entre os produtores de menor custo e maior produtividade (ABRAF, 2011).

Mattos, Silva e Magalhães (2004) consideram que o setor florestal madeireiro possui a capacidade de agregar maior valor ao produto, em relação à maioria dos produtos agrícolas e, melhor ainda, se esta atividade estiver relacionada à madeira de reflorestamento. Há uma imensa gama de espécies arbóreas que podem ser introduzidas na cadeia de espécies de reflorestamento e ter importante função econômica no setor florestal, se utilizadas na indústria madeireira, sobretudo para “Produtos de Maior Valor Agregado” (PMVA).

Dentro deste contexto, destacam-se os segmentos industriais de mobiliário, pisos e esquadrias, que fabricam os PMVA, mas que carecem de pesquisas sobre os parâmetros de qualidade da madeira sólida de espécies não convencionais, em relação às utilizadas nos programas de reflorestamento, para que possam aplicá-las com certeza de bons resultados. Para Pereira et al. (2000), a madeira de reflorestamento pode ser direcionada para a manufatura de produtos de alta qualidade sendo que há a necessidade de estudos de sua caracterização, visando as inúmeras aplicações como madeira serrada.

De acordo com Nahuz (2007), os produtos sólidos de madeira são a base do crescimento em produção e exportação dos países em desenvolvimento. Contudo, a crescente escassez de florestas produtivas e matérias primas têm dificultado grandes expansões na produção devido à indisponibilidade de madeira de

reflorestamento. Então, o uso das florestas plantadas como fonte de matéria prima para as indústrias de madeira serrada é fundamental no panorama nacional, sendo necessários incentivos para o desenvolvimento de novas tecnologias e estudos de tecnologia da madeira para produtos florestais.

A possibilidade de disponibilização de madeira de reflorestamento de qualidade, adequada aos requisitos tecnológicos dos PMVA, é uma alternativa para diminuir a exploração de espécies nativas. Ainda, deve-se prever que não exista a concorrência do uso da madeira das espécies de reflorestamento consolidadas no setor madeireiro, como as utilizadas nas indústrias papeleiras e de painéis, sendo, entretanto, necessário o incentivo aos programas de financiamento do plantio de novas espécies e o desenvolvimento de pesquisas para a avaliação tecnológica da madeira de árvores de espécies de reflorestamento de uso ainda não convencional. De acordo com Panshin e De Zeeuw (1980) o desconhecimento das propriedades intrínsecas da madeira e sua aplicação em métodos de construção ultrapassados são algumas das causas de desempenho insatisfatório da madeira frente a outros materiais.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Caracterização tecnológica da madeira das espécies *Corymbia maculata*, *Eucalyptus cloeziana* e *E. resinifera*, de uso não convencional em programas de reflorestamento no Brasil, visando sua aplicação para design de PMVA.

2.2 Objetivos Específicos

Caracterização tecnológica da madeira de *C. maculata*, *E. cloeziana* e *E. resinifera* pela avaliação das suas propriedades:

- *organolépticas/sensoriais*: coloração;
- *físicas*: densidade básica, umidade e variação dimensional volumétrica;
- *anatômicas*: caracterização microscópica, variação radial e longitudinal;
- *mecânicas*: módulo de elasticidade (MOE) e módulo de ruptura (MOR), por meio de ensaios de flexão estática e compressão paralela; ensaios de cisalhamento; tração perpendicular e dureza Janka.
- *qualidade da superfície*: rugosidade da superfície, resistência à abrasão, resistência à aderência do filme, resistência ao risco, impacto por esfera e resistência a manchas.
- *fabricação de pisos de madeira*: estudo de caso da aplicação das três espécies na confecção de pisos de madeira maciça.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 A madeira

A madeira, obtida do lenho das árvores é um material heterogêneo, anisotrópico e, portanto, de comportamento complexo.

A madeira, assim como todos os organismos vivos, não se adequa aos padrões e as normas estabelecidas pelo homem (GONZAGA, 2006), mostrando variações anatômicas, físicas, químicas e mecânicas, em resposta aos fatores do ambiente, com as suas características e propriedades físico-mecânicas variando com o plano (ZENID, 2007).

Em termos taxonômicos, as árvores são classificadas em dois grupos, sendo o das gimnospermas coníferas e o das angiospermas dicotiledôneas. As árvores das espécies de *Eucalyptus* e de *Corymbia* do presente estudo estão incluídas nas angiospermas (folhosas) caracterizadas por apresentar os óvulos protegidos pelos ovários/sementes no interior dos frutos, com o lenho/madeira constituído por vasos, fibras curtas, estreitas, densidade média a alta, com alborno distinto do cerne, com variação na cor e desenho, odor e durabilidade natural (WILKES, 1988; CHIMELO, 2007; ZENID, 2007).

3.2 A madeira de reflorestamento como matéria prima

No Brasil, as primeiras explorações madeireiras são datadas no início no século XVI e ocorreram na sua costa litorânea, pela extração da madeira do pau-brasil (*Caesalpineia echinata*) e, de acordo com Lorenzi (1992), empregada na construção civil e naval, em trabalhos no torno e, principalmente, para a extração do corante *brasilina* para tinta de escrever e tingimento de tecidos.

Os registros históricos indicam que, desde então, a exploração madeireira se intensificou com o corte das árvores de somente poucas espécies, em algumas regiões, colocando-as em risco de extinção. Desta forma, em 1934 foram promulgados o Código Florestal e de Águas que impuseram restrições do desmatamento de até 75% em áreas privadas e instituíram o controle do desmatamento, pela necessidade de licença para a exploração de áreas limítrofes dos rios e dos lagos (BRASIL, 2007).

Nesta época estabeleceram-se a vinculação do uso da madeira e a reposição

das espécies florestais, bem como a criação de unidades de conservação florestal, como as florestas de proteção, remanescentes, de rendimento e parques nacionais. No entanto, somente em 1965, foi criada uma comissão de representantes do setor florestal e técnicos do Ministério da Agricultura que apresentou um anteprojeto para o novo código florestal sancionado em 1965, revogando o de 1934 (BRASIL, 2007). De acordo com Leão (2000), o novo código florestal destacou-se pela possibilidade a utilização de árvores de espécies exóticas – como as de pinus e eucaliptos – nos programas de reflorestamento.

As florestas brasileiras, segundo Lorenzi (1992), já forneceram a madeira utilizada a muitos países do mundo; no entanto, no final do século XIX, iniciou-se o processo de exploração das florestas das regiões sul e sudeste do país, com ênfase às matas de araucária no estado do Paraná e de imbuia e peroba no oeste do estado de São Paulo.

Atualmente, a cobertura vegetal do território brasileiro distribui-se em florestas densas, florestas abertas e de outras formas de vegetação (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE, 2011). A madeira das árvores das espécies ocorrentes nas florestas densas é a mais utilizada pelas indústrias de processamento mecânico, estima-se em 412 milhões de ha, potencialmente utilizáveis, com 245 milhões de ha passíveis de mecanização (BRASIL, 2007).

Segundo a ABRAF (2012) em 2011, a área de plantações florestais de *Eucalyptus* e de *Pinus* totalizou em 6,5 milhões de ha, sendo que as maiores concentrações acontecem nos estados de Minas Gerais, São Paulo e Paraná. Para as espécies de *Pinus*, destacam-se os estados do Paraná, Santa Catarina, e Rio Grande do Sul e as de *Eucalyptus* os estados Minas Gerais, São Paulo e Bahia, segundo BRASIL (2010).

As atividades de reflorestamento, segundo Zenid (2007), oferecem vantagens sobre as florestas nativas, como a alta produção/área, flexibilidade da região de plantio, a possibilidade de determinação dos rendimentos, homogeneização da matéria prima pelo controle dos ciclos de corte, etc.

As florestas plantadas são consideradas uma cultura vegetal introduzida em determinada região, composta por uma única espécie e destinada a uma

determinada finalidade (ABRAF, 2011). Atualmente, o segmento florestal tem investido no incremento da produtividade das árvores de *Eucalyptus* e de *Pinus*, aplicando novas tecnologias, demonstrando a sua importância para as indústrias do setor madeireiro (BRASIL, 2009).

Segundo Oliveira e Hellmeister (1998) os primeiros reflorestamentos incentivados foram implantados para a produção de matéria-prima para a indústria de papel e celulose e energia e carvão vegetal para siderurgia. Atualmente, a madeira de reflorestamento é empregada nas indústrias de painéis, construção civil e embalagens, etc., em constante reorientação.

Para a ampliação da utilização da madeira de reflorestamento há necessidade da incorporação de novas espécies que, sem dúvida, poderão substituir a madeira das árvores das espécies nativas. Para Zenid (2007) o contínuo distanciamento das fontes de madeira de florestas naturais torna atraente a possibilidade da utilização da madeira de florestas plantadas na construção civil e na indústria moveleira. Há diversas espécies de *Eucalyptus* que podem ser plantadas com a finalidade de aplicação como madeira serrada e as principais espécies para este fim, manejadas a nível mundial, laminação e produção de postes são *E. grandis*, *E. saligna*, *E. microcorys*, *E. maculata*, *E. cloeziana*, *E. paniculata* e *E. resinífera* (SANTOS, 2006; FERREIRA e SILVA, 2008).

Nesse aspecto, no período de 1967-1986 foram reflorestados 6 milhões de hectares nos projetos incentivados e que permitiu a formação de uma base de indústria florestal para o fornecimento de matéria-prima de qualidade, de custo reduzido, viabilizando a expansão do segmento de celulose e papel e de produtos siderúrgicos com base em carvão vegetal (BRASIL, 2007). Apesar disso, na atualidade, somente 35% da madeira utilizada na indústria madeireira mundial provêm de reflorestamento, sendo o Brasil o 4º maior produtor de madeira, atrás dos EUA, China e Índia (TOREZAN, 2013).

Na atividade florestal são definidos 2 tipos de exploração econômica, sendo a extração da madeira de florestas nativas (com ou sem reposição) e a extração da madeira de florestamento e de reflorestamento com *Pinus* e *Eucalyptus* no Brasil e, em menor medida, de espécies nativas (BRASIL, 2007).

No Brasil, a madeira das florestas plantadas, especialmente as de *Eucalyptus* e *Pinus*, constitui-se na mais importante fonte de matéria-prima para usos industriais,

principalmente para celulose e painéis de madeira reconstituída (ABRAF, 2011). As perspectivas de utilização da madeira são promissoras, para uma ampla gama de aplicações, com agregação de valores ambientais, sociais e econômicos.

Para Oliveira e Hellmeister (1998) as árvores de *Pinus* produzem madeira de fácil processamento e boa trabalhabilidade sendo que, no entanto, não apresenta, na maioria das espécies, características satisfatórias de resistência; por outro lado, a madeira das árvores de *Eucalyptus* possui um enorme potencial e, em geral, apresenta resistência mecânica satisfatória para variadas aplicações.

De acordo com Brasil (2007) poucos países desenvolveram as florestas energéticas, como as do Brasil, para a utilização da madeira de eucalipto para a produção de carvão vegetal destinado a indústria siderúrgica. Verifica-se em outros países, uma exploração extensiva de florestas nativas para lenha e carvão, como na China, Índia, Etiópia e outros países africanos.

Na atualidade, há muitas indústrias florestais que aplicam alta tecnologia na exploração e utilização da madeira e que indicam os seus planos de expansão. Entretanto, apesar do longo tempo do início das plantações florestais incentivadas, o setor industrial de produtos sólidos da madeira possui poucas informações sobre as características e aplicações da madeira, sobretudo das espécies de eucalipto não utilizadas em escala comercial. Constata-se que o aumento do uso da madeira de eucalipto de reflorestamento como madeira serrada no Brasil, apesar de ser bastante incipiente; o mercado recebe pouca madeira serrada de plantações de eucaliptos manejadas para essa finalidade (GONÇALEZ et al., 2006).

De acordo com Andrade (1961) a possibilidade de uso da madeira de eucalipto em marcenaria e em movelaria existe há muito tempo em diferentes países, sendo que nos EUA os empresários da área moveleira mostraram boa aceitação no início do século XX, confeccionando mobiliário comparável ao das madeiras tradicionais. Segundo Mangieri e Dimitri (1958) a madeira de árvores de espécies de eucaliptos é utilizada na fabricação de móveis na Austrália, África do Sul e na Argentina, desde a década de 1950, caracterizadas pela propriedade de aspecto atraente, fácil trabalhabilidade mecânica e manual, boas características para tratamentos superficiais, colagem e polimento. No Chile, menciona-se que a madeira de eucalipto é utilizada há algum tempo na indústria de móveis e na construção civil

(MENDONZA, 1995). No Brasil, a utilização da madeira de eucalipto pela indústria moveleira e na construção civil sugere melhores perspectivas (GONÇALEZ et al., 2006).

Segundo Oliveira (1999), a madeira de eucalipto é utilizada em grande escala na estrutura interna de móveis estofados, sendo que os protótipos de madeira de *Eucalyptus grandis* mostraram excelente resultado, encontrando restrições de disponibilidade e continuidade de suprimento de madeira de qualidade.

Embora a madeira das árvores de espécies de *Eucalyptus* possam se apresentar como alternativa para a indústria madeireira, ainda possui as limitações inerentes à madeira de florestas de rápido crescimento, além da falta de conhecimentos tecnológicos, como entrave à sua utilização econômica.

O eucalipto é, portanto, o gênero mais empregado em florestas plantadas no Brasil, ocupando papel socioeconômico de destaque, tendo sido crescente a sua utilização para madeira serrada e laminada pelas características de alta qualidade; a viabilidade econômica da madeira de eucalipto relaciona-se com a necessidade de alternativa para a substituição da madeira de espécies das florestas tropicais e atlânticas, cada vez mais escassa e sujeita à pressão de entidades ambientalistas que visam a sua conservação (NERI, 1998; SHIMOYAMA, 1990; TOREZAN, 2013).

3.3 A aplicação da madeira de reflorestamento em PMVA

A indústria de madeira serrada, processada mecanicamente é um complexo de atividades que abrange mercados distintos e, segundo a ABIMCI (2007), essa indústria é dividida em três grandes segmentos: madeira serrada, compensados e manufaturados de madeira (PMVA).

A madeira, sob o aspecto da tecnologia dos produtos florestais, passou por uma evolução caracterizada por uma utilização simplificada, com um processamento elementar e era empregada como postes, mourões, toretes, lenha, usos temporários na construção civil, etc. Com a evolução da tecnologia, a madeira serrada, aplainada e dimensionada foi transformada em pranchas, tábuas, colunas, vigas, caibros, ripas, etc. Atualmente, a madeira após o processamento industrial resulta em “produtos reconstituídos” como painéis a base de madeira - compensados, particulados ou de fibras - além das vigas estruturais.

No segmento dos produtos florestais madeireiros, a madeira das florestas plantadas representa a principal fonte de suprimento da cadeia produtiva de importantes áreas industriais como, celulose e papel, painéis reconstituídos, móveis, siderurgia a carvão vegetal, energia e produtos de madeira sólida. A expansão da produção de madeira de florestas plantadas constitui-se em estratégia para a redução dos impactos ambientais da extração da madeira de árvores de espécies nativa não certificada ou sem manejo de impacto reduzido para a produção de PMVA (BRASIL, 2009).

De acordo com Garlipp e Foelkel (2009) a madeira de origem legal ou certificada é uma preocupação global e será exigida em mercados domésticos sendo, atualmente, aplicada nas compras pública e privada de vários países; a madeira das florestas plantadas é considerada como instrumento de controle e de desestímulo à produção e comércio da madeira ilegal.

Martins (2008) afirma que, para minimizar a extração da madeira de espécies nativas para a produção de madeira serrada pode-se introduzir no mercado a madeira de árvores de novas espécies de rápido crescimento oriundas de reflorestamento. A madeira das árvores de plantações podem racionalizar os custos de transporte em uma integração logística mais vantajosa, pela proximidade das indústrias, baixando o custo de manutenção dos estoques, produção, tecnologia, processamento e beneficiamento dos produtos (GIUSTINA, 2001; ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS DE MÓVEIS - ABIMÓVEL, 2007).

Para a indústria de PMVA é restrita a oferta da madeira de árvores de espécies de reflorestamento adequada às aplicações. Mattos, Silva e Magalhães (2004) citam a restrição da disponibilidade e da falta de qualidade da madeira de reflorestamento para as indústrias de PMVA, além da necessidade de atendimento das especificações industriais e falta das normas e padrões. O segmento industrial poderá sofrer com dificuldade do suprimento da madeira, pelas pressões ambientais, elevação do custo da madeira de florestas naturais e pela conscientização da utilização dos recursos florestais renováveis (MATTOS; SILVA; MAGALHÃES, 2004; AMPARADO et al., 2008).

A madeira das árvores de novas espécies ou de uso não convencional tem, ainda, baixa aceitação pelo desconhecimento de suas características tecnológicas,

rendimento, processamento de desdobro, secagem, usinagem e acabamento. A madeira de árvores de *Eucalyptus* e de *Corymbia* é utilizada para a produção de madeira serrada e com variabilidade das propriedades físico-mecânicas (MATTOS; SILVA; MAGALHÃES, 2004; MARTINS, 2008).

O uso da madeira para produtos sólidos depende das suas características anatômicas, físicas, mecânicas, químicas e estéticas, afetando o rendimento e a valoração dos produtos finais, apontando adequação das aplicações.

Segundo Foelkel et al. (1975) a capacidade da madeira atender os requisitos para determinado uso é avaliada por um ou mais fatores relacionados com a sua estrutura e propriedades físico-mecânicas. A madeira como material anisotrópico tem alta variabilidade pela complexidade dos processos fisiológicos envolvidos na sua formação. Além disso, a madeira é constituída estruturalmente por elementos anatômicos orientados em diferentes direções e resultado da genética e do ambiente.

Para Gonzalez et al. (2006) a qualidade da madeira se refere à sua capacidade de atender os requisitos para a fabricação de um produto ou a combinação das suas características anatômicas, físicas, mecânicas e químicas permite a sua melhor utilização da madeira para determinado uso. Com o conhecimento tecnológico da madeira é possível verificar o seu potencial de utilização na indústria, além de prever os defeitos.

A combinação das propriedades da madeira direciona a sua melhor forma de utilização sendo importante avaliar a sua qualidade para a definição do seu uso, identificando os fatores que a afetam, além de quantificá-los e determinar o efeito na qualidade do produto (MOURA, 2000, NASCIMENTO, 2008; SOUZA et al., 2009).

As novas tendências de utilização da madeira influenciam no consumo de seus produtos mais duráveis, personalizados, simplificados, de uso compartilhado, despertando o compromisso com a consciência ecológica e a valorização das culturas (GIUSTINA, 2001).

Os produtos acabados da madeira de árvores de espécies não convencionais devem seguir os padrões de qualidade das madeiras “nobres” para a aceitação sem restrições do mercado consumidor nacional e internacional. Segundo Jankowsky (1995) a qualidade do produto de madeira é avaliada pelo atendimento da

necessidade do mercado, preço competitivo, acabamento final, além do atendimento do apelo ecológico.

3.3.1 A utilização da madeira pelas indústrias de PMVA com foco para móveis, pisos, molduras e esquadrias.

A madeira, utilizada pelo homem desde os seus primórdios, tem sido incluída nas estratégias e legislação visando a sua conservação e consumo responsável para o bem estar da humanidade (ADEODATO et al., 2011).

O processo de colonização do país e o acesso às florestas naturais induziram a exploração das madeiras nobre, de melhor qualidade e aspecto estético na confecção de PMVA. Gonzaga (2006) considera difícil a substituição da madeira das árvores das espécies de maior valor econômico e indica a necessidade de pesquisas da madeira de novas espécies, adaptação das máquinas e o convencimento do consumidor. Neste aspecto, a cadeia produtiva da madeira contempla sua aplicação em energia, painéis e polpa, estrutura, cimbramentos, móveis, artesanato para adorno, divisória e lambris (JUVENAL; MATTOS, 2002; SILVA, 2002a).

A indústria da madeira processada mecanicamente tem importante contribuição sócio-econômico-ambiental gerando novos produtos e divisas, atraindo investimentos e recolhendo impostos, valorizando a terra e criando empregos, incentivando a educação ambiental e a pesquisa e fixando o homem no campo. Citam-se, também, a manutenção do equilíbrio dos ecossistemas naturais, regulagem do clima, redução do desmatamento, manejo sustentável de florestas certificadas e regularização dos fluxos de água (AMBICI, 2007).

Ainda, segundo a ABIMCI (2009), a serraria é um importante segmento das indústrias do setor florestal, pela transformação da madeira (pranchas, tábuas, blocos, dormentes, vigas, etc) constituindo-se a base para a produção dos PMVA. Segundo Pereira (2003) no final da década de 80 as empresas brasileiras de madeira serrada foram estimuladas, em função da competitividade, a investir em processos e produtos que agregassem maior valor ao produto serrado para conquistar os mercados externo e o moveleiro.

Os PMVA agrupam produtos como os móveis e seus componentes (*clear blocks* - peças com pequenas dimensões, sem defeitos e sem medula), pisos,

portas, janelas, molduras, painel colado lateral, etc. (PEREIRA, 2003), sendo, ainda, muito utilizada a madeira nativa, sobretudo no setor de móveis (ROSA et al., 2007), pela aparência, alta resistência físico-mecânica, durabilidade e usinabilidade para emoldurada, torneamento ou entalhamento.

As indústrias de PMVA necessitam de madeira de maior homogeneidade e, nos segmentos de painéis, papel e celulose, utilizam as de reflorestamento, justamente por serem mais homogêneas. Além disso, a origem da madeira é estratégica prevalecendo o consumo da madeira de plantações das regiões sudeste e sul e a de florestas nativas no norte e centro-oeste (JUVENAL; MATTOS, 2002).

3.3.1.1 Móveis

A indústria moveleira é tradicional e uma das mais antigas do mundo caracterizada, atualmente, pela avançada tecnologia de produção consolidada, com padrão de desenvolvimento tecnológico determinado pela indústria de bens de capital; a indústria foi derivada dos carpinteiros e dos artesãos produtores de móveis que, com a revolução industrial, utilizaram as máquinas e ferramentas pra obter economia de esforço e tempo (BRASIL, 1993).

A indústria mundial de móveis é, ainda, constituída predominantemente por pequenas empresas que até os anos 50 visavam atender quase que exclusivamente o mercado interno em seus países. O comércio internacional de móveis teve início nos anos 50 quando a indústria moveleira da Dinamarca passou a voltar-se para o mercado externo, consolidado a partir dos anos 70 pela indústria italiana, sendo a maior exportadora de móveis por mais de 35 anos com destaque de design, produção e comércio (FERREIRA et al., 2008).

No Brasil a indústria de móveis de madeira tem passado por ciclos de modernização inicialmente com pequenas marcenarias, operadas com o “*know-how*” de imigrantes europeus, confeccionando produtos tipicamente artesanais (LEÃO; NAVEIRO, 2009). Na década de 90 a cadeia produtiva da madeira e móveis sofreu transformação com ganho de produtividade, com a introdução de equipamentos automatizados, utilização de novas técnicas de gestão e uso de outras matérias primas (MORAES; NASSAR, 2002).

Segundo Rosa et al. (2007) o IBGE classifica a indústria de móveis com base na matéria-prima. A categoria básica é o principal segmento com 72% da produção,

constituída pelos móveis de madeira, incluindo vime e junco; os móveis de metal constituem 12% e os móveis confeccionados em plástico e artefatos do mobiliário (incluindo colchoaria e persianas) completam a categoria.

As empresas que constituem os principais polos de movelaria estão localizadas na região centro-sul do país, destacando-se os de Bento Gonçalves, RS; São Bento do Sul, SC; Arapongas, PR; Mirassol, Votuporanga e São Paulo, SP; Ubá, MG e Linhares, ES, etc. (BRASIL, 2007).

Os móveis de madeira constituem-se no principal segmento do comércio internacional de móveis e com os fatores básicos de competitividade resumidos em 4 pontos: tecnologia, especialização da produção, design e estratégias comerciais (BRASIL, 1993). O avanço da tecnologia propiciou a otimização no uso da madeira maciça e, atualmente, cada vez mais são utilizadas como lâminas para a aplicação sobre os painéis reconstituídos, valorizando o produto.

As inovações tecnológicas na indústria de móveis de madeira originaram-se, basicamente, das inovações de produto pelo aprimoramento do design e a utilização de novos materiais sendo que, neste caso, as mudanças são também exógenas. No segmento de móveis retilíneos, parte das inovações foi originada da utilização de painéis MDP e MDF com novos revestimentos introduzidos pela indústria de painéis de madeira (FERREIRA et al., 2008).

Dos segmentos da indústria moveleira, residencial, escritório e institucionais, os de móveis de madeira para as residências e escritório são os mais importantes e divididos na categoria de móveis retilíneos seriados, torneados seriados e planejados (BRASIL, 1993; ROSA et al., 2007).

Os móveis de madeira, com expressiva parcela do total da produção, são divididos em retilíneos - lisos, com desenho de linhas retas, confeccionados com os painéis MDF, MDP e compensados -, os torneados – com detalhes sofisticados de acabamento, forma reta e curvilínea, confeccionados com madeira de nativa ou de reflorestamento e de painéis MDF usinados, destinados à classe média-alta e exportação (GORINI, 1998).

Outro destaque é a ampliação do uso de madeira de árvores de florestas plantadas de rápido crescimento e a diversificação das madeiras de florestas nativas. Segundo Gorini (2000) a tendência do futuro do móvel é a praticidade e

padronização, baixo custo e confecção com madeira de reflorestamento sendo que o Brasil desfruta de um forte potencial de competitividade pelo baixo custo da madeira de reflorestamento não utilizada em seu pleno potencial (GORINI, 1998).

Em relação à matéria-prima, Gorini (2000) afirma que a tecnologia possibilitou a utilização da madeira de árvores de reflorestamento, como a de pinus (em substituição a da araucária), eucalipto (menor escala no Brasil, utilizado na Nova Zelândia, Austrália e Chile) e a da seringueira (na Malásia, Indonésia, Filipinas e Ceilão). Destaca-se, ainda, a norma ISO-14000 como fator de inibição do uso da madeira de lei e estímulo da de reflorestamento (BRASIL, 2002), além da crescente restrição ambiental ao uso da madeira e a aumento da importância da madeira de reflorestamento (pinus, eucalipto) no comércio internacional (GORINI, 2000).

Todo o mobiliário é criado para uma função específica no ambiente, como armazenar, apoiar, posicionar, dividir, transportar, organizar, separar, etc, além do fator emocional na aquisição do móvel (GIUSTINA, 2001). Segundo Coelho e Berger (2004) a melhoria da qualidade dos produtos da indústria de móveis é julgada pelo material, design, durabilidade, custo/benefício, adequação ao uso e exigências dos clientes.

O setor está em ascensão (BRASIL, 2007) apesar do crescimento das exportações, apresenta a necessidade de aprimoramento de sua capacitação tecnológica e produtiva e de desenvolver a qualidade e design de móveis, em particular na pequena e média empresa.

A indústria brasileira de móveis, a exemplo dos demais países produtores, é caracterizada pela grande absorção de mão de obra em relação aos demais segmentos e pela pequena participação econômica adicionada pela indústria de transformação, contudo, a indústria brasileira de móveis tem uma posição ainda muito tímida no comércio mundial, isto devido tardia modernização tecnológica em relação a outros países (BRASIL, 1993).

3.3.1.2 Pisos e revestimentos em madeira

O piso é uma superfície contínua ou descontínua, construída para permitir o trânsito leve ou pesado (SILVA; BITTENCOURT, 2002) e sua escolha deve ser adequada ao uso e ambiente em que este será inserido, com a função de suporte

aos usuários, mobília, máquinas e equipamentos, permitindo o trânsito seguro e confortável e valorizando esteticamente o ambiente (BARRY, 2008).

Os pisos e revestimentos em madeira são, normalmente, definidos em duas classes, de madeira maciça e de compósitos, levando-se em consideração a forma de construção e o tipo de produto em madeira que os compõem (ABIMCI, 2004). Historicamente, não se tem o registro da data do uso do revestimento flutuante, para superfícies horizontais (piso) ou verticais. Porém, este tipo de revestimento de pisos está associado aos revestimentos de madeira e os laminados (LOPES, 2010).

A qualidade da madeira para pisos está relacionada, principalmente, às suas características físico-mecânicas, com destaque para a estabilidade dimensional e a resistência mecânica. Atualmente, vários pisos de madeira estão disponíveis, como carpetes, assoalho, tacos ou parquetes, decks, etc. que devem ser escolhidos de acordo com as necessidades, disponibilidade do material e maior rendimento (MARTINS, 2008).

De acordo com Brasil (2007) os pisos de madeira maciça e os laminados (composto por camadas) são os mais conhecidos; os pisos de madeira maciça são feitos, geralmente, com madeiras nobres, e os laminados utilizam substrato à base de painéis (compensados, MDF, HDF, aglomerado) e revestidos com lâminas de madeira nobre ou papéis melamínicos.

Segundo Martins et al. (2013) apesar da grande diversidade de madeiras tropicais são poucas as utilizadas na fabricação de pisos, podendo-se citar o cumaru, jatobá, peroba-rosa e o ipê. A qualidade da madeira destas espécies é indicada para pisos, com a desvantagem da degradação do ambiente pela sua extração nas florestas ser caracterizada, muitas vezes, como predatória.

A produção brasileira de pisos de madeira maciça tem apresentado um crescimento constante nos últimos anos, embora não seja conhecido por um padrão de qualidade adequado, competindo no mercado consumidor, principalmente, pela estratégia de preços, pela desorganização do setor e ausência de padrão referencial de sua qualidade (JANKOWSKY et al., 2004).

As recomendações mais importantes para o bom acabamento do piso de madeira relacionam-se, por exemplo, ao baixo teor de umidade (12 - 15% de umidade) e dureza Janka média ($>400 \text{ kgf/cm}^2$), pois sua dureza baixa deixará

marcas em sua superfície e ter espessura mínima de 20 mm (GONZAGA, 2006). Para confirmar o potencial da madeira de uma espécie e identificar outras de uso não convencional (ex.: *Eucalyptus* e *Corymbia*) para a produção de pisos é necessária a realização de ensaios (MARTINS et al., 2013).

3.3.1.3 Molduras

As molduras são perfis obtidos do reprocessamento da madeira serrada ou dos “*blocks*” e “*blanks*”, que são os blocos de madeira completamente isentos de defeitos, como nós, fraturas, fendas, fissuras e degradação, e os “*blocks*” emendados, no perfil transversal, por meio de emendas dentadas, ou, *finger-jointing*, respectivamente. Estas peças são empregadas quase sempre para acabamentos interiores com propósito decorativo. Um exemplo de aplicação das molduras, com efeito decorativo, é a utilização como rodapé, aplicados nas junções entre o piso e parede e em guarnições de portas. Entretanto cabe ressaltar que as molduras podem assumir formatos e medidas variadas, atendendo às mais diversas necessidades. No Brasil, o maior consumidor das molduras é o segmento da construção civil, entretanto, a maior parte da produção nacional é destinada à exportação (ABIMCI, 2004, 2009).

Segundo Brasil (2007) a estrutura de oferta de molduras é pulverizada em pequenos produtores pouco especializados. Os exportadores, em razão das exigências do mercado internacional, são em geral os mais especializados, em particular os fabricantes de molduras de madeira de espécies de *Pinus*. A produção de molduras do tipo exportação tem aumentado rapidamente nos últimos anos, mas por se tratar de um produto mais elaborado, o destino das molduras é quase que exclusivamente o mercado internacional.

As madeiras utilizadas na fabricação de molduras são as de *Pinus taeda* e *P. elliottii*, de tropicais nativas, *Eucalyptus* e de painéis MDF. As molduras para o segmento artístico (quadros, porta-retratos, espelhos, molduras para móveis, chassis em geral) utilizam madeira de baixa densidade (marupá, virola, parapará ou caixeta) e, em menor quantidade, a do eucalipto, não requerendo madeira de muita resistência, sendo que as de baixa densidade são mais baratas, leves, fáceis de secar e de usinar (BRASIL, 2007).

3.3.1.4 Portas e esquadrias

No segmento de PMVA, o setor de portas é tido como um dos mais representativos e competitivos, sendo oferecidos pelos fabricantes as portas lisas (ocas), semi-sólidas (com ripas internas), sólidas e “reconstituídas” (painéis à base de madeira). O segmento de portas de madeira maciça atende geralmente a construção civil (ABIMCI, 2009).

A produção de portas de madeira é uma atividade descentralizada no Brasil com mais de 2.000 pequenas e médias empresas, sendo que a ABIMCI (2009) estima que as 15 maiores empresas respondem por cerca de 50% da produção nacional; com 300 empresas fabricando 2-3 mil unidades/mês e as restantes menos de 2 mil unidades/mês.

Esse setor industrial tem passado por intensa modernização pela adoção de novas tecnologias e matérias-primas, como a utilização do MDF e do OSB na confecção de portas, possibilitando a ampliação das exportações (BRASIL, 2007).

Uma pesquisa pioneira para a utilização de componentes de madeira de árvores de pinus e de eucalipto para a confecção de esquadrias foi realizada pelo IPT, com intuito de ampliar a sua aplicação (RABBAT, 1988). Em estudo de Laverde e Ino (2006), para a adoção de componentes de madeiras de uso não convencional é necessário a sensibilização, capacitação e conscientização continuada de arquitetos, engenheiros, fabricantes e, também, do usuário final.

3.4 Os gêneros *Corymbia* e *Eucalyptus*

Os gêneros *Eucalyptus* e *Corymbia*, originários da Austrália, pertencem à família Myrtaceae e possuem madeira com características anatômicas, físicas, mecânicas, químicas e estéticas diferenciadas, permitindo a substituição de várias espécies nativas em diferentes aplicações (HALL; JOHNSTON; CHIPPENDALE, 1975). No entanto, a madeira de árvores de poucas espécies exóticas tem sido caracterizada e, conseqüentemente, plantada em escala comercial no Brasil (LYNE, 2011).

As primeiras espécies de eucalipto foram reconhecidas pelo trabalho do botânico David Nelson e do médico William Anderson, realizados de 1776 a 1779. Segundo Leão (2000), em 1792, o botânico francês Labillardière descreveu o

Eucalyptus globulus, no sul da Austrália e mudas do gênero levadas para a França (Paris) propiciaram os plantios no litoral francês, italiano e norte da África, formando grandes florestas. Hoje, o eucalipto é a árvore mais cultivada do mundo, contando com mais de 500 espécies.

No Brasil, em 1824, foram plantadas as primeiras mudas de *Eucalyptus gigantea* no Jardim Botânico do Rio de Janeiro; em 1904 que o Eng. Agr. Edmundo Navarro de Andrade iniciou o plantio intensivo incluindo 230 espécies do gênero. O plantio do eucalipto no país teve início em meados do século XIX, se potencializando no início do século XX para a produção de lenha, dormentes, mourões de cerca e postes. Entretanto, os plantios em larga escala tiveram impulso a partir da década de 1960 e, principalmente, na de 1970 com o advento do programa de incentivo fiscal aos plantios florestais associados aos investimentos das indústrias de celulose e papel e siderurgia, e o desenvolvimento da tecnologia de plantio clonal de eucalipto, responsáveis pela elevada produtividade florestal alcançada pelo gênero (HALL; JOHNSTON; CHIPPENDALE, 1975; PEREIRA et al., 2000; SILVA, 2002a; AMPARADO et al., 2008; BRASIL, 2009).

Com a vantagem da grande diversidade de espécies de rápido crescimento e boa adaptação aos tipos de clima e solo as árvores de eucalipto, atualmente, são utilizadas para a produção de celulose, papel e fabricação de painéis de madeira, de óleos essenciais e madeira serrada (GONÇALVES, 2006; LOPES, 2007; VILAS BÔAS; MAX; MELO, 2009).

A madeira das espécies de eucalipto plantadas no país, como o *Eucalyptus grandis*, *E. saligna*, *E. urophylla*, etc. e seus híbridos é destinada, principalmente, à indústria de papel e celulose, siderurgia e painéis de madeira, com possibilidade de aumentar a oferta para as indústrias de produtos sólidos, com custo reduzido, utilizando espécies de uso não convencional.

Segundo Obino (1996) a madeira das florestas de *Eucalyptus* deve apresentar características de qualidade para atingir o sucesso no mercado, como a estabilidade dimensional após secagem, homogeneidade de cor, propriedades físico-mecânicas, aptidão para receber acabamentos e boa adaptação às linhas de produtos compostos. A utilização da madeira de eucalipto como matéria prima para produto de maior valor agregado (móvel, piso, esquadria, etc.) é bastante tímida apesar da sua aplicação na década de 80, utilizada na estrutura interna de móveis

estofados. Em outros países, a madeira de eucalipto é aceita desde o início do século XX pela sua facilidade de manipulação nas indústrias moveleiras (OLIVEIRA, 1997; INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS - IPT, 1989; ORTOLAN, 2003). No Brasil, os primeiros registros de estudos da utilização da madeira de eucalipto para movelaria são os da Divisão de Produtos Florestais do IPT, no início da década de 80, com o desenvolvimento e construção de protótipos de móveis de escritório utilizando painéis de madeira de ripas de eucalipto (NAHUZ et al., 1999).

3.4.1 As espécies *Corymbia maculata*, *Eucalyptus cloeziana* e *E. resinifera*

3.4.1.1 *Corymbia maculata*

As árvores de *Corymbia maculata*, segundo Hall, Johnston e Chippendale (1975) são originárias da Austrália, na latitude de 25-37°S, altitude de 800 m e precipitação de 625-1250 mm/ano, temperaturas de 22-35° e 2-5°C nos meses quentes e frios, respectivamente, não suportando geada intensa. As árvores têm bom crescimento, com DAP de 1,0-1,3 m, altura média de 35-45 m, até 70 m dependendo do local. O tronco é predominantemente reto com grande copa, possui casca rosa-pálido ou azul-acinzentado, textura lisa, espessa, com manchas elípticas. A madeira é levemente pesada, com boa estabilidade dimensional, média permeabilidade, boa trabalhabilidade e densidade superior a 850 kg/m³.

A madeira apresenta boas características para laminação, marcenaria, construções, dormentes, postes, moirões e caixotaria, necessitando de estudos mais aprofundados pela indústria moveleira. De acordo com Malan (2000) as toras das árvores de *Corymbia maculata* não apresentam dificuldades de desdobro ocorrendo, geralmente, perdas por rachaduras e colapso, mais acentuadas em madeiras de maior densidade.

3.4.1.2 *Eucalyptus cloeziana*

As árvores de *Eucalyptus cloeziana*, de acordo com Hall, Johnston e Chippendale (1975) são originárias da Austrália, com 50-70 cm de DAP, 10-40 m até 55 m de altura, com tronco ereto e casca persistente, fibrosa e pouco macia; em áreas menos favoráveis ao crescimento as árvores são tortuosas e com menos de 10 m de altura. A ocorrência das árvores é registrada na latitude de 15° 45' a 26° 15'

Sul e altitude de 75-950 m; o clima é caracterizado como quente e subúmido a úmido, temperatura média do mês mais quente e mais frio de 29-34° e de 5-18° C, suportando geada fraca até 5 dias/ano; a precipitação média varia de 550-2.300 mm/ano, concentrando-se no verão; não se adaptando em regiões com deficiência hídrica severa e apresenta baixa capacidade de brotação de cepas. O melhor desenvolvimento das árvores ocorre em solo argiloso e profundo de origem vulcânica ocorrendo, também, em solo de profundidade média, arenosos derivados de granito; os solos devem ser bem drenados e de baixa-média fertilidade.

A madeira possui alta densidade (820 kg/m³), durável e com ampla utilização e Trugilho et al. (2003) indicam o potencial como fonte de tanino na casca. A madeira atende às exigências da construção civil, postes, dormentes, etc., podendo atender à indústria moveleira de maior valor agregado. No Brasil sua madeira é empregada para produção de lenha e carvão (OLIVEIRA, 1997). As árvores foram introduzidas há mais de 30 anos com bom crescimento e estão entre as 10 recomendadas para o reflorestamento (MOURA et al., 1993).

3.4.1.3 *Eucalyptus resinifera*

Segundo Hall, Johnston e Chippendale (1975) as árvores de *Eucalyptus resinifera* são originárias do litoral e das cadeias montanhosas litorâneas do norte de New South Wales e ao sul de Queensland, Austrália. Ocorre a latitude de 17-34°S, altitude de 0-600 m, precipitação de 1350-1500mm/ano e chuva predominante no verão, com estação seca não ultrapassando a 4 meses. A temperatura máxima e mínima é de 32° e 4°C, respectivamente, não tolera geada e deficiência hídrica severa, tolera o fogo, regenerando por brotação das cepas.

A madeira possui boa estabilidade dimensional, média permeabilidade, levemente pesada e tem densidade superior a 800 kg/m³. Na Austrália, o *Eucalyptus resinifera* é uma das mais importantes (FERREIRA, 1979; TURNBULL; PRYOR, 1984) para uso múltiplo da madeira, exceto para produção de celulose (FERREIRA; SANTOS, 1997). A madeira é utilizada para serraria, construções, móveis, caixotaria, dormentes, postes e mourões (FERREIRA, 1979; ANGELI; BARRICHELO; MÜLLER, 2005). Segundo Lorenzi et al. (2003) é semelhante ao *E. camaldulensis*, distinguida pela casca fibrosa e persistente.

3.5 Características tecnológicas da madeira importantes para PMVA

As principais preocupações em relação aos produtos à base de madeira, dos usuários e dos produtores, estão ligadas à crescente exigência de qualidade do produto final, à necessidade de certificação, ao emprego de tecnologia adequada e à qualidade da matéria-prima (DUCATTI et al., 2001).

A qualidade da madeira para PMVA como mobiliário, pisos, molduras e esquadrias está relacionada, principalmente, às suas características físicas e mecânicas, que afetam a sua estabilidade dimensional e resistência mecânica em relação ao seu uso. Entretanto, as características anatômicas, químicas e a qualidade de superfície são fundamentais para um resultado mais preciso quanto à utilização da madeira (ZENID, 2007; JANKOWSKY, 1993). Por essa razão a caracterização da madeira destinada aos PMVA deve ser realizada de forma ampla, abrangendo as propriedades físico-mecânicas, químicas, anatômicas, estéticas e de qualidade de superfície.

Para a caracterização física da madeira, a densidade básica e a massa específica aparente são as formas de representação da sua densidade, importante para a madeira destinada à fabricação de PMVA. A variação dimensional da madeira constitui-se em importante parâmetro que afeta sua aplicação industrial e utilização. A variação é calculada em percentuais da dimensão inicial: a retração em relação às dimensões saturadas da madeira e o inchamento em relação às dimensões secas.

Quanto à caracterização mecânica a avaliação da resistência da madeira é requisito para a sua utilização como madeira serrada, devendo atender às exigências de esforço estrutural e de flexão estática (MOE e MOR) os mais importantes para o seu uso estrutural (WINANDY, 1994). Os módulos de ruptura (MOR) e o de elasticidade (MOE) são determinados nos testes de flexão estática indicativos da resistência e rigidez à flexão, importante na caracterização tecnológica (GÖTZ et al., 1993; WINANDY, 1994; SILVA et al., 2005). A dureza é determinada como sendo a resistência da madeira para a penetração a um dispositivo que pode ser uma esfera, agulha ou cilindro, a norma brasileira (NBR 7191/97) utiliza o método Janka, sendo este ensaio muito importante no emprego da madeira como matéria prima para pisos.

As características anatômicas da madeira (estrutura celular) e químicas são importantes na sua avaliação tecnológica e qualificação industrial, pela correlação com as propriedades mecânicas (resistência e estabilidade dimensional) e desenho (TOMAZELLO FILHO, 1985, 2009; LOPES, 2007).

A aparência da madeira é importante refletindo visualmente na qualidade do processo criativo dos designers e arquitetos pela incorporação da sua cor e desenho no projeto (CAVACO, 2001). Na literatura não foram encontrados trabalhos sobre o desenho da superfície da madeira de reflorestamento, importante na valorização dos produtos e no processo criativo dos designers e arquitetos. A cor da madeira varia dentro e entre as espécies pelo teor de umidade, exposição à luz, contato com metais, ataque de microorganismos, tingimento e substâncias químicas (LOPES, 2007; MORI et al., 2004).

A cor da madeira é classificada, em termos práticos, em esbranquiçada, amarelada, avermelhada, acastanhada, parda, enegrecida e arroxeadada (INTERNATIONAL ASSOCIATION OF WOOD ANATOMISTS - IAWA, 1989) e, eventualmente são descritas, como o verde, com várias cores e com padrão listrado e rajado. Os desenhos e figuras são marcas na superfície das peças de madeira, resultantes dos arranjos das células e das camadas de crescimento formadas no tronco das árvores durante seu crescimento. Os anéis de crescimento não são perfeitamente circulares gerando uma combinação de desenhos conforme a orientação do corte no desdobro (ZENID, 1997).

3.5.1 Propriedade organoléptica ou sensorial da madeira

3.5.1.1 Cor da madeira

A cor, uma das propriedades organolépticas da madeira, é originada das substâncias corantes (resinas, gomas, goma-resinas, derivados tânicos, etc.) depositadas nas suas células, impregnando suas paredes (MORI et al., 2004). Em geral, a cor da madeira mostra variação de tonalidade mais clara da região periférica (alburno) em relação à interna, mais escura (cerne). Alguns dos produtos do interior e da parede celular da madeira são responsáveis pela sua coloração sendo tóxicos aos organismos xilófagos, conferindo a coloração mais escura e durabilidade à biodeterioração. Verifica-se uma relação da cor do lenho das árvores e as variáveis climáticas do sítio, sendo que, em geral, as de clima temperado são mais claras,

leves e macias e as dos trópicos têm cores variadas, escuras, mais pesadas e duras pelos extrativos (MORI et al., 2004; MORESCHI, 2010).

Para Moreschi (2010) a cor da madeira varia com o teor de umidade e torna-se, normalmente, mais escura quando exposta ao ar ou à radiação solar (aumento da temperatura) pela oxidação das substâncias orgânicas. A madeira pode sofrer alteração da sua cor natural em contato com metais pela ação de microrganismos. Algumas madeiras apresentam coloração característica, do castanho ou pardo (GONZAGA, 2006), importante na produção de móveis, pisos e esquadrias, determinando sua aceitação no mercado.

As madeiras de tonalidade clara podem modificar artificialmente sua cor com tintura ou tratamento de água e de vapor; a madeira recém abatida pode ser escurecida, adquirindo aspecto envelhecido, aumentando o valor comercial, pelo tratamento de ar quente com ozônio promovendo a secagem e envelhecimento artificial pela evaporação da água e oxidação das substâncias (MORI et al., 2005).

3.5.2 Propriedades físicas da madeira

As propriedades físicas da madeira são referidas como propriedades não mecânicas (PANSHIN; De ZEEUW, 1980) e indicam as suas aplicações. Essas propriedades são utilizadas para a avaliação das características intrínsecas da madeira (aparência, cor, densidade aparente e básica, teor de umidade) e reação aos estímulos não mecânicos (alteração dimensional pela perda ou ganho de água; reação ao calor, como a condutividade, difusão e expansão térmica e à combustão; a reação à eletricidade, condutividade e constante dielétrica). As propriedades físicas da madeira mais empregadas na sua caracterização são a densidade, o teor de umidade e as alterações dimensionais. (WINANDY, 1994; HOFFMEYER, 1995; BENJAMIN, 2006).

Segundo Panshin e Zeeuw (1980) as propriedades físicas da madeira são condicionadas por fatores inerentes à sua organização estrutural, como: massa da parede celular por unidade de volume; quantidade de água na parede celular; composição dos componentes químicos da parede celular, quantidade e natureza de outros componentes; o arranjo e orientação dos componentes da parede celular; tipo, tamanho, proporção e arranjo das células.

3.5.2.1 Densidade básica da madeira

A densidade da madeira é definida como a sua massa/unidade de volume, sendo que a densidade básica é a relação da massa absolutamente seca/volume verde ou saturado. Ruy (1998) menciona que a densidade básica é um parâmetro de qualidade da madeira, correlacionada com suas características e propriedades de uso do produto final.

A densidade da madeira relaciona-se com a sua estrutura e pelos constituintes químicos, sendo que a estrutura é caracterizada pelos tipos de células (fibras, traqueídeos, raios, canais de resina, etc.) e suas dimensões (espessura da parede celular, etc) (KOLLMANN; CÔTÉ JR., 1968).

A densidade básica da madeira mostra boa correlação com as suas propriedades mecânicas, sendo que sua variação é indicadora da resistência mecânica e da estabilidade dimensional; a densidade da madeira aumenta e a sua resistência mecânica também aumenta, sendo que as diferenças anatômicas e do teor de extrativos alteraram a relação diretamente proporcional da densidade e resistência mecânica (MALAN, 1994).

De acordo com Rocha (1994) não há uma clara e geral relação entre a densidade e a resistência, que depende da organização e dimensão dos elementos anatômicos. A densidade da madeira de eucalipto, conforme Hillis e Brown (1984) é um parâmetro de qualidade complexo, resultado da variação do diâmetro, espessura da parede, comprimento das células e teor de extrativos, variação em relação à espécie florestal e sua interação com o ambiente.

A densidade básica da madeira pode indicar o produto final e a tecnologia a ser empregada (FERREIRA; KAGEYAMA, 1978) e, segundo o IPT (1985), pode ser classificada em leve (densidade básica menor ou igual a 500kg/m^3), média (entre $500\text{-}720\text{kg/m}^3$ e pesada (acima de 720kg/m^3).

3.5.2.3 Umidade da madeira

A madeira é um material orgânico de estrutura complexa e heterogênea, cujas dimensões aumentam ou diminuem com a umidade do ambiente. Zobel e Van Buijtenen (1989) indicam que as propriedades da madeira são afetadas pelo teor de umidade, sendo que sua massa e volume são afetados pela umidade; a massa de

água de 2 madeiras com a mesma % de umidade pode ser diferente (PENÃ; ROJAS, 2006).

A importância da determinação do teor de água da madeira deve-se à relação desta com as demais propriedades, como a massa específica, variações dimensionais, propriedades mecânicas e tecnológicas, e da variação do teor de água em relação às condições ambientais (SANTOS; SEBBENN; FLORSHEIM, 2009).

Galvão e Jankowsky (1985) informam que uma peça de madeira submetida a temperatura e umidade relativa constante atingirá, após certo período, o equilíbrio de troca de umidade com o ambiente, sendo que este período depende, principalmente, das dimensões da peça. A umidade da madeira no equilíbrio dinâmico da madeira-ambiente é denominada “umidade de equilíbrio - UE” que deve ser compatível com as condições de uso, evitando as variações dimensionais.

3.5.2.4 Variação dimensional da madeira

A variação dimensional da madeira - retratibilidade ou contração- implica no ganho ou perda de água abaixo do ponto de saturação das fibras ocasionando, conseqüentemente, o seu inchamento ou encolhimento. Galvão e Jankowsky (1985) indicam que a retração/inchamento da madeira são variações dimensionais em função da umidade e calculadas em % de variação da dimensão inicial; a retração é determinada pela dimensão saturada e o inchamento da madeira, em relação à sua dimensão seca.

Rezende, Escobedo e Ferraz (1988) afirmam que a retratibilidade volumétrica total da madeira indica a perda total de água da amostra saturada até sua secagem completa ($103 \pm 2^\circ\text{C}$); o ponto de saturação das fibras ocorre em umidade em torno de 28%. Ainda, Kollmann e Côté Jr. (1968) relatam que a retração da madeira aumenta com sua massa específica.

Quando a madeira perde a água de adesão ocorre a retração e o inchamento caracteriza a sua adsorção (GALVÃO; JANKOWSKY, 1985), sendo que praticamente toda a sua movimentação ocorre da umidade de saturação da parede celular e a umidade de 0%, significando que as variações dimensionais

correspondem à dessorção ou à adsorção de água higroscópica das paredes celulares.

A retração da madeira ocorre nas 3 direções, sendo maior na transversal, onde a retração mais acentuada ocorre na direção tangencial, e muito pequena na longitudinal, com o índice de retração anisotrópica representado pela razão da retração tangencial/radial, sendo que o valor próximo a 1 indica melhores espécies para marcenaria (SKAAR, 1988; OLIVEIRA; TOMAZELLO FILHO; FIEDLER, 2010). No setor moveleiro, o fator anisotrópico é indicador da qualidade da madeira, pois a sua variação dimensional deve ser próxima de 1, além de ser homogênea, para não afetar as ligações, encaixes e a estrutura do móvel (LOPES, 2007).

3.5.3 Características anatômicas da madeira

A anatomia da madeira descreve o arranjo dos elementos celulares do lenho das árvores e é aplicada na identificação das espécies (RAMALHO, 1975). Na identificação das espécies são analisadas as características macro e microscópicas de uma peça ou do lenho do tronco das árvores (IPT, 1985).

A variação das dimensões dos elementos anatômicos tem efeito marcante na qualidade da madeira e do produto final; a dimensão, distribuição e arranjo estrutural das células conferem propriedades de resistência mecânica elevada em relação à massa, boa trabalhabilidade, isolamento térmico e acústico (ROCHA; FLORSHEM; COUTO, 2004)

A utilização das características anatômicas da madeira para a certificação da espécie é uma recomendação consolidada, garantindo seu desempenho de resistência natural a organismos xilófagos e às suas propriedades físico-mecânicas (RECORD, 1949). Cury e Tomazello Filho (2011) indicam a necessidade de estudos da estrutura anatômica do lenho das espécies florestais para preconizar a sua utilização. Neste aspecto, a disposição e dimensões das estruturas celulares refletem no valor da densidade da madeira (VIEIRA, 2009).

A natureza física da madeira, segundo Panshin e Zeeuw (1980), sumariza a quantidade da substância parede celular, o arranjo e a orientação da parede celular dos tecidos e a sua composição química. A densidade da madeira relaciona-se com as dimensões, espessura da parede celular, relação do número, dimensão e espessura da parede das células (CARLQUIST, 1991).

3.5.4 Propriedades mecânicas da madeira

A madeira é considerada material ortotrópico, caracterizado pelas propriedades mecânicas únicas e independentes nos 3 eixos, longitudinal, radial e tangencial, perpendiculares entre si. A variação das propriedades mecânicas na madeira é significativa, por ser um material obtido, naturalmente, do tronco das árvores e por isso, ter suas características influenciadas pelo crescimento e fatores de clima, solo e espaçamento, etc. (FOREST PRODUCTS LABORATORY - FPL, 2010).

As propriedades mecânicas da madeira expressam o seu comportamento quando submetida às forças externas direcionadas em relação às variáveis fibras/traqueídes, duração da carga, massa específica, teor de umidade e temperatura, sendo comumente avaliadas as “propriedades de resistência” como o módulo de ruptura nos ensaios de flexão, compressão, cisalhamento, etc (MORESCHI, 2010; FPL, 2010). As propriedades mecânicas da madeira não são analisadas separadamente, mas relacionadas com as físicas, químicas e anatômicas (WANGAARD, 1950, FLP, 2010)

Segundo Scanavaca Jr. (2001) as propriedades mecânicas da madeira são divididas em 2 grupos, de resistência (incluídas as propriedades de resistência a compressão paralela e perpendicular às fibras, flexão estática e dinâmica e cisalhamento) e de elasticidade (módulo de elasticidade à flexão estática, que determina a rigidez da madeira). As propriedades físicas e mecânicas das madeiras fornecem subsídios para a definição dos seus usos e aplicações.

3.5.4.1 Flexão estática da madeira

A flexão da madeira indica a sua habilidade em absorver choques com alguma deformação permanente, sendo que trabalhar com a carga máxima é uma medida da resistência e tenacidade de madeira, realizada sob tensões de flexão combinada (FPL, 2010). As propriedades elásticas da madeira são características de corpos sólidos quando a carga aplicada situa-se abaixo do limite proporcional de elasticidade permitindo calcular o Módulo de Elasticidade – MOE; quando a carga aplicada está acima deste limite acontecem as deformações plásticas irreversíveis e,

quase sempre, seguidas pela ruptura parcial ou total a madeira, permitindo calcular o Módulo de Ruptura – MOR (WANGAARD, 1950; FLP, 2010).

Os principais fatores que influenciam na resistência da madeira em flexão são a sua inclinação da grã, a densidade, o teor de umidade e os defeitos (fendas, rachaduras, nós e incidência de organismos xilófagos).

3.5.4.1.1 Módulo de Ruptura (MOR) da madeira

Segundo Rocha, Paula e Siqueira (1988) a madeira, pela sua natureza não apresenta rupturas idênticas mesmo submetida ao mesmo tipo de solicitação (tração, compressão, flexão, etc.), sendo que a forma de ruptura depende do tipo e das características da madeira.

O módulo de ruptura é a capacidade máxima de carga de um corpo de prova de madeira em flexão, sendo proporcional ao momento máximo suportado pela amostra. O módulo de ruptura é um critério de força aceitável, apesar de não representar o verdadeiro esforço, porque a fórmula de cálculo é válida apenas para o limite de elasticidade (FPL, 2010).

3.5.4.1.2 Módulo de Elasticidade (MOE) da madeira

Pela natureza da matéria madeira e a existência de forças intermoleculares e interatômicas os corpos de prova apresentam a propriedade de deformar sob a ação de esforços, retornando à forma original cessada a causa da deformação, denominado de elasticidade. A elasticidade é a propriedade mecânica da madeira que possibilita retomar a sua forma original, sendo que a umidade é um importante fator no critério da elasticidade, com alto teor de umidade e pequenas deformações elásticas, em dado período de tempo, tornam as deformações plásticas (FPL, 2010).

Aparentemente, o limite elástico pode ser considerado um conceito arbitrário. A elasticidade significa que as deformações produzidas por baixas tensões são completamente recuperáveis depois que as cargas são removidas (KOLLMANN; COTÊ JR., 1968), com as tensões mais elevadas produzindo deformações plásticas ou rupturas (FPL, 2010).

3.5.4.2 Cisalhamento da madeira

A madeira possui resistência mínima quando o cisalhamento ocorre paralelo às fibras e na prática é o que mais ocorre; a presença de fendas e defeitos na madeira pode agravar a situação, com a madeira possuindo boa resistência ao cisalhamento perpendicular às fibras. A resistência ao cisalhamento indica a deformação de um corpo de prova de madeira, causada pela tensão de cisalhamento (BODIG; JAYNE, 1982; FPL, 2010). Como o módulo de elasticidade, o módulo de rigidez varia entre a madeira de espécies, com o teor de umidade e a sua densidade. A umidade da madeira afeta esta propriedade pois, quando ocorre a perda de água, a parede celular se enrijece, resultando em uma maior resistência da madeira a aplicações de cargas (BODIG; JAYNE, 1982).

3.5.4.3 Compressão da madeira

A compressão é a propriedade que reflete a tensão máxima sustentada por uma amostra de madeira comprimida, sendo que quanto mais seca maior é a sua resistência à compressão. A madeira com 0% de umidade consegue resistir a cargas de até 125 MPa, reduzindo para 60 MPa com 30% de umidade, no caso da madeira verde (FPL, 2010).

A relação entre a tensão e a deformação é linear em uma 1ª fase e não linear na 2ª fase, assegurando que a resistência à tração seja superior à compressão em peças de madeira livres de defeito. A resistência à compressão paralela às fibras da madeira é a tensão máxima, no seu comprimento, sustentada por uma amostra de madeira que tem uma relação entre o seu comprimento e a dimensão mínima de valor 4 (KOLLMANN; COTÊ JR., 1968).

3.5.5 Qualidade da superfície usinada da madeira

A qualidade da madeira se refere à sua capacidade para atender aos requisitos necessários para a fabricação de um produto, ou ainda, a combinação das características físicas, mecânicas, químicas e anatômicas do lenho de uma árvore que permite a sua melhor utilização para um determinado uso (GONÇALEZ et al., 2006).

Segundo Silva (2002b) o termo usinabilidade da madeira define o grau de facilidade de seu processamento com ferramentas manuais e/ou mecânicas, com a qualidade da usinagem dependendo da combinação dos seus atributos e características intrínsecas com as condições de atuação das máquinas e ferramentas cortantes. A otimização das condições de corte da madeira, para Aguilera e Martin (2001), diminui o consumo de energia, com melhor aproveitamento da matéria-prima, aumentando a vida útil das ferramentas, diminuindo os custos de usinagem, aumentando a produtividade e diminuindo o custo final do produto sem perda de qualidade na peça.

Existem inúmeras técnicas de medição da qualidade da superfície da madeira usinada, como apalpamento mecânico, técnicas óticas paramétricas e não paramétricas, laser, microscopia, emissão acústica, ultra-sonografia, pneumática, por avaliação do tipo do cavaco gerado e capacitância (CASTRO, 2000; AGUILERA; MARTIN, 2001). Segundo Silva et al. (2006b) uma alternativa para medir os parâmetros de acabamento superficial da madeira é a adaptação do setor madeireiro aos equipamentos aplicados no setor industrial. A determinação da qualidade da superfície da madeira usinada é feita pela avaliação das propriedades de um perfil bidimensional com o rugosímetro, projetado para verificar a textura e superfícies de dentes de materiais diversos.

A rugosidade da superfície da madeira usinada determina a sua aplicação final e pelo controle da rugosidade pode-se determinar a qualidade da textura final e, conseqüentemente, da sua aplicação (AGUILERA; MARTIN, 2001). As características de acabamento, como lixamento, envernizamento e rugosidade são fundamentais para verificar a qualidade de superfície da madeira.

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Planejamento experimental

O fluxo das atividades para a execução da pesquisa teve início com o processo de escolha das espécies de *Corymbia* e de *Eucalyptus*. Este processo foi norteado, primeiramente, pelas árvores das espécies exóticas com potencialidade para reflorestamento e que produzem madeira com maior potencial para fabricação de PMVA e, na sequência, fundamentada por uma pesquisa bibliográfica sobre os estudos destas espécies, complementando-se pelo levantamento das árvores das espécies plantadas na Estação Experimental de Ciências Florestais da ESALQ, localizada em Anhembi, SP.

A seleção das espécies atende estes 3 vértices e que apresentavam escassas informações na literatura ou estas encontram-se fragmentadas em artigos e outras publicações científicas, segundo a finalidade do presente trabalho, que é a avaliação da madeira e sua aplicação para o design de PMVA.

Na etapa seguinte, foram selecionadas e cortadas as árvores das espécies que foram mensuradas, identificadas e seus troncos segmentados em toras e discos para a realização dos ensaios em laboratório (Figura 1).



Figura 1 - Fluxograma do planejamento experimental (elaborado pela autora)

4.2 Caracterização do local

No presente trabalho foram selecionadas árvores de *Corymbia maculata*, *Eucalyptus cloeziana* e de *E. resinifera*, de plantações instaladas na Estação Experimental Florestal de Anhembi, do Departamento de Ciências Florestais, da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz da Universidade de São Paulo. A Estação Experimental localiza-se no município de Anhembi, SP, nas coordenadas geográficas de latitude 22°74'S, longitude 48°17'W e altitude de 455 m, com topografia plana e com solo latossolo e neossolo quartzarênico. O clima conforme Köppen-Geiger é do tipo CWA (Clima temperado úmido com inverno seco e verão quente), característico de clima subtropical (PEEL et al., 2007) de inverno seco com verão quente e chuvoso e inverno moderadamente seco e frio, com temperaturas médias mínimas e máximas de 23,5 e de 34°C, respectivamente e precipitação anual de 1100 mm, sendo rara a ocorrência de geadas (Figura 2).

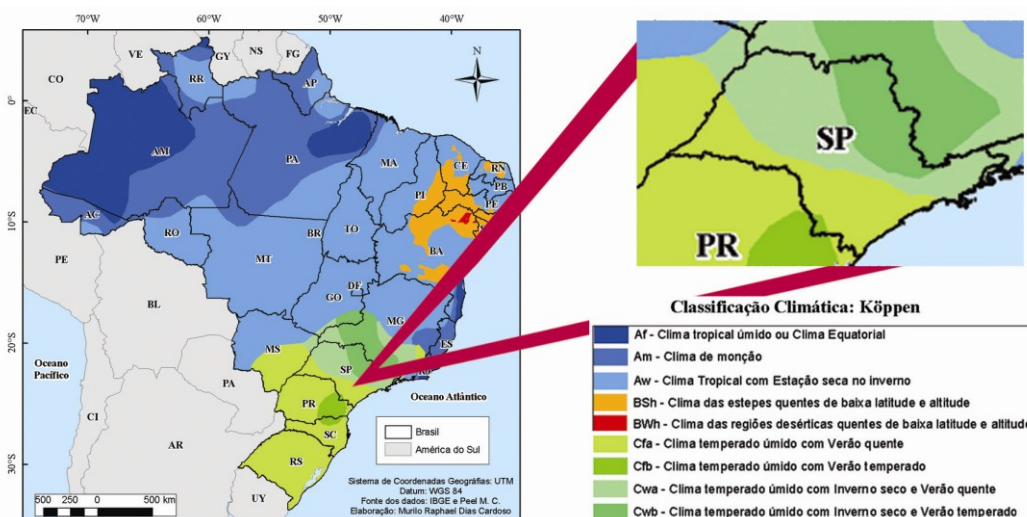


Figura 2 - Classificação climática de Köppen-Geiger para o Brasil e estado de São Paulo (Fonte: Peel et al., 2007, adap. de Cardoso, 2013, readaptado pela autora)

4.3 Seleção das espécies e das árvores

As árvores de *Corymbia maculata*, *Eucalyptus cloeziana* e de *E. resinifera*, de 24 anos, foram selecionadas de plantações de testes de progênies instaladas de janeiro-junho/1987, na Gleba 1 da Estação Experimental de Anhembi.

O plantio das mudas das 3 espécies foi realizado no espaçamento 3 x 2 m, sendo a plantação manejada com desbaste das árvores (4 desbastes, a cada 5

anos), não sendo aplicada a desrama e mantendo somente as árvores saudias e dominantes.

Foram selecionadas 5 árvores de cada uma das espécies, *Corymbia maculata*, *Eucalyptus cloeziana* e de *E. resinifera* (total de 15 árvores), de dimensões médias dos talhões, a partir do inventário florestal, incluindo a análise dos parâmetros de retidão do tronco, das características da copa, da ausência de defeitos como: (i) bifurcação, (ii) sintomas de ataque de fungos e insetos e (iii) grã espiralada da casca (Figura 3).

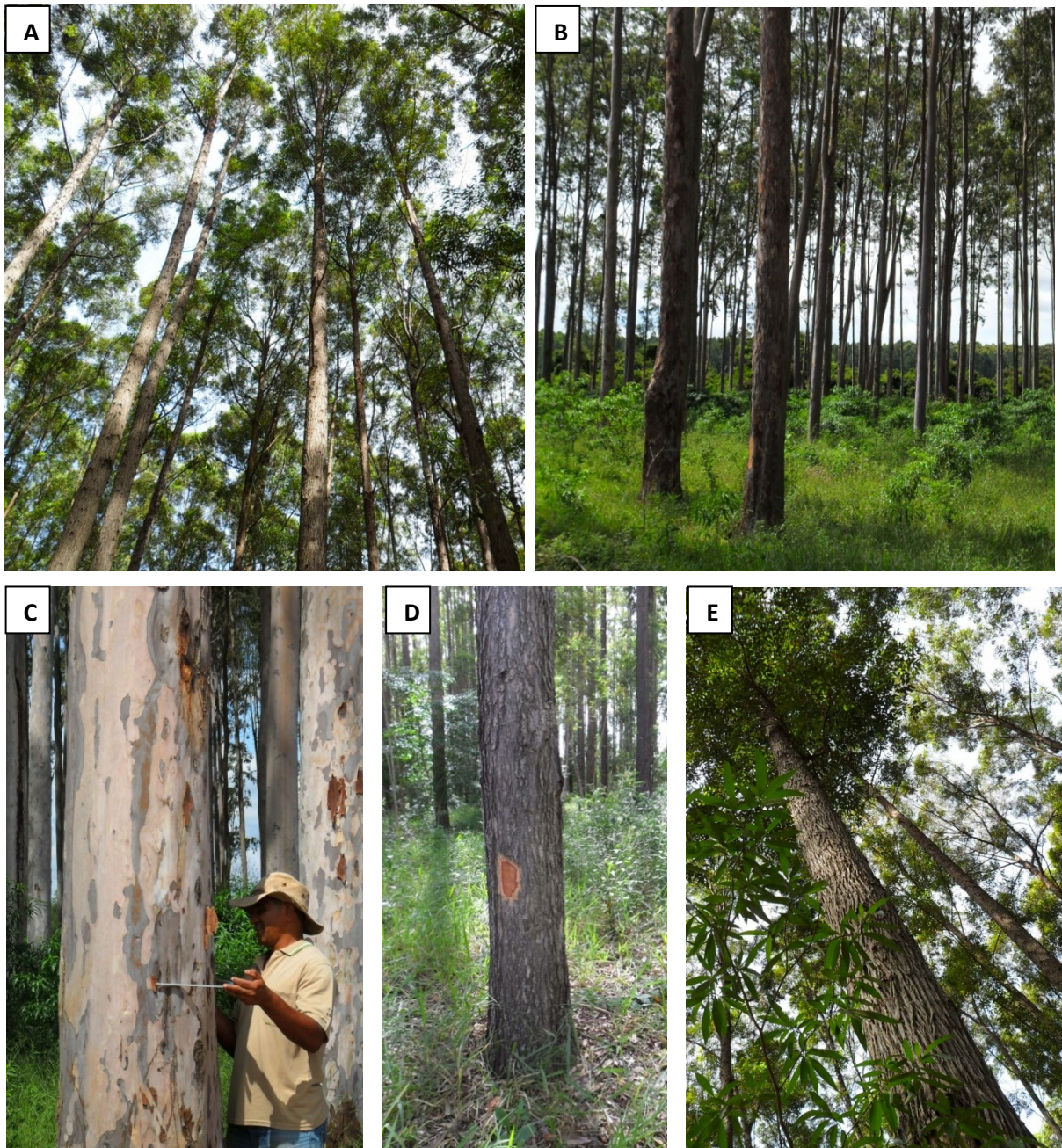


Figura 3 - Árvores de *Corymbia maculata* (A e C), de *Eucalyptus cloeziana* (B e D) e de *E. resinifera* (E): aspectos gerais da sua copa, casca e do tronco

4.4 Corte das árvores de *Corymbia* e de *Eucalyptus*

O abate das árvores das três espécies selecionadas e a posterior obtenção de discos e toras ocorreu da seguinte forma:

Os troncos das árvores das espécies de *Corymbia* e de *Eucalyptus* selecionadas foram cortados com auxílio de moto-serra e, em seguida, seccionados para a obtenção de amostras transversais do lenho (10 cm de espessura) na sua base, e a cada 4,0 m da altura do tronco, até o diâmetro mínimo de 15 cm, havendo variação na quantidade de toras e discos entre as árvores, devido a diferença de alturas entre elas.

Os discos do lenho – para os ensaios anatômicos e físicos – foram identificados e embalados em filmes plásticos para a manutenção da umidade e identificados. Da mesma forma, as toras do tronco – para os ensaios mecânicos e de qualidade da superfície - das 15 árvores foram identificadas e transportadas para o Departamento de Ciências Florestais da ESALQ, USP (Figura 4).

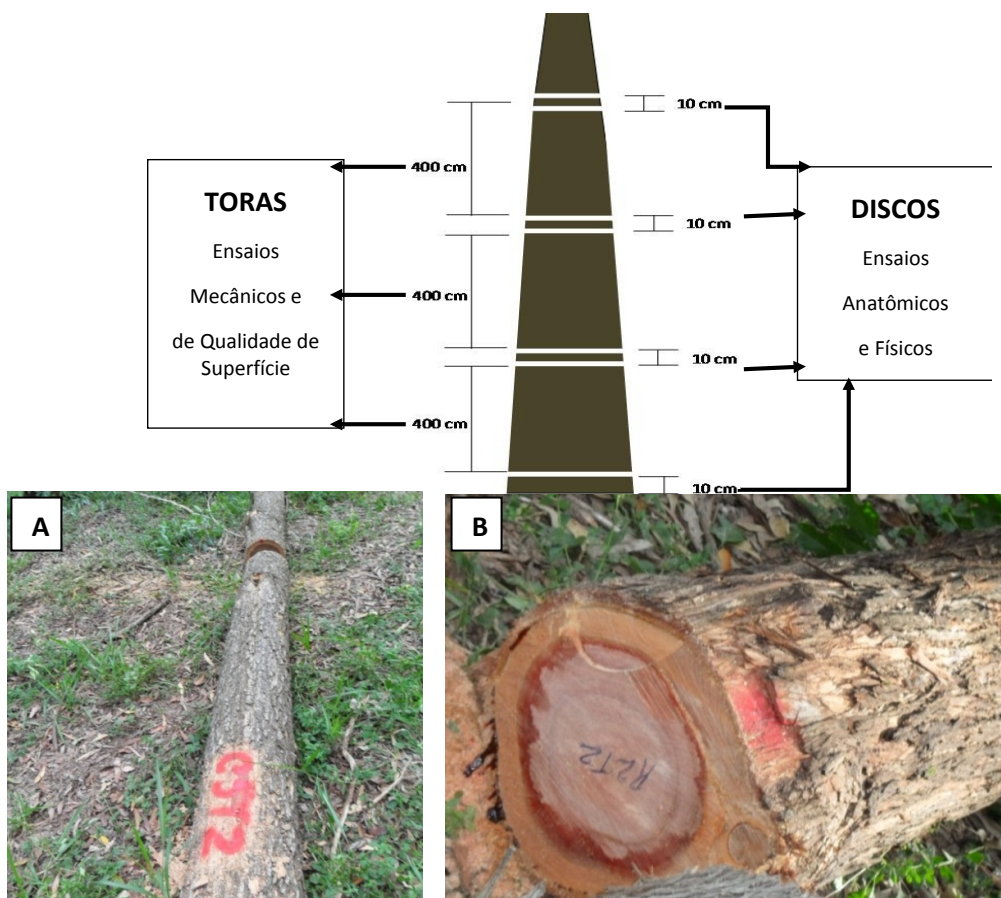


Figura 4 - Corte das árvores de *Corymbia* e de *Eucalyptus* com a amostragem dos discos e segmento das toras de lenho; (A) seccionamento do tronco; (B) identificação na casca e na seção transversal

4.5 Desdobro

O desdobro dos discos ocorreu na “Marcenaria e Carpintaria da Prefeitura do Campus USP – Luiz de Queiroz” e o desdobro das toras na “Serraria do Departamento de Ciências Florestais, pertencente aos Laboratórios de Propriedades Físicas e Processamento da Madeira e de Movelaria e Resíduos Florestais, ambos da ESALQ/USP”.

4.5.1 Desdobro dos discos e das toras das árvores de *Corymbia* e *Eucalyptus*

Desdobro dos discos do lenho: na seção transversal dos discos do lenho do tronco das árvores foram demarcadas e cortadas amostras diametrais (casca a casca, 12 cm de largura). Em seguida, nas amostras diametrais do lenho foram demarcados, cortados e identificados corpos de prova (2 x 2 e 3 x 2 cm) destinados à caracterização da estrutura anatômica e propriedades físicas (Figura 5).



Figura 5 - Seção transversal dos discos de lenho das árvores de *Eucalyptus cloeziana* (A) e *E. resinifera* (B) e demarcação das amostras diametrais; (C) demarcação das amostras radiais na seção transversal e do corpo de prova de madeira para a caracterização anatômica

Desdobro das toras do tronco: as toras das árvores foram, inicialmente, desdobradas em pranchões de madeira (13 cm de espessura) em equipamento de serra fita de desdobro. Em seguida, os pranchões de madeira foram armazenados no pátio da serraria por um período mínimo de 30 dias, para perda de umidade da madeira e para o alívio das suas tensões internas (Figura 6).



Figura 6 - Tora do tronco de árvore fixada no carro da serra fita e seu desdobro em pranchões de madeira (A); pranchões de madeira provenientes do desdobro de tora (B)

Na etapa seguinte, os pranchões de madeira foram desdobrados em vigas - no mesmo equipamento - tabicados e armazenados no pátio da serraria por um período aproximado de 90 dias. Após este período, as vigas de madeira foram cortadas em comprimentos menores, por meio de serra circular manual, e desdobradas em caibros, por meio de serra circular de mesa, e foram tabicados e armazenados por um período mínimo de 45 dias. A etapa final foi o desdobro dos caibros para a confecção de corpos de prova, para os ensaios mecânicos e da qualidade de superfície, de acordo com a norma NBR 7190/97 (Figura 7).



Figura 7 - Vigas de madeira armazenadas para a redução da umidade e alívio de tensões (A), caibros selecionados para confecção dos corpos de prova de madeira (B), corpos de prova de madeira (C, D)

4.6 Propriedades organolépticas da madeira das árvores de *Corymbia* e *Eucalyptus*

Todas as análises correspondentes às características organolépticas/sensoriais foram realizadas nos Laboratórios do Departamento de Ciências Florestais da ESALQ/USP, em especial no Laboratório de Anatomia e Identificação da Madeira – LAIM e nos Laboratórios de Química, Celulose e Energia – LQCE.

Avaliação da coloração da superfície da madeira das árvores de *Corymbia* e de *Eucalyptus* foi realizada com observações e coletas dos espectros dos corpos de prova (5 x 5 x 15 cm, orientados na seção transversal e longitudinal radial e tangencial) dos planos tangencial e radial. As peças de amostragem foram selecionadas de forma aleatória quanto a seu posicionamento relação à altura do tronco.

Na determinação da coloração da superfície da madeira foi aplicada a metodologia preconizada pela Comissão Internacional da Iluminação/CIELAB (1979), obtendo-se as coordenadas cromáticas L^* , a^* , b^* , C^* e h (Figura 8).

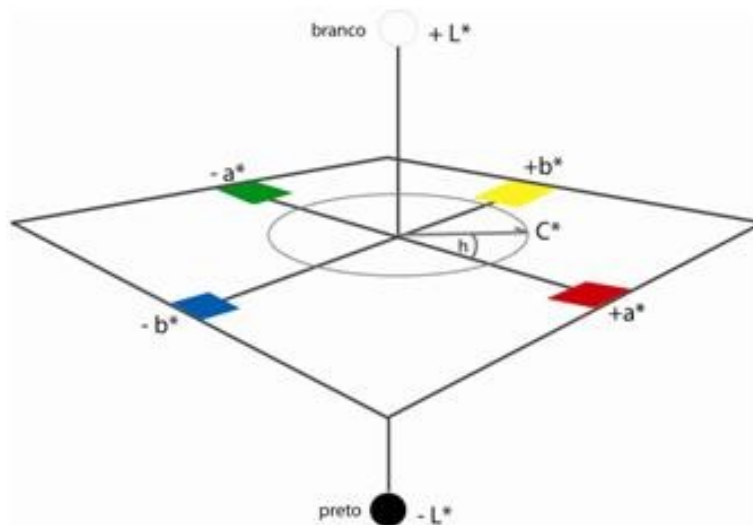


Figura 8 - Sistema CIELAB 1976 na avaliação da cor da madeira das árvores de *Corymbia* e de *Eucalyptus* (Fonte: adaptado de GONÇALEZ et al., 2001)

A leitura dos espectros foi realizada com o espectrofotômetro Minolta 2500d associado ao software “*On Color CYBERCHROME*”, em sala climatizada à 20°C, com iluminação de luz branca em sala fechada para evitar as oscilações da iluminação do dia. Na coleta de leituras foram registradas as diferenças das coordenadas cromáticas de iluminação pelo método CIELAB e cor dos corpos de prova de madeira, em sensibilidade correspondente à do olho humano, onde: onde,

o eixo L* está relacionado a luminosidade; eixo a* possui coordenadas positiva e negativa, representando a quantidade de vermelho e verde; eixo b* representa a quantidade de amarelo na coordenada positiva e de azul na negativa; ângulo C* representa a mistura entre quantidades de cores entre a* e b*, determina a cor dominante (MORI, 2003; MORI et al., 2005; TEMIZ et al. 2005; MOTTONEN; KARKI, 2008) (Figura 9).



Figura 9 - Leitura de espectros da madeira de *Corymbia maculata* com espectrofotômetro

4.7 Propriedades físicas da madeira das árvores de *Corymbia* e *Eucalyptus*

Todos os ensaios para caracterização das propriedades físicas da madeira foram realizados no Laboratório de Anatomia e Identificação da Madeira – LAIM em conjunto com os Laboratórios de Ensaio Mecânicos de Madeira e Derivados – LAMMED e Laminação e Painéis de Madeira – LLAPAM.

A **densidade básica da madeira** foi determinada pelo método de (i) medição direta (volume dos corpos de prova de madeira saturados em água/ massa seca obtida em estufa – equação (1), seguindo a norma NBR 7190/97 (ABNT, 1997), descrita por Gonçalves et al. (2006).

$$DB = \frac{PS}{H \times L \times C} \dots\dots\dots(1)$$

Onde: DB = densidade básica (g/cm³);
 Ps = massa seca (g);
 H = altura (cm); L = largura (cm);
 C = comprimento do corpo de prova úmido (cm);
 Pu = massa úmida (g).

O **teor de umidade da madeira** foi determinada de acordo com a norma brasileira NBR 7190/97 (ABNT, 1997). Os corpos de prova com dimensões de 20x30x50 mm foram inicialmente pesados em balança digital de alta precisão (0,01g) nas condições: saturada, seca ao ar, com umidade relativa do ar a 60% (UR) e, por fim, seca em estufa a 103°C±2°C até a estabilidade da massa com variação menor que 0,5%. Após todas as mensurações de peso a umidade base seca foi calculada seguindo a equação:

$$U(\%) = \frac{m_i - m_s}{m_s} \times 100$$

Onde: m_i é a massa da madeira em condição inicial, em gramas
 m_s é a massa da madeira seca, em gramas.

A **variação dimensional da madeira** das árvores de *Corymbia* e de *Eucalyptus* foi determinada de acordo com a norma NBR 7190/97 (ABNT, 1997) utilizando os corpos de prova (20x30x50mm, orientados nas 3 seções) cortados na direção radial dos discos de lenho do tronco das árvores. As dimensões dos corpos de prova de madeira, na umidade acima do ponto de saturação das fibras (PSF), foram mensuradas com paquímetro Mitutoyo Digital, determinando-se o volume do corpo de prova de madeira saturada. Em seguida, foram transferidos para estufa de secagem (temperatura, 103°C+ 2°C) e mensurados (cada 6 h) até atingir variação de volume menor ou igual a 0,5% entre 2 medições consecutivas.

As dimensões dos corpos de prova foram coletadas, novamente, e determinado o volume da madeira seca e sua variação dimensional por meio da equação:

$$\Delta V = \frac{V_{sat} - V_{seca}}{V_{seca}} \times 100$$

Onde: $V_{sat} = L_{1sat} \times L_{2sat} \times L_{3sat}$;

$V_{seca} = L_{1seca} \times L_{2seca} \times L_{3seca}$

4.8 Caracterização anatômica da madeira das árvores de *Corymbia* e *Eucalyptus*

Os ensaios para avaliação da estrutura anatômica foram ser realizados no Laboratório de Anatomia e Identificação da Madeira – LAIM - do Departamento de Ciências Florestais da ESALQ/USP.

Para a **caracterização anatômica** – dimensão das fibras e lâminas histológicas - da madeira das árvores de *Corymbia* e de *Eucalyptus* foram utilizados corpos de prova (15x15x10 e 10x10x10mm) cortados na direção radial dos discos de lenho da base e a cada 4 m do tronco das árvores (Figura 10).

Para a **determinação das dimensões das fibras** na direção radial dos discos de lenho das árvores foram demarcados e cortados os corpos de prova (10x10 mm, largura x altura), a cada 1 cm do raio, e submetidos ao processo de maceração pelo método de Franklin (JOHANSEN, 1940; SASS, 1951). Os segmentos do lenho foram transferidos para tubos de ensaio (ácido acético + peróxido de hidrogênio –120 vol 1:1) fechados e mantidos em estufa (60°C, 48 h); esgotada a solução macerante; a suspensão das células do lenho foi lavada em água, corada (safranina + glicerina) e montada lâminas de vidro. Foram coletadas imagens das fibras sob microscopia de luz e mensurada as suas dimensões (comprimento, largura, espessura da parede, diâmetro do lume) pelo programa Image Pro Plus, de acordo com as normas da IAWA (IAWA COMMITTEE, 1989) (Figura 10).

Para a **determinação das dimensões dos vasos** na direção radial dos discos de lenho das árvores foram demarcados e cortados corpos de prova de madeira (15x10 mm, comprimento x altura), a cada 1 cm do raio, e submetidos ao processo de corte histológico. Os corpos de prova foram imersos, amolecidos em água e cortadas seções transversais (15-20 µm de espessura) em navalha de aço em micrótomo de deslize. Os cortes histológicos da madeira foram clarificados (água cãndida 1:1), lavados (água destilada e ácido acético 1%), desidratados (série alcoólica, 30-100%), lavados (xilol), corados (safranina) e montados em lâminas de vidro sob lamínula (JOHANSEN, 1940; SASS, 1951). Da seção transversal do lenho/posição radial foram coletadas 3 imagens digitais em microscopia de luz (ampliação 40x) e aplicando o programa “Image Pro-Plus”, determinando-se o diâmetro tangencial, a frequência e área de vasos (Equações 1 e 2) (Figura 10).

$$\text{Frequência dos vasos} = \frac{\text{N}^{\circ} \text{ de vasos}}{\text{área do xilema}} \times 100 \dots \dots (1)$$

$$\% \text{ de área de vasos} = \frac{\text{área total vasos}}{\text{área do xilema}} \times 100 \dots \dots (2)$$

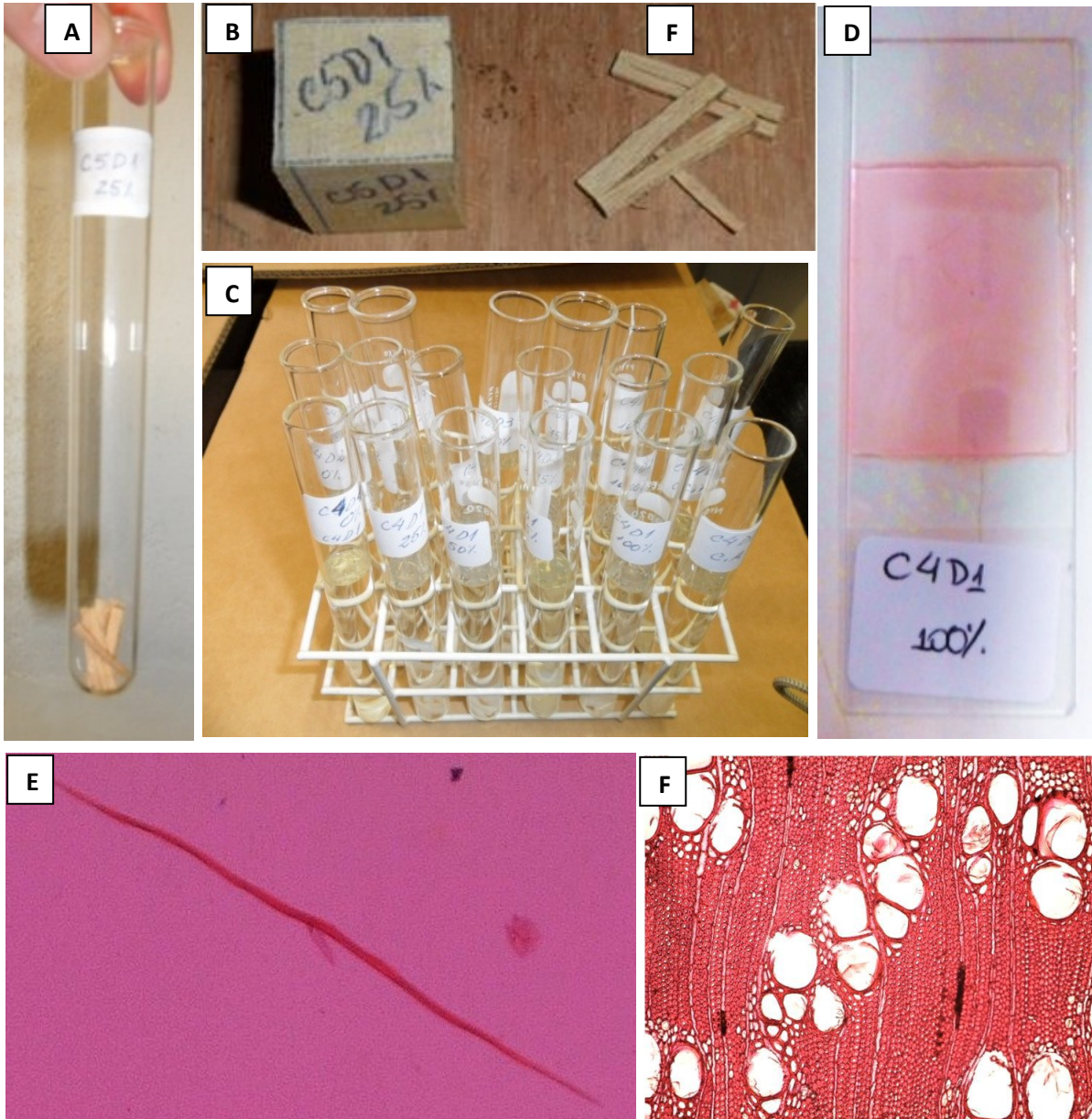


Figura 10 - Caracterização anatômica da madeira das árvores de *Corymbia* e *Eucalyptus*. (B) corpos de provas de madeira para a confecção de lâmina histológica e maceração; (A, C e D) processo de maceração, com as amostras de madeira em tubos de ensaio e lâmina de material macerado; (E e F) imagem de fibra para mensuração do comprimento e imagem dos vasos pelo plano tangencial

4.9 Propriedades mecânicas da madeira das árvores de *Corymbia* e *Eucalyptus*

Os corpos de prova de madeira para a caracterização das suas propriedades mecânicas foram retirados aleatoriamente das toras de madeira, onde cada árvore foi considerada como sendo um lote. Desta forma, foram utilizados 12 corpos de prova de madeira/árvore (lote) e, conseqüentemente, 60 corpos de prova de madeira/espécie para cada ensaio mecânico. No trabalho foi utilizada a norma de avaliação e procedimento dos ensaios mecânicos - NBR 7190/97 - Projeto de estruturas de madeira (ABNT, 1997) bem como o dimensionamento dos corpos de prova, seguindo-se o critério de “carregamento” estabelecido pela norma.

Os ensaios foram realizados na máquina universal de ensaios mecânicos “UMC 300, Contenco”, do Laboratório de Ensaio Mecânicos de Madeira e Derivados, LAMMED do Departamento de Ciências Florestais da ESALQ/USP.

Flexão estática - avaliação dos módulos de elasticidade e ruptura: para a determinação dos módulos de elasticidade e de ruptura (MOE e MOR) por meio do ensaio de flexão estática os corpos de prova de madeira foram (i) cortados, aplainados e dimensionados, (ii) climatizados até o equilíbrio higroscópico, (iii) preparados com a colocação do extensômetro para a medição do MOE e (iv) ensaiados e avaliados quanto ao MOE e MOR, seguindo os procedimentos da norma NBR 7190/97 (ABNT, 1997) (Figura 11).



Figura 11 - Corpos de prova de madeira estabilizados (A) e ensaio de flexão estática da madeira (B)

Compressão paralela - avaliação do MOE e MOR: para a avaliação do MOE e MOR nos ensaios de compressão paralela, os corpos de prova de madeira foram (i) cortados, aplainados e dimensionados, (ii) climatizados até a estabilização da

umidade, (iii) preparados para a utilização do extensômetro para a medição do MOE e (iv) ensaiados e avaliados quanto ao MOE e MOR, seguindo a norma NBR 7190/97 (ABNT, 1997) (Figura 12).

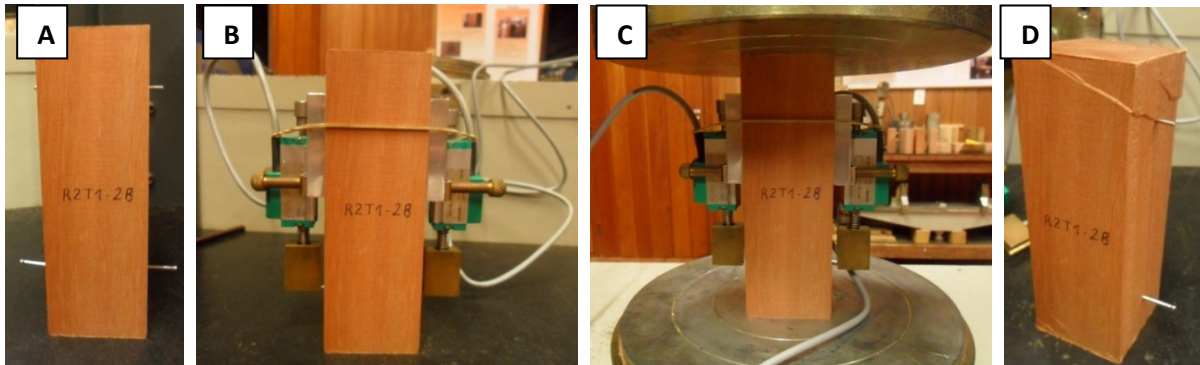


Figura 12 - Sequência do ensaio de compressão paralela: (A,B) corpo de prova de madeira e seu posicionamento do extensômetro, (C,D) corpo de prova de madeira posicionado e após o ensaio com a dinâmica da fratura

Tração perpendicular - avaliação da resistência: para a realização do ensaio de tração perpendicular às fibras, os corpos de prova de madeira foram (i) cortados, aplainados e dimensionados, (ii) climatizados até a estabilização da umidade, (iii) ensaiados e avaliados quanto a resistência a tração segundo a norma NBR 7190/97 (ABNT, 1997) (Figura 13).

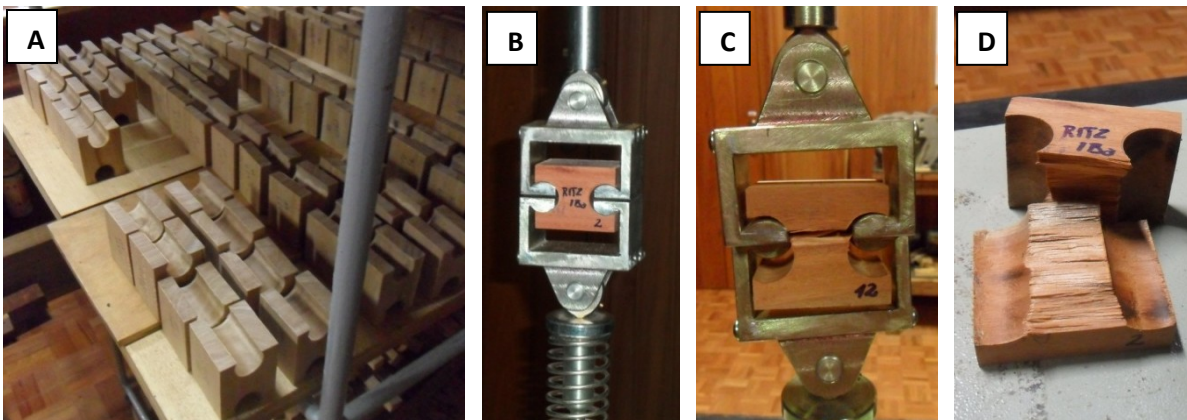


Figura 13 - Corpos de prova de madeira (A) ensaio de tração perpendicular do corpo de prova no início e no momento do seu rompimento (B,C) e corpo de prova de madeira rompido (D)

Cisalhamento - avaliação da resistência: para a determinação da resistência ao cisalhamento da madeira, os corpos de prova foram (i) cortados, aplainados e dimensionados, (ii) climatizados até o equilíbrio higroscópico, (iii)

ensaiados e avaliados quanto a resistência ao cisalhamento, seguindo a norma NBR 7190/97 (ABNT, 1997) (Figura 14).

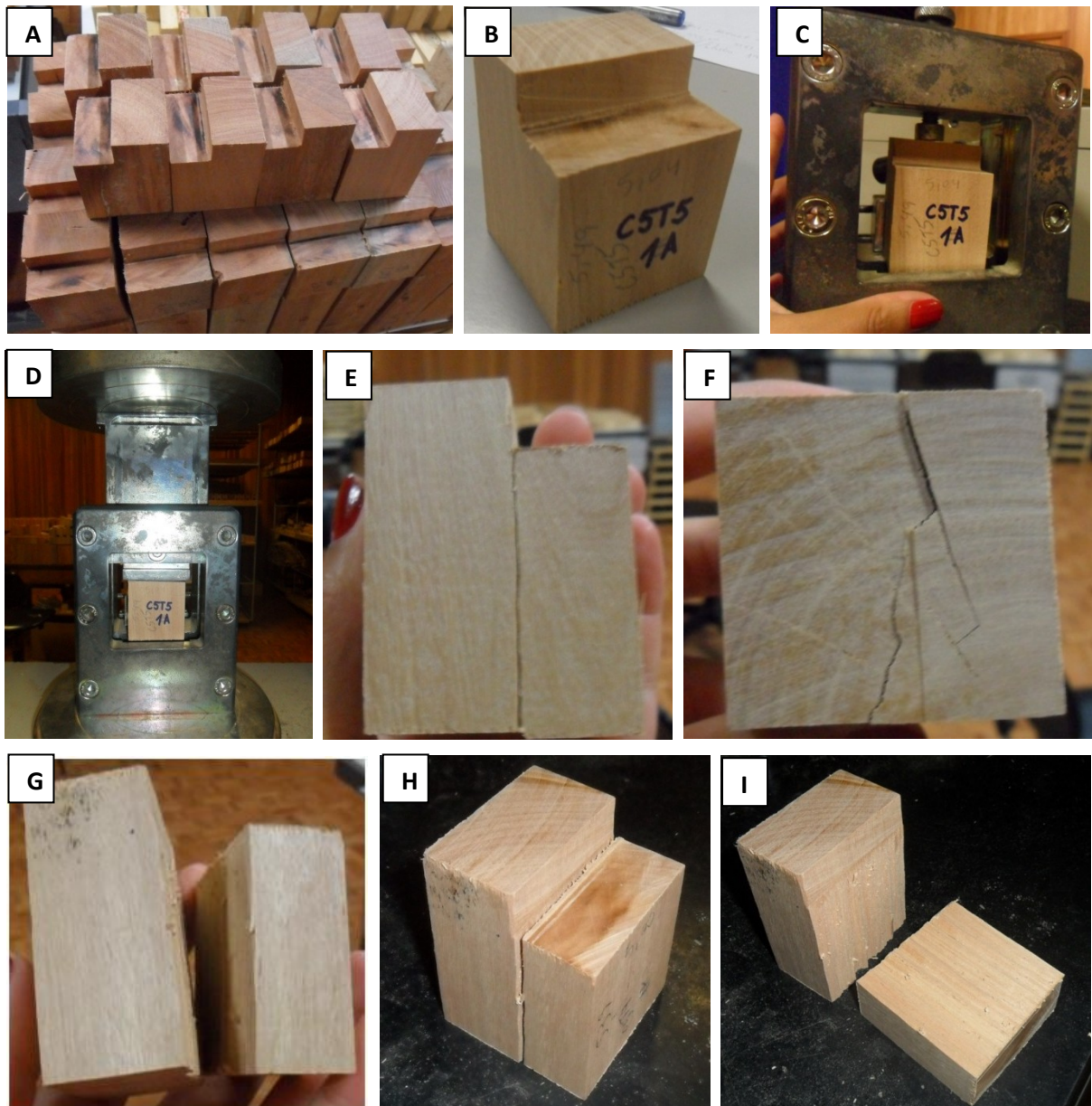


Figura 14 - Corpos de prova de madeira estabilizados e preparados para ensaio de cisalhamento (A, B), posicionamento do corpo de prova de madeira no dispositivo, no momento e após o ensaio de cisalhamento sem rompimento total (C, D, E, F) e após o rompimento total (G, H e I)

Dureza Janka - avaliação da dureza da madeira: para a determinação da dureza Janka, os corpos de prova foram (i) cortados, aplainados e dimensionados, (ii) climatizados até o equilíbrio higroscópico, (iii) selecionados para o ensaio, quanto a disposição dos anéis de crescimento, (iv) ensaiados e avaliados seguindo a norma NBR 7190/97 (ABNT, 1997) (Figura 15).

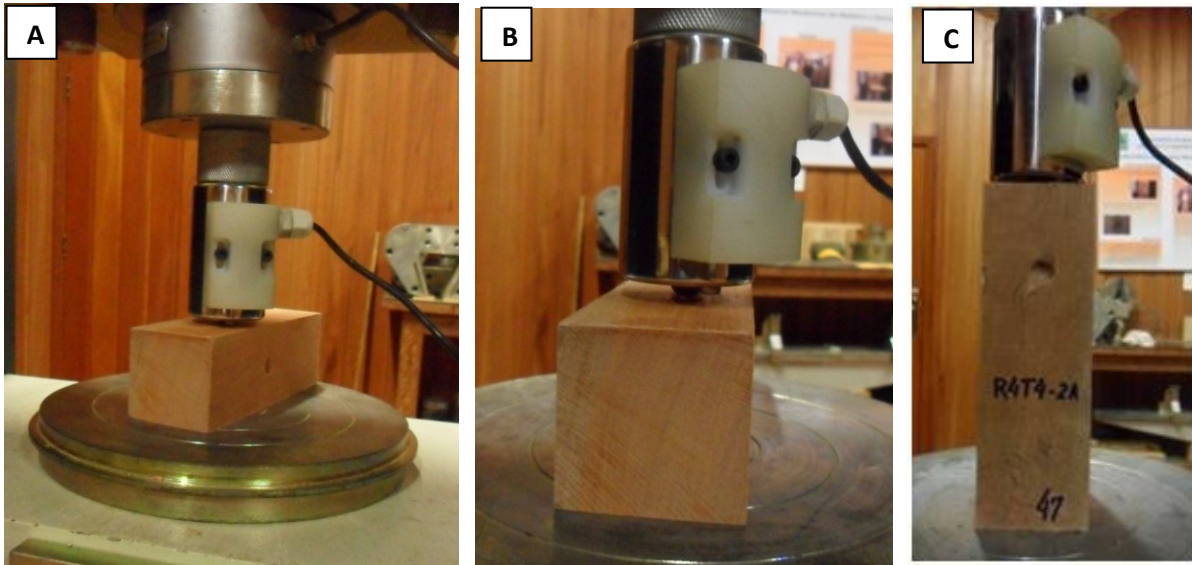


Figura 15 - Ensaio de Dureza Janka: corpo de prova de madeira em seção longitudinal (A, B); e transversal (C)

4.10 Qualidade da superfície usinada da madeira das árvores de *Corymbia* e *Eucalyptus*, com a aplicação de verniz

Os corpos de prova de madeira das árvores de *Corymbia* e de *Eucalyptus* foram secos em estufa industrial, confeccionados em formato e dimensões de piso (10 cm de largura x 2 de espessura x comprimento variando de 35 a 60 cm) e ensaiados seguindo a norma NBR 14535/2000 – Móveis de madeira – Tratamento de superfícies – Requisitos de proteção e acabamento e adaptação da norma ASTM D1666-87 – “Standard Test Methods for Conducting Machining Tests of Wood and Wood-Base Materials”.

O preparo dos corpos de prova e os ensaios de qualidade de superfície da madeira usinada foram realizados na Indústria de Pisos IndusParquet, localizada no município de Tietê/SP (Figura 16).



Figura 16 - Indústria de Pisos IndusParquet (A); estufa de secagem industrial de madeira; (B); linha de inspeção do piso de madeira pronto (C) (Fonte: www.Indusparquet.com.br)

Determinação da rugosidade na superfície da madeira: para realização deste ensaio houve uma adaptação da norma ASTM D1666-87 (ASTM, 2004), os corpos de prova de madeira foram (i) confeccionados e transformados em piso, com arredondamento dos cantos e encaixes, (ii) polimento da superfície na linha de acabamento de pisos com 4 etapas sucessivas de lixas de óxido de alumínio (granulometria 80, 100, 120 e 180), (iii) aplicações de camadas de isolante, de selador e de abrasivo, (iv) tratamento com 2 lixas (280, 320), (v) aplicação de 2 camadas de verniz, (vi) tratamento com lixas (360, por 2 vezes) e (vi) aplicação de 2 camadas de verniz.

Em cada etapa dos tratamentos, foram retirados 6 corpos de prova de madeira (total de 54 corpos/espécie) para a avaliação da rugosidade superficial em equipamento Rugosímetro de Contato modelo SJ-201P da Mitutoyo, selecionando regiões do corpo de prova sem defeitos da superfície, a distância total e parcial de

medida de 15 e 25 mm e o elemento de medição – *stylus* - se deslocando a 0,5 mm/s. (Figura 17)



Figura 17 - Ensaio de corpo de prova de madeira com equipamento rugosímetro

Determinação da resistência ao impacto: para a avaliação da resistência ao impacto, os corpos de prova de madeira, após as etapas de acabamento foram (i) preparados pela metodologia e parâmetros descritos na norma NBR 14535/2000, (ii) submetidos ao impacto por esfera específica para o ensaio (51mm de diâmetro e peso de 535 g) em 3 alturas (30, 90, 180 cm), (iii) analisada a sua superfície (dimensão do diâmetro e profundidade da penetração), (iv) inspecionados quanto ao dano no filme de acabamento e (v) graduados segundo a norma de referência (Figura 18).

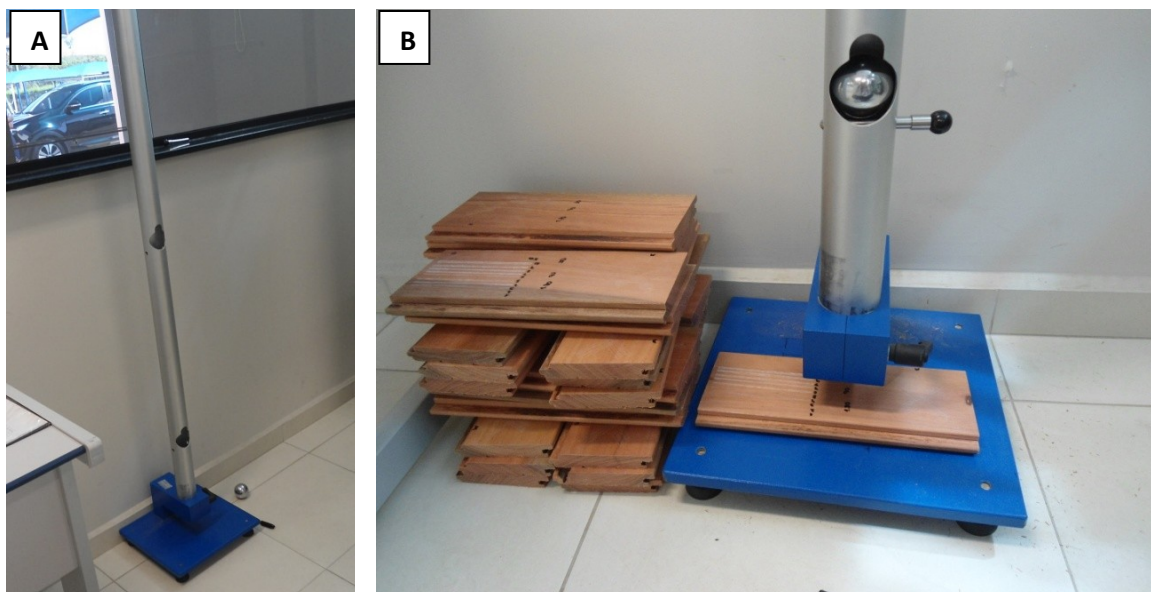


Figura 18 - Ensaio de impacto do corpo de prova de madeira (A), corpo de prova de madeira posicionado para execução do ensaio (B) (Foto: SILVA, T.A., 2013)

Determinação da resistência à abrasão: para a determinação da resistência à abrasão, os corpos de prova de madeira, após as etapas de acabamento foram (i) preparados pela metodologia e parâmetros descritos na norma NBR 14535/2000 (ABNT, 2000), (ii) submetidos ao ensaio de abrasão no equipamento Taber 5135 Abraser aplicando lixas 180 (substituídas a cada 500 ciclos), (iii) analisada a abrasão da camada da superfície até atingir o substrato, (iv) inspecionados quanto ao dano no filme de acabamento e (v) graduados segundo a norma de referência (Figura 19).

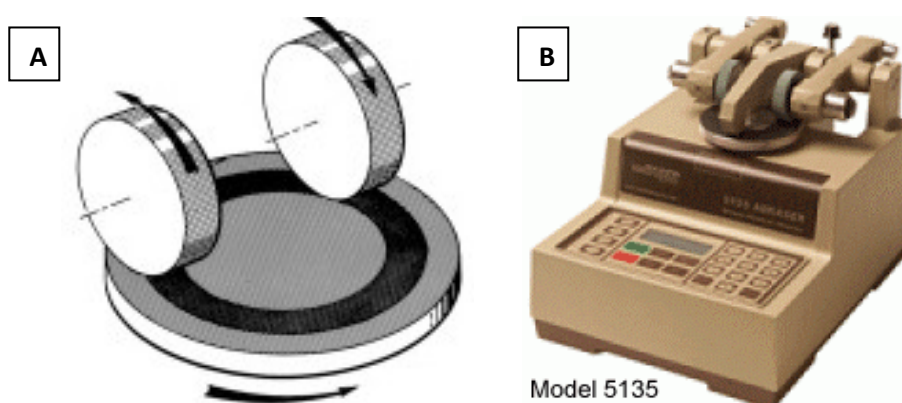


Figura 19 - Sistema rotativo empregado para o ensaio de abrasão de corpo de prova de madeira e modelo de equipamento utilizado na realização dos ensaios (Fonte: taberindustries.com)

Determinação da aderência do filme de acabamento: para a determinação da aderência de filmes de acabamento, os corpos de prova de madeira, após as etapas de acabamento foram (i) preparados pela metodologia e parâmetros descritos na norma NBR 14535/2000 (ABNT, 2000), (ii) submetidos ao ensaio de aderência, com profundidade de cortes cruzados de 0,3 mm, dispostos em forma de grade, (iii) escovados levemente com escova macia (iv) analisados quanto as partículas do filme que se soltaram e (v) graduados segundo a norma de referência (Figura 20).



Figura 20 - Ensaio de aderência do filme na superfície da madeira de *E. cloeziana*

Determinação da resistência ao risco no filme de acabamento: para a determinação da resistência ao rompimento do filme de acabamento na madeira, os corpos de prova, após concluir todas as etapas de acabamento, foram (i) preparados seguindo as metodologias e parâmetros adaptados da norma NBR 14535/2000, (ii) submetidos ao ensaio de resistência ao risco, com carga independente iniciada com 1 quilograma (kg) á 10 kg, (iii) escovados levemente com escova macia (iv) analisados quanto ao desprendimento do filme por meio do risco, e (v) graduados segundo a carga de rompimento (Figura 21).

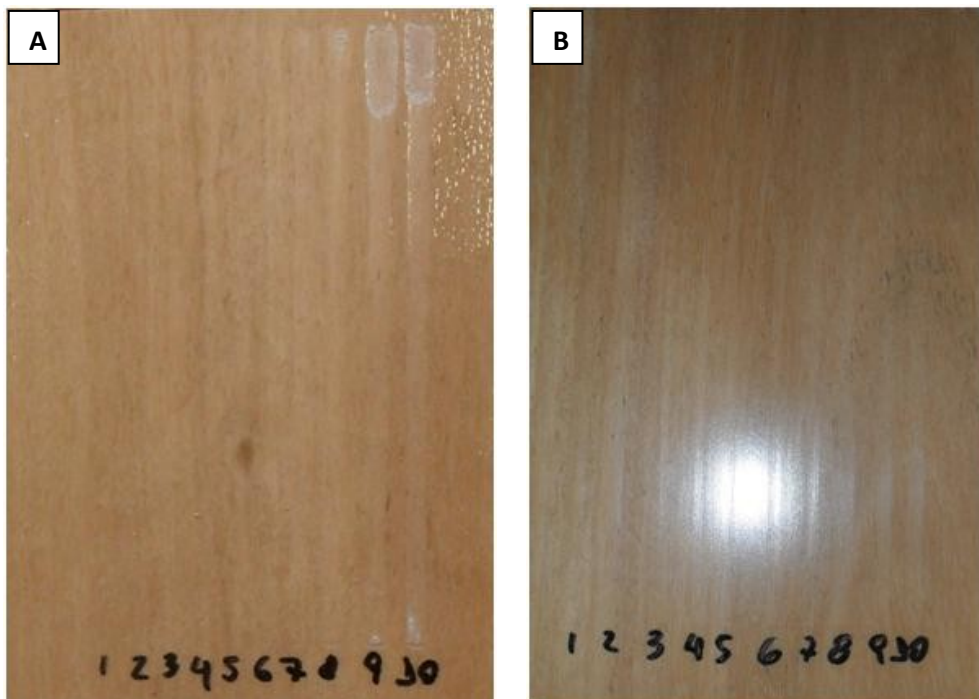


Figura 21 - Ensaio de resistência ao risco no filme na superfície da madeira de *E. cloeziana* (A) e *C. maculata* (B)

Determinação da resistência a manchas: para a determinação da resistência a manchas na superfície protegida por filme, por meio de produtos domésticos orgânicos, transparentes e/ou pigmentados, os corpos de prova, após concluir todas as etapas de acabamento, foram (i) preparados seguindo as metodologias e parâmetros descritos na norma NBR 14535/2000, (ii) submetidos a dez diferentes tipos de reagentes domésticos (água, óleo vegetal, vinagre, chá, café, suco de uva, catchup, mostarda, acetona e batom vermelho) em ensaio pontual coberto por 16 horas, (iii) limpos de acordo com os procedimentos indicados na norma (iv) analisados quanto alteração da superfície, tais como descoloração,

mudança de brilho, formação de bolhas, amolecimento, estufamento, perda de adesão, impregnação ou outra, conforme amostra ilustrada na Figura 27, e (v) classificados os produtos que podem ser considerados manchadores da superfície analisada (Figura 22).

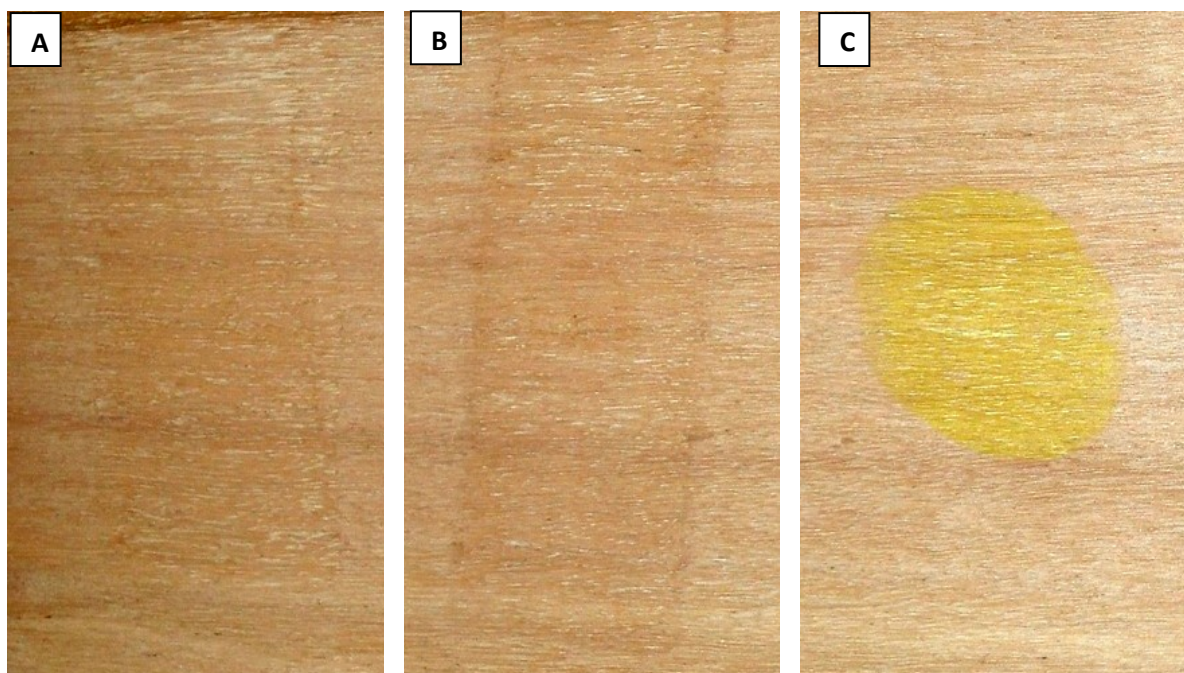


Figura 22 - Corpo de prova de madeira com camada de isolante e de selador evidenciando manchas na sua superfície causadas pela água (A), vinagre (B) e mostarda (C)

4.11 Análise dos resultados

A Análise preliminar das propriedades físicas e anatômicas das três espécies estudadas tiveram duas abordagens, considerando a direção longitudinal da árvore, nas áreas da base, meio e topo, e a direção radial do lenho em cinco posições, no sentido medula-casca.

Quanto as propriedades mecânicas a análise preliminar foi conduzida na direção longitudinal da árvore.

Para as propriedades organolépticas e qualidade de superfície a análise foi conduzida sem a consideração da direção dentro da árvore.

Em todos os ensaios os resultados foram tabulados em planilha do Microsoft Excel e as análises estatísticas foram feitas com o auxílio de estatísticos e professores da área florestal da Universidade Trás os Montes e Alto Douro (Portugal) onde foi utilizado o programa SAS (Statistical Analysis Software). Os

resultados obtidos foram feitos testes de comparação de médias (Tukey) a um nível de significância de 5%.

Finalmente, os resultados de comparação das médias foram utilizados nos testes de correlação pelo método Pearson para todas as variáveis quantitativas estudadas.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados são os valores de cada propriedade da madeira de *Corymbia* e de *Eucalyptus* sendo, no final, apresentada a sua correlação. Os resultados da análise das propriedades físicas, anatômicas e mecânicas da madeira *Corymbia* e de *Eucalyptus* são quantitativos e aplicou-se, na análise estatística, o teste Tukey com a comparação da média obtida para cada ensaio, seu desvio padrão e coeficiente de variação; em seguida correlacionado pelo método de Pearson. Os resultados da análise da qualidade da superfície da madeira *Corymbia* e de *Eucalyptus* são qualitativos e apresentados de acordo com a norma NBR 14535/2000 (ABNT, 2000) com diferentes índices de graduação.

5.1 Propriedades organolépticas da madeira das árvores de *Corymbia* e *Eucalyptus* - cor da madeira

Os resultados da caracterização da cor da madeira, na Tabela 01, indicam que as espécies avaliadas apresentam uma coloração classificada como “madeira de tonalidade clara” pelos índices positivos acima de 50% no eixo L*, que é o responsável pela luminosidade da cor. No caso das espécies estudadas foi possível observar pouca variação entre as peças retiradas próximas da base daquelas retiradas da área próxima ao topo, corroborando com o estudo de Klumpers et al. (1993) quando observaram que L* (luminosidade) e h (ângulo de tonalidade) diminuem com o avanço da idade da árvore, apresentando pouca variação tonal dentro da árvore.

Os resultados específicos indicam que a madeira de *C. maculata* e de *E. cloeziana* possuem uma cor bastante semelhante em relação à quantidade de vermelho em sua tonalidade (eixo a* positivo) embora em baixa quantidade desta coloração. A madeira de *E. resinifera* apresenta o dobro do índice desta coloração em comparação com a das demais espécies. Em termos de quantidade de amarelo (eixo b* positivo) a madeira de todas as espécies estudadas apresenta índices percentualmente próximos.

O eixo h* direciona a característica da verdadeira tonalidade de cor da madeira das espécies, sendo o ângulo de mistura das cores dominantes dos eixos a* e b*. A madeira de *C. maculata* e de *E. cloeziana* tende a apresentar mais tonalidade amarela do que a vermelha pois, além do eixo a* apresentar baixo

percentual de vermelho, o eixo b^* não apresentar resultados acima dos 50% da tonalidade amarela, o eixo h^* mostra que o ângulo de tinta está mais próximo do eixo b^* do que o a^* . No entanto, a madeira de *E. resinifera* apresenta resultado mais direcionado à tonalidade vermelha, pelo índice maior nesta tonalidade, pela quantidade inferior da tonalidade amarelo no eixo b^* , além do ângulo de tinta estar menos propenso ao amarelo se comparado às demais espécies, além do índice de luminosidade ser menor e o grau de saturação (vide Tabela 1 em conjunto com a Figura 23).

Os resultados da cor da madeira das espécies de *Corymbia* e de *Eucalyptus* corroboram os obtidos por Mori et al. (2005) em estudo com clones de *Eucalyptus sp* onde mencionam que a madeira de eucaliptos é classificada como “de tonalidade clara”, com o eixo L^* apresentando índices médios positivos maiores que 71,98, superiores aos da madeira das espécies, entretanto, para a madeira de árvores de 7,5-13,5 anos, idade inferior às das espécies abordadas neste estudo, o que pode justificar a diferença.

Tabela 1 - Médias colorimétricas baseadas no sistema CIELAB obtidas para a madeira de *Corymbia maculata*, *Eucalyptus cloeziana* e *E. resinifera*

Espécies	L^*	a^*	b^*	C^*	h^*
<i>C. maculata</i>	63,7007 (6) (9)	8,6646 (1) (12)	35,3092 (7) (20)	24,8794 (4) (16)	69,6690 (7) (10)
<i>E. cloeziana</i>	67,0222 (5) (7)	8,6142 (0,5) (6)	38,8217 (4) (10)	23,4645 (2) (8)	68,4471 (5) (7)
<i>E. resinifera</i>	56,4225 (6) (10)	17,7615 (3) (17)	22,3774 (4) (18)	28,6116 (3) (10)	51,7517 (5) (9)

Valores médios de L^* = luminosidade; a^* = matizes do eixo vermelho-verde; b^* = matizes do eixo amarelo-azul; C^* = saturação; h^* = ângulo de tinta, (desvio padrão) e (coeficiente de variação)

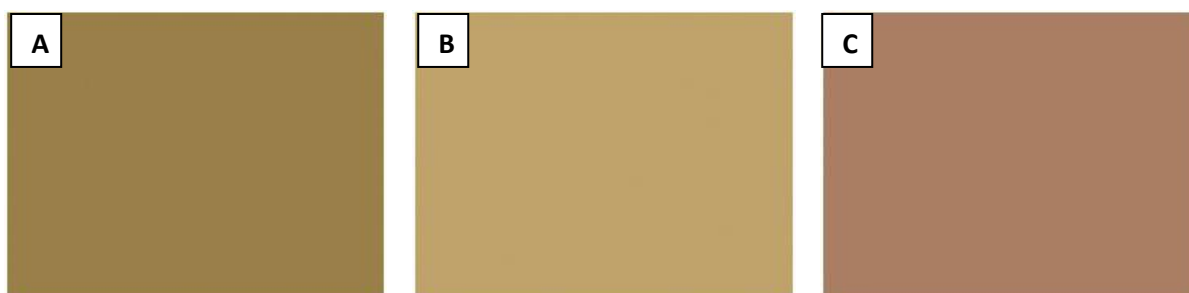


Figura 23 - Cores bases da madeira de *C. maculata* (A), *E. cloeziana* (B), *E. resinifera* (C) (Fonte: adaptação da saída do software "On Color")

5.2 Propriedades físicas da madeira das árvores de *Corymbia* e *Eucalyptus*

Os resultados das propriedades físicas da madeira são apresentados considerando a direção longitudinal do tronco das árvores de *C. maculata*, *E. cloeziana* e *E. resinifera*, em 3 diferentes regiões, sendo base, meio e topo da árvore. Na direção radial do lenho do tronco os resultados indicam os valores obtidos em 5 porcentagens, sendo 0, 25, 50, 75 e 100%, onde o índice 0% se encontra na medula e 100% no encontro com a casca.

5.2.1 Densidade básica da madeira

Os valores de densidade básica média da madeira de *C. maculata*, *E. cloeziana* e *E. resinifera* nas direções longitudinal e radial do tronco das árvores são apresentados nas Tabelas 2 e 3.

Na direção longitudinal, nas 3 alturas do tronco das árvores de *C. maculata* e de *E. resinifera* não foram detectadas diferenças significativas da densidade básica da madeira. Por outro lado, nas árvores de *E. cloeziana* observou-se diferença significativa na base e meio da árvore, em relação à densidade básica da madeira no topo do tronco. Além disso, para as árvores das 3 espécies houve diferença significativa da densidade básica da madeira da base do topo do tronco das árvores, corroborando os resultados de Alzate (2004) em árvores de híbridos de *E. grandis* x *E. saligna*. Ainda, é possível observar que a madeira de maior densidade foi formada na região do topo dos troncos e que as árvores de *Corymbia* apresentaram maior valor médio da densidade básica na base dos seus troncos. Complementando, os resultados médios podem ser comparados aos resultados obtidos por Prim e Piovesan (2011) com a madeira de *E. grandis*, com densidade de 745 kg/m³.

Na direção radial do lenho do tronco verificaram-se diferenças significativas da densidade da madeira das árvores das 3 espécies, sendo maior a 75 e 100% do raios, conforme apresentado em outras publicações (WISKAS, 1984; TOMAZELLO FILHO, 1985; LIMA, 1996; OLIVEIRA; HELLMEISTER; TOMAZELLO FILHO, 2005). Sturion et al. (1987) observaram em árvores de 12 espécies, que as de *E. citriodora*, *E. cloeziana*, *E. camaldulensis* e *C. maculata* produziram madeira de maior densidade e, portanto, mais adequadas para aplicações que requerem resistência mecânica, para a produção de energia e menos recomendadas para polpa de celulose, indicando o uso dessas madeiras para PMVA.

Tabela 2 - Densidade básica média da madeira de árvores de *C. maculata*, *E. cloeziana* e *E. resinifera* na direção longitudinal do tronco (kg/m³)

	Densidade Básica					
	base		meio		topo	
<i>C. maculata</i>	823	(a) (B) (159) (19)	788	(a) (A) (111) (14)	771	(a) (A) (74) (9)
<i>E. cloeziana</i>	737	(a) (A) (106) (14)	767	(a) (b) (A) (89) (12)	802	(b) (A B) (86) (11)
<i>E. resinifera</i>	772	(a) (A B) (115) (15)	792	(a) (A) (108) (14)	815	(a) (B) (82) (10)

Valores médios (kg/m³) seguidos de (desvio padrão) e (coeficiente de variação); letras minúscula em uma mesma linha, ou maiúscula em um mesma coluna, diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade (teste Tukey).

Tabela 3 - Densidade básica média da madeira de árvores de *C. maculata*, *E. cloeziana* e *E. resinifera* na direção radial do tronco (kg/m³)

	Densidade Básica									
	Medula - 0%		25%		50%		75%		100% - Casca	
<i>C. maculata</i>	656	(a) (A) (87) (13)	748	(b) (A) (76) (10)	806	(c) (A) (54) (7)	840	(d) (A) (34) (4)	834	(d) (A) (60) (7)
<i>E. cloeziana</i>	661	(a) (A) (61) (9)	735	(b) (A) (55) (7)	807	(c) (A) (56) (7)	879	(c) (A) (114) (13)	882	(c) (A) (115) (13)
<i>E. resinifera</i>	662	(a) (A) (81) (12)	763	(b) (A) (90) (12)	843	(c) (B) (55) (7)	877	(c) (A) (23) (3)	847	(c) (A) (43) (5)

Valores médios (kg/m³) seguidos de (desvio padrão) e (coeficiente de variação); letras minúscula em uma mesma linha, ou maiúscula em um mesma coluna, diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade (teste Tukey).

5.2.1 Umidade da madeira

Os valores médios do teor de umidade da madeira de *C. maculata*, *E. cloeziana* e *E. resinifera* na direção longitudinal e radial do tronco das árvores são apresentados nas Tabelas 4 e 5. Para a madeira das 3 espécies verificam-se diferenças significativas para o teor de umidade para a alturas do lenho – para a

mesma espécie – com menor % de umidade na região do topo do tronco, corroborando os resultados apresentados por Oliveira, Hellmeister e Tomazello Filho (2005). No entanto, não houve diferença significativa entre as 3 espécies em relação à % de umidade do lenho a cada altura do tronco analisada.

O teor % médio de umidade da madeira variou de 50,2 (*E. resinifera* – base do tronco) a 64,1% (*E. cloeziana* – ápice do tronco) similar ao apresentado por Oliveira, Hellmeister e Tomazello Filho (2005) para a madeira de *C. citriodora*, *E. paniculata* e *E. cloeziana*, de 59,6; 64,1 e 63,3%, respectivamente.

O valor médio da % de umidade da madeira na direção radial dos discos do lenho das árvores das 3 espécies apresentou elevada variabilidade entre e dentro o tronco das árvores de uma mesma espécie, com valor mínimo e máximo de 49,5 - 74,6% para *C. maculata*, 45,0-78,9% para *E. cloeziana* e de 40,7-76,7% para *E. resinifera*, com a maior diferença de 36% a medula à região externa do lenho. De forma geral verifica-se para o lenho das árvores das 3 espécies, um modelo de variação caracterizado pela diminuição da % de umidade na direção medula-casca. De acordo com Silva et al. (2012) o conhecimento da % de umidade da madeira e de sua variação nas direções longitudinal e radial do tronco das árvores são importantes para a preconização dos programas de secagem da madeira, podendo ser aplicadas diferentes velocidades, temperaturas e tempo nas estufas.

Tabela 4 - Teor médio de umidade da madeira de árvores de *C. maculata*, *E. cloeziana* e *E. resinifera* na direção longitudinal do tronco (%)

	Umidade								
	base			meio			topo		
<i>C. maculata</i>	62,2	(b)	(A)	58,5	(a b)	(A)	55,7	(a)	(A)
	(15)	(24)	(11)	(19)	(8)	(14)			
<i>E. cloeziana</i>	64,1	(b)	(A)	59,4	(b)	(A)	52,1	(a)	(A)
	(20)	(31)	(2)	(27)	(12)	(23)			
<i>E.resinifera</i>	59,8	(b)	(A)	53,4	(a b)	(A)	50,2	(a)	(A)
	(21)	(35)	(16)	(30)	(14)	(28)			

Valores médios (%) seguidos de (desvio padrão) e (coeficiente de variação); letras minúscula em uma mesma linha, ou maiúscula em um mesma coluna, diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade (teste Tukey).

Tabela 5 - Teor de umidade da madeira de árvores de *C. maculata*, *E. cloeziana* e *E. resinifera* na direção radial do lenho do tronco (%)

	Umidade				
	Medula - 0%	25%	50%	75%	100% - Casca
<i>C. maculata</i>	74,6 (c) (A) (12) (16)	63,3 (b) (A) (11) (17)	52,9 (a) (B) (5) (9)	49,5 (a) (C) (4) (8)	53,5 (a) (B) (5) (9)
<i>E. cloeziana</i>	78,9 (c) (A) (14) (18)	63,8 (b) (A) (13) (20)	51,7 (a) (A B) (7) (14)	46,0 (a) (B) (5) (11)	45,0 (a) (A) (6) (13)
<i>E. resinifera</i>	76,7 (c) (A) (16) (21)	59,6 (b) (A) (16) (27)	47,4 (a) (A) (9) (19)	40,7 (a) (A) (3) (7)	44,5 (a) (A) (6) (13)

Valores médios (%) seguidos de (desvio padrão) e (coeficiente de variação); letras minúscula em uma mesma linha, ou maiúscula em um mesma coluna, diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade (teste Tukey).

5.2.2 Variação dimensional volumétrica da madeira

Os valores médios da % de variação volumétrica da madeira de *C. maculata*, *E. cloeziana* e *E. resinifera* nas direções longitudinal e radial do tronco das árvores são apresentados nas Tabelas 6 e 7.

Verifica-se a inexistência de diferença significativa da % de variação volumétrica da madeira nas regiões da base, meio e topo do tronco das árvores das 3 espécies. Das espécies analisadas, as árvores de *E. resinifera* apresentaram o menor valor médio de variação dimensional volumétrica da madeira de 7,9-9,6%, abaixo do obtido por Müller (2013) para a madeira de *E. benthamii*, de 18,22%; da mesma forma, Gonçalves et al. (2009) determinaram valor de contração volumétrica da madeira de árvores de *E. urophylla* x *E. grandis* - de diferentes idades e tratamentos silviculturais - de 15,24 a 21,76%.

O valor médio da variação dimensional volumétrica da madeira na direção radial do tronco das árvores de *E. resinifera* foi similar ao obtido por Carmo (1996) para a madeira de árvores de *E. grandis*, de 21 anos, com tendência de aumento no sentido medula-casca, diminuindo na região mais externa do lenho. Para a madeira de *C. citriodora* e *E. cloeziana* Carmo (1996) afirmou que a variação é quase inexistente, embora tendência de aumentar no sentido medula-casca, similar ao obtido para a madeira de *C. maculata*, *E. cloeziana* no presente estudo. A elevada

variação para este parâmetro de qualidade da madeira na direção radial do lenho do tronco das árvores de eucalipto é, da mesma forma, destacada por Oliveira, Tomazello Filho e Fiedler (2010). Já em estudo realizado por Oliveira e Silva (2003) o comportamento foi semelhante, entretanto com resultados bem acima dos apresentados neste estudo, por se tratar de madeira juvenil.

Tabela 6 - Variação dimensional volumétrica média da madeira de árvores de *C. maculata*, *E. cloeziana* e *E. resinifera* na direção longitudinal do tronco (%)

Variação Dimensional Volumétrica										
	base			meio			topo			
<i>C. maculata</i>	10,8	(a)	(B)	10,7	(a)	(A) (B)	10,2	(a)	(B)	
		(1)	(9)		(1)	(9)		(1)	(9)	
<i>E. cloeziana</i>	10,0	(a)	(B)	11,1	(a)	(B)	10,9	(a)	(B)	
		(2)	(20)		(2)	(18)		(3)	(27)	
<i>E.resinifera</i>	9,1	(a)	(A)	9,6	(a)	(A)	7,9	(a)	(A)	
		(2)	(22)		(4)	(42)		(1)	(13)	

Valores médios (%) seguidos de (desvio padrão) e (coeficiente de variação); letras minúscula em uma mesma linha, ou maiúscula em um mesma coluna, diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade (teste Tukey).

Tabela 7 - Variação dimensional volumétrica média da madeira das árvores de *C. maculata*, *E. cloeziana* e *E. resinifera* na direção radial do tronco

Variação Dimensional Volumétrica										
	Medula - 0%		25%		50%		75%		100% - Casca	
<i>C. maculata</i>	8,9	(a) (A)	10,5	(b) (B)	11,3	(b) (c) (A)	11,3	(c) (B)	10,9	(b) (c) (B)
		(1) (11)		(1) (10)		(1) (9)		(1) (9)		(1) (9)
<i>E. cloeziana</i>	8,7	(a) (A)	10,4	(b) (B)	11,2	(b) (A)	11,9	(b) (B)	11,8	(b) (B)
		(2) (23)		(2) (19)		(2) (18)		(2) (17)		(3) (25)
<i>E.resinifera</i>	10,3	(b) (B)	9,1	(a) (b) (A)	9,2	(a) (b) (A)	7,4	(a) (A)	7,7	(a) (A)
		(2) (19)		(2) (22)		(5) (54)		(1) (14)		(1) (13)

Valores médios (%) seguidos de (desvio padrão) e (coeficiente de variação); letras minúscula em uma mesma linha, ou maiúscula em um mesma coluna, diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade (teste Tukey).

5.3 Anatomia da madeira

Os resultados da caracterização dos parâmetros anatômicos da madeira de *C. maculata*, *E. cloeziana* e *E. resinifera* nas direções longitudinal e radial do tronco das árvores são apresentados nas Tabelas 8 a 15.

5.3.1 Comprimento das fibras

O valor médio do comprimento das fibras da madeira de *C. maculata*, *E. cloeziana* e *E. resinifera* nas direções longitudinal e radial do tronco das árvores são apresentados nas Tabelas 8 e 9. Na madeira do tronco das árvores das 3 espécies verificaram-se diferenças estatísticas para o comprimento da fibra - dentro do tronco das árvores e para a altura base, meio e topo: o maior e menor comprimento das fibras foram obtidos no lenho próximo da base e do topo do tronco das árvores, corroborando as determinações de Arantes (2009). A maior e menor diferença do comprimento médio das fibras ocorreu no tronco das árvores de *C. maculata* (0,7 mm) e de *E. cloeziana* (0,4 mm), respectivamente. Um aspecto importante do comprimento das fibras na madeira das árvores das 3 espécies relaciona-se com a diferença significativa para este parâmetro nas 3 alturas do tronco avaliadas, com maior similaridade entre *C. maculata* e *E. resinifera* e menor similaridade entre *E. cloeziana* e *C. maculata*.

O valor médio do comprimento das fibras na direção radial do lenho do tronco das árvores atende à tendência detectada por inúmeros autores - Malan e Gerischer (1987), Rocha, Florseim e Couto (2004), Arantes (2009) - de aumento em relação à distância da medula em relação à casca. Ainda, no lenho das árvores de *C. maculata* e de *E. resinifera* não foi encontrada diferença significativa do comprimento das fibras, considerando cada ponto de amostragem radial.

Tabela 8 - Comprimento médio das fibras da madeira de árvores de *C. maculata*, *E. cloeziana* e *E. resinifera* na direção longitudinal do tronco (mm)

Comprimento de Fibras								
	base		meio		topo			
<i>C. maculata</i>	1,0276	(c) (A) (0,230) (22)	0,6486	(b) (A) (0,126) (19)	0,3287	(a) (A) (0,116) (35)		
<i>E. cloeziana</i>	1,1458	(c) (B) (0,231) (204)	0,8815	(b) (B) (0,128) (15)	0,6821	(a) (B C) (0,164) (24)		
<i>E. resinifera</i>	1,0386	(c) (A) (0,237) (23)	0,7867	(b) (A B) (0,126) (16)	0,4615	(a) (A B) (0,119) (26)		

Valores médios (mm) seguidos de (desvio padrão) e (coeficiente de variação); letras minúscula em uma mesma linha, ou maiúscula em um mesma coluna, diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade (teste Tukey).

Tabela 9 - Comprimento médio das fibras da madeira de *C. maculata*, *E. cloeziana* e *E. resinifera* na direção radial do tronco (mm)

Comprimento de Fibras										
	0%		25%		50%		75%		100%	
<i>C. maculata</i>	0,387	(a) (A) (0,117) (30)	0,744	(b) (A) (0,132) (18)	0,704	(b) (A) (0,129) (18)	0,744	(b) (A) (0,239) (32)	0,797	(b) (A) (0,239) (30)
<i>E. cloeziana</i>	0,615	(a) (B) (0,138) (22)	0,775	(b) (A) (0,173) (22)	0,829	(b) (A) (0,214) (26)	0,858	(b) (A) (0,332) (39)	1,133	(c) (B) (0,329) (29)
<i>E. resinifera</i>	0,457	(a) (A) (0,150) (33)	0,736	(b) (A) (0,128) (17)	0,822	(b) (A) (0,128) (16)	0,855	(b) (A) (0,234) (27)	0,889	(b) (A) (0,341) (38)

Valores médios (mm) seguidos de (desvio padrão) e (coeficiente de variação); letras minúscula em uma mesma linha, ou maiúscula em um mesma coluna, diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade (teste Tukey).

5.3.2 Diâmetro do lume das fibras

O valor médio do diâmetro do lume das fibras da madeira de *C. maculata*, *E. cloeziana* e *E. resinifera* nas direções longitudinal e radial do tronco das árvores são apresentados nas Tabelas 10 e 11. O valor do diâmetro do lume das fibras ao longo do tronco das árvores das 3 espécies apresenta diferença estatística, com a maior variação nas árvores de *E. cloeziana* (com maior e menor média de 18,1 e 12,2 μm) e variação de 5,9 μm , em relação às árvores de *C. maculata* e de *C. resinifera* com 4,5 e 3,0 μm , respectivamente. O valor do diâmetro do lume das fibras da madeira foi superior ao apresentado por Foelkel et al. (1975) para a madeira de árvores de 5 espécies de eucalipto, embora com idade bem inferior.

O valor médio do diâmetro do lume na direção radial apresenta alta variação no lenho principalmente nas árvores da espécie *E. cloeziana*; nas árvores das espécies *C. maculata* e *E. resinifera* não foram detectadas diferenças significativas nas posições do lenho analisadas. No entanto, as árvores de *E. cloeziana* apresenta valor similar do diâmetro do lume das fibras ao das outras 2 espécies, na posição da medula, a 0% do lenho, e diferenças significativas nas posições entre 25 e 100% do raio. Esse modelo de variação radial do diâmetro do lume das fibras foi apresentado para inúmeras espécies de eucalipto, como, para as árvores de *E. globulus*, *E. pellita* e de *E. acmenioides* verificadas por Tomazello Filho (1987).

Tabela 10 - Diâmetro médio do lume das fibras da madeira das árvores de *C. maculata*, *E. cloeziana* e *E. resinifera* na direção longitudinal do tronco (μm)

Diâmetro do Lume									
		base			meio			topo	
<i>C. maculata</i>	9,9	(c)	(A)	8,2	(b)	(A)	5,4	(a)	(A)
		(2)	(20)		(3)	(37)		(2)	(37)
<i>E. cloeziana</i>	18,1	(c)	(B)	15,8	(b)	(B)	12,2	(a)	(B)
		(3)	(17)		(3)	(19)		(3)	(25)
<i>E. resinifera</i>	9,6	(c)	(A)	8,5	(b)	(A)	6,6	(a)	(A)
		(1)	(10)		(1)	(12)		(1)	(15)

Valores médios (μm) seguidos de (desvio padrão) e (coeficiente de variação); letras minúscula em uma mesma linha, ou maiúscula em um mesma coluna, diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade (teste Tukey).

Tabela 11 - Diâmetro médio do lume das fibras da madeira das árvores de *C. maculata*, *E. cloeziana* e *E. resinifera* na direção radial do tronco (μm)

	Diâmetro do Lume									
	Medula - 0%		25%		50%		75%		100% - Casca	
<i>C. maculata</i>	8,4	(a) (A) (5) (60)	5,7	(a) (A) (1) (18)	8,4	(a) (A) (3) (36)	7,4	(a) (A) (1) (14)	9,6	(a) (A) (2) (21)
<i>E. cloeziana</i>	10,1	(a) (A) (2) (20)	12,1	(a b) (B) (2) (17)	14,3	(b c) (B) (2) (14)	16,9	(c d) (B) (3) (18)	19,6	(d) (B) (3) (15)
<i>E. resinifera</i>	6,4	(a) (A) (1) (16)	7,1	(a) (A) (1) (14)	7,8	(a b) (A) (2) (26)	8,7	(b) (A) (2) (23)	10,3	(c) (A) (2) (19)

Valores médios (μm) seguidos de (desvio padrão) e (coeficiente de variação); letras minúscula em uma mesma linha, ou maiúscula em um mesma coluna, diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade (teste Tukey).

5.3.3 Espessura da parede das fibras

O valor médio da espessura da parede das fibras da madeira de *C. maculata*, *E. cloeziana* e *E. resinifera* nas direções longitudinal e radial do tronco das árvores são apresentados nas Tabelas 12 e 13.

O valor médio da espessura da parede das fibras na direção longitudinal do lenho do tronco das árvores de *E. cloeziana* não apresentou diferença significativa, sendo observada nas árvores de *C. maculata* e *E. resinifera* foi detectada variação significativa ao longo da altura do tronco. Da mesma forma, o valor da espessura da parede das fibras base e do topo do tronco das árvores apresentaram, também, diferença significativa entre as árvores das 3 espécies em relação à posição do lenho do tronco.

O valor médio da espessura da parede das fibras na direção radial do lenho das árvores de *C. maculata* e de *E. cloeziana* não apresentou diferença significativa, embora com diferença marcante na posição radial do lenho das árvores de *E. resinifera*, conforme observado por Silva, Pastore e Pastore Júnior (2007) para o lenho das árvores de *E. grandis*. Apesar da diferença da espessura da parede das fibras no lenho das árvores das 3 espécies verifica-se que, de modo geral, enquadra-se no valor encontrado por Carvalho e Nahuz (2004).

Tabela 12 - Espessura média da parede das fibras da madeira das árvores de *C. maculata*, *E. cloeziana* e *E. resinifera* na direção longitudinal do tronco (μm)

Espessura de Parede das Fibras									
	base			meio			topo		
<i>C. maculata</i>	5,6	(a)	(A)	5,8	(a)	(A)	6,6	(b)	(B)
	(8,0)	(14)		(8,0)	(14)		(1,5)	(23)	
<i>E. cloeziana</i>	5,5	(a)	(A)	5,9	(a)	(A)	6,6	(a)	(A B)
	(8,0)	(14)		(6,0)	(10)		(1,3)	(20)	
<i>E. resinifera</i>	7,0	(c)	(B)	5,9	(b)	(A)	4,7	(a)	(A)
	(1,9)	(27)		(1,1)	(19)		(1,1)	(23)	

Valores médios (μm) seguidos de (desvio padrão) e (coeficiente de variação); letras minúscula em uma mesma linha, ou maiúscula em um mesma coluna, diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade (teste Tukey).

Tabela 13 - Espessura média da parede das fibras da madeira das árvores de *C. maculata*, *E. cloeziana* e *E. resinifera* na direção radial do tronco (μm)

Espessura de Parede das Fibras															
	Medula - 0%		25%		50%		75%		100% - Casca						
<i>C. maculata</i>	5,62	(a)	(A)	5,80	(a)	(B)	7,30	(a)	(A)	9,17	(a)	(A)	5,78	(a)	(A)
	(0,82)	(15)		(1,1)	(19)		(0,87)	(12)		(1,29)	(14)		(0,93)	(16)	
<i>E. cloeziana</i>	7,92	(a)	(A)	5,23	(a)	(A B)	5,15	(a)	(A)	5,18	(a)	(A)	7,42	(a)	(A)
	(1,11)	(14)		(1,11)	(21)		(0,64)	(12)		(1,04)	(20)		(1,1)	(15)	
<i>E. resinifera</i>	4,82	(a)	(A)	5,04	(a)	(A)	5,54	(a b)	(A)	6,13	(b c)	(A)	7,07	(c)	(A)
	(0,88)	(18)		(0,94)	(19)		(1,1)	(20)		(1,7)	(28)		(2,1)	(30)	

Valores médios (μm) seguidos de (desvio padrão) e (coeficiente de variação); letras minúscula em uma mesma linha, ou maiúscula em um mesma coluna, diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade (teste Tukey).

5.3.4 Frequência de vasos

O valor médio da frequência dos vasos madeira de *C. maculata*, *E. cloeziana* e *E. resinifera* nas direções longitudinal e radial do tronco das árvores são apresentados nas Tabelas 14 e 15. Verifica-se a ocorrência de diferença significativa para este parâmetro anatômico do lenho entre as alturas do tronco das árvores de *C. maculata* e de *E. cloeziana*, e não recorrente nas de *E. resinifera*. O valor médio da frequência dos vasos do lenho das árvores de *E. cloeziana* se assemelha à encontrada por Alzate (2004).

Constatou-se uma diminuição do número de vasos/mm² na direção radial do lenho do tronco das árvores das 3 espécies, corroborando os resultados de Tomazello Filho (1985, 1987). Sob o aspecto fisiológico das árvores, a alteração na frequência dos vasos é interpretada pela sua necessidade de aumentar a capacidade do lenho no fluxo ascendente de água e sais minerais à medida crescem em diâmetro e altura, segundo Tomazello Filho, (1987). No presente estudo foi encontrada diferença significativa para a frequência dos vasos em relação à posição do lenho no tronco das árvores, sendo que as de *E. cloeziana* foi mais representativa, embora ocorra diferença significativa entre as 3 espécies.

Tabela 14 - Frequência média dos vasos da madeira de árvores de *C. maculata*, *E. cloeziana* e *E. resinifera* na direção longitudinal do tronco (vasos/mm²)

	Frequência de vasos					
	base		meio		topo	
<i>C. maculata</i>	9,0 (c) (A) (1,6) (18)		8,0 (b) (A) (1,5) (19)		6,0 (a) (A) (1,4) (23)	
<i>E. cloeziana</i>	17,0 (c) (B) (5,0) (29)		14,0 (b) (B) (4,5) (32)		11,0 (a) (C) (3,5) (32)	
<i>E. resinifera</i>	10,0 (a) (A) (4) (40)		9,5 (a) (A) (3,5) (37)		9,0 (a) (B) (3,5) (39)	

Valores médios (vasos/mm²) seguidos de (desvio padrão) e (coeficiente de variação); letras minúscula em uma mesma linha, ou maiúscula em um mesma coluna, diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade (teste Tukey).

Tabela 15 - Frequência média dos vasos da madeira de árvores de *C. maculata*, *E. cloeziana* e *E. resinifera* na direção radial do tronco (vasos/mm²)

	Frequência de vasos				
	Medula - 0%	25%	50%	75%	100% - Casca
<i>C. maculata</i>	9,0 (c) (A) (1,5) (17)	9,0 (c) (A) (1,6) (18)	7,5 (b) (A) (1,5) (20)	7,0 (a b) (A) (1,2) (17)	6,0 (a) (B) (1,3) (22)
<i>E. cloeziana</i>	18,0 (e) (C) (3,9) (22)	16,0 (d) (C) (3,4) (21)	13,0 (c) (C) (3,0) (23)	11,0 (b) (B) (3,9) (27)	8,0 (a) (C) (1,6) (20)
<i>E. resinifera</i>	14,5 (e) (B) (1,4) (10)	12,0 (d) (B) (1,2) (10)	10,0 (c) (B) (1,5) (15)	6,5 (b) (A) (0,9) (14)	4,0 (a) (A) (1,0) (25)

Valores médios (vasos/mm²) seguidos de (desvio padrão) e (coeficiente de variação); letras minúscula em uma mesma linha, ou maiúscula em um mesma coluna, diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade (teste Tukey).

5.4 Propriedades mecânicas da madeira

5.4.1 Flexão estática da madeira

O valor médio do MOR (MPa) dos ensaios de flexão estática da madeira de *C. maculata*, *E. cloeziana* e *E. resinífera* é apresentado na Tabela 16. Analisando este parâmetro mecânico da madeira de *E. urophylla*, de 19 anos, Scanavaca Jr. e Garcia (2004) indicaram o valor médio do módulo de resistência à flexão estática (MOR) de 126,65 MPa e Rosso (2010) para a madeira de *E. grandis*, de 27 anos, de 66,64 MPa. No presente trabalho o valor médio do MOR por flexão estática da madeira das 3 espécies foi superior aos indicados. Além disso, verificou-se que o valor da resistência à flexão da madeira das árvores das 3 espécies apresenta diferença significativa na posição da base do tronco; considerando a variação significativa da madeira só ocorre para as árvores de *E. cloeziana*, com a madeira da base de menor resistência em relação à da região central e do topo do tronco.

O valor médio do MOE (MPa) dos ensaios de flexão estática da madeira de *C. maculata*, *E. cloeziana* e *E. resinífera* foi de 23724, 21505 e de 22620 MPa, respectivamente (Tabela 17). Esse valor médio foi superior ao obtido por Scanavaca Jr. e Garcia (2004) para a madeira de *E. urophylla* de 17738 MPa e por Rosso (2010) para a madeira de *E. grandis*, de 10502 MPa. Ainda, o comportamento elástico da madeira das árvores das 3 espécies não apresentou diferença significativa para a altura do tronco, exceto para as árvores de *C. maculata*; para as árvores de *E. cloeziana* e *E. resinífera* o valor médio comportamento mostrou diferença dentro da árvore e de forma inversa em relação à altura do tronco, havendo uma progressão na 1ª e regressão na 2ª espécie, considerando as regiões da base, média e apical do tronco das árvores.

Tabela 16 - Flexão estática da madeira- resultado do MOR da madeira de *C.maculata*, *E. cloeziana* e *E. resinifera* (MPa)

Flexão - MOR									
base			meio			topo			
<i>C. maculata</i>	127	(a)	(B)	129	(a)	(A)	127	(a)	(A)
		(15)	(12)		(14)	(11)		(13)	(10)
<i>E. cloeziana</i>	108	(a)	(A)	136	(b)	(A)	138	(b)	(A)
		(27)	(24)		(29)	(21)		(20)	(14)
<i>E.resinifera</i>	148	(a)	(C)	149	(a)	(B)	135	(a)	(A)
		(17)	(11)		(15)	(10)		(21)	(15)

Valores médios seguidos de (desvio padrão) e (coeficiente de variação); letras minúscula em uma mesma linha, ou maiúscula em um mesma coluna, diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade (teste Tukey).

Tabela 17 - Flexão estática - resultado do MOE da madeira de *C.maculata*, *E. cloeziana* e *E. resinifera* (MPa)

Flexão - MOE									
base			meio			topo			
<i>C. maculata</i>	25614	(a)	(B)	22120	(a)	(A)	23439	(a)	(A)
		(11122)	(45)		(4173)	(18)		(4829)	(20)
<i>E. cloeziana</i>	16748	(a)	(A)	23073	(b)	(A)	24694	(b)	(A)
		(3125)	(18)		(5883)	(25)		(5871)	(23)
<i>E.resinifera</i>	23986	(a)	(B)	22749	(a b)	(A)	21127	(a)	(A)
		(3450)	(14)		(3173)	(13)		(2531)	(11)

Valores médios seguidos de (desvio padrão) e (coeficiente de variação); letras minúscula em uma mesma linha, ou maiúscula em um mesma coluna, diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade (teste Tukey).

5.4.2 Compressão paralela da madeira - avaliação a resistência e elasticidade

O ensaio de compressão paralela resultou em valor médio de resistência (MPa) da madeira, apresentado na Tabela 18, sendo superior para a madeira de *E. resinifera* em relação às outras espécies; da mesma forma, no estudo de Severo e Tomaselli (2000) a madeira de *E. dunnii* apresentou valor de resistência de 62 MPa. Além disso, as árvores de *E. resinifera* e de *C. maculata* apresentaram madeira de comportamento semelhante da base ao topo do tronco. Para a madeira de árvores de *E.grandis*, de 21 anos, Lima e Garcia (2010) obtiveram valor de 35 e 61 MPa de resistência no ensaio de compressão paralela da madeira, mostrando grande variação dentro da espécie.

O resultado de elasticidade (MPa) do ensaio de compressão paralela da madeira das três espécies é apresentado na Tabela 19. Nesse aspecto, Severo e Tomaselli (2000) obtiveram valor de elasticidade no ensaio de compressão paralela da madeira de *E. dunnii* de 29262 MPa, superior aos encontrados na madeira de *C. maculata* e *E. cloeziana* de 22649 e 23037 MPa, respectivamente. No entanto, Ballarin e Nogueira (2003) apresentam valor menor para a madeira de *C. citriodora*, de 16981 MPa. A madeira das árvores de *E. resinifera* apresentou resultado superior deste parâmetro nas 3 alturas do tronco, comparada com demais espécies; entretanto com diferença significativa entre a região basal e mediana do tronco, que se mostrou mais elástica, em relação à madeira da região do topo das árvores.

Tabela 18 - Compressão paralela - resultado de resistência da madeira de *C. maculata*, *E. cloeziana* e *E. resinifera* (MPa)

Resistência à Compressão									
	base			meio			topo		
<i>C. maculata</i>	59	(a)	(A)	59	(a)	(A)	60	(a)	(A)
		(8)	(14)		(8)	(14)		(5)	(9)
<i>E. cloeziana</i>	55	(a)	(A)	65	(b)	(B)	68	(b)	(B)
		(7)	(13)		(6)	(10)		(7)	(10)
<i>E. resinifera</i>	72	(a)	(B)	72	(a)	(C)	70	(a)	(B)
		(8)	(11)		(7)	(10)		(6)	(8)

Valores médios seguidos de (desvio padrão) e (coeficiente de variação); letras minúscula em uma mesma linha, ou maiúscula em um mesma coluna, diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade (teste Tukey).

Tabela 19 - Compressão paralela - resultado de elasticidade da madeira de *C. maculata*, *E. cloeziana* e *E. resinifera* (MPa)

Elasticidade na Compressão									
	base			meio			topo		
<i>C. maculata</i>	22274	(a)	(A)	21918	(a)	(A)	23754	(a)	(A)
		(6368)	(28)		(7036)	(32)		(5867)	(24)
<i>E. cloeziana</i>	20767	(a)	(A)	23174	(a)	(A)	25170	(a)	(A)
		(10235)	(49)		(9791)	(42)		(14001)	(55)
<i>E. resinifera</i>	36443	(a)	(B)	31455	(a b)	(B)	27736	(b)	(A)
		(9562)	(26)		(8795)	(27)		(6358)	(22)

Valores médios (MPa) seguidos de (desvio padrão) e (coeficiente de variação); letras minúscula em uma mesma linha, ou maiúscula em um mesma coluna, diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade (teste Tukey).

5.4.3 Tração perpendicular da madeira - avaliação da resistência

Os resultados referentes à resistência apresentados por meio do ensaio de tração normal (perpendicular) às fibras podem ser observados na Tabela 20. Neste ensaio o comportamento da madeira, das três espécies estudadas, não revela diferenças significativas da base ao topo, entretanto foi apresentada diferença significativa entre as espécies, nas diferentes alturas. A madeira de *E. cloeziana* se mostrou menos resistente no ensaio de tração normal em todas as alturas do tronco e a de *E. resinifera* como a mais resistente.

Tabela 20 – Tração normal - resultado de resistência da madeira de *C. maculata*, *E. cloeziana* e *E. resinifera* (MPa)

Resistência à Tração Normal										
	base			meio			topo			
<i>C. maculata</i>	50	(a)	(A) (B)	49	(a)	(A)	48	(a)	(A)	
		(15)	(31)		(16)	(32)		(13)	(26)	
<i>E. cloeziana</i>	42	(a)	(A)	43	(a)	(B)	37	(a)	(B)	
		(16)	(39)		(17)	(39)		(12)	(32)	
<i>E. resinifera</i>	63	(a)	(B)	67	(a)	(C)	67	(a)	(B)	
		(16)	(26)		(13)	(20)		(21)	(15)	

Valores médios (MPa) seguidos de (desvio padrão) e (coeficiente de variação); letras minúscula em uma mesma linha, ou maiúscula em um mesma coluna, diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade (teste Tukey).

5.4.4 Cisalhamento da madeira - avaliação da resistência

Os resultados de resistência ao cisalhamento da madeira das árvores das 3 espécies (Tabela 21) indicam que a de *C. maculata* apresentou a menor resistência, com 130 MPa e as de *E. cloeziana* e de *E. resinifera* com 157 MPa. Para a madeira de *E. dunnii*, Severo e Tomaselli (2000) apresentaram valor de resistência ao cisalhamento de 170 MPa, superior aos resultados obtidos no presente estudo e Lobão et al. (2004) obteve resistência de 102 MPa para a madeira de *E. grandis* abaixo do encontrado para a madeira de *C. maculata*, *E. cloeziana* e *E. resinifera*. Para este parâmetro não houve diferença significativa para a madeira a diferentes alturas do tronco/dentro da espécie sendo que, no entanto, a madeira de *C. maculata* mostrou diferença significativa em relação à da madeira de *E. cloeziana* e de *E. resinifera*.

Tabela 21 - Cisalhamento - resultado do MOR da madeira de *C. maculata*, *E. cloeziana* e *E. resinifera* (MPa)

Resistência ao Cisalhamento									
	base			meio			topo		
<i>C. maculata</i>	123	(a)	(A)	135	(a)	(A)	134	(a)	(A)
		(22)	(18)		(22)	(16)		(18)	(23)
<i>E. cloeziana</i>	157	(a)	(B)	154	(a)	(B)	160	(a)	(B)
		(17)	(11)		(27)	(17)		(17)	(11)
<i>E. resinifera</i>	153	(a)	(B)	162	(a)	(B)	158	(a)	(B)
		(20)	(13)		(25)	(15)		(27)	(17)

Valores médios (MPa) seguidos de (desvio padrão) e (coeficiente de variação); letras minúscula em uma mesma linha, ou maiúscula em um mesma coluna, diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade (teste Tukey).

5.4.5 Dureza Janka - avaliação da dureza da madeira

O valor médio da dureza Janka obtido pela aplicação da força nas direções longitudinal, radial e tangencial dos corpos de prova da madeira de *C. maculata*, *E. cloeziana* e *E. resinifera* (Tabelas 22, 23, 24), verificou-se que, na direção longitudinal a madeira de *C. maculata*, *E. cloeziana* e *E. resinifera* foi de 744, 1045 e 1207 kgf, superior ao descrito por Gonzalez et al. (2006) para a madeira de *E. grandis* e *E. cloeziana*, com 531 e 655 kgf.

No entanto, na direção radial e tangencial da madeira de *C. maculata*, *E. cloeziana* e de *E. resinifera* foi de 768, 974 e 1114 kgf abaixo do obtido por Gonzalez et al. (2006) com a madeira de *E. grandis* e de *E. cloeziana* com 1133 e 1167 kgf. Caixeta et al. (2003) determinaram para a madeira de eucalipto o valor médio de dureza Janka de 834 kgf, não sendo avaliadas as faces dos corpos de prova separadamente. Considerando esta condição na avaliação desta propriedade da madeira das 3 espécies tem-se a média geral de 941 kgf.

Tabela 22 – Valor médio da dureza Janka na direção longitudinal da madeira do tronco das árvores de *C. maculata*, *E. cloeziana* e *E. resinifera* (kgf)

Dureza Janka - Direção Longitudinal									
	base			meio			topo		
<i>C. maculata</i>	726	(a)	(A)	795	(a)	(A)	802	(a)	(A)
	(104)	(14)		(116)	(14)		(113)	(14)	
<i>E. cloeziana</i>	973	(a)	(B)	997	(a)	(B)	1166	(b)	(B)
	(176)	(18)		(122)	(12)		(99)	(8)	
<i>E. resinifera</i>	1209	(a)	(C)	1172	(a)	(C)	1242	(a)	(B)
	(191)	(15)		(201)	(17)		(82)	(6)	

Valores médios (kgf) seguidos de (desvio padrão) e (coeficiente de variação); letras minúscula em uma mesma linha, ou maiúscula em um mesma coluna, diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade (teste Tukey).

Tabela 23 - Valor médio da dureza Janka na direção perpendicular às fibras (radial) da madeira de *C. maculata*, *E. cloeziana* e *E. resinifera* (kgf)

Dureza Janka - Direção Radial									
	base			meio			topo		
<i>C. maculata</i>	759	(a)	(A)	755	(a)	(A)	757	(a)	(A)
	(107)	(14)		(107)	(14)		(85)	(11)	
<i>E. cloeziana</i>	910	(a)	(B)	923	(a)	(B)	1061	(b)	(B)
	(224)	(24)		(181)	(19)		(164)	(15)	
<i>E. resinifera</i>	1070	(a)	(C)	1065	(a)	(C)	1145	(a)	(B)
	(157)	(14)		(203)	(19)		(132)	(11)	

Valores médios (kgf) seguidos de (desvio padrão) e (coeficiente de variação); letras minúscula em uma mesma linha, ou maiúscula em um mesma coluna, diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade (teste Tukey).

Tabela 24 - Valor médio da dureza Janka na direção perpendicular às fibras (tangencial) da madeira de *C. maculata*, *E. cloeziana* e *E. resinifera* (kgf)

Dureza Janka - Direção Tangencial									
	base			meio			topo		
<i>C. maculata</i>	759	(a)	(A)	779	(a)	(A)	801	(a)	(A)
	(126)	(16)		(136)	(17)		(105)	(13)	
<i>E. cloeziana</i>	890	(a)	(B)	948	(a)	(B)	1119	(b)	(B)
	(221)	(22)		(177)	(14)		(173)	(15)	
<i>E. resinifera</i>	1136	(a)	(B)	1096	(a)	(C)	1177	(a)	(B)
	(185)	(16)		(243)	(22)		(145)	(12)	

Valores médios (kgf) seguidos de (desvio padrão) e (coeficiente de variação); letras minúscula em uma mesma linha, ou maiúscula em um mesma coluna, diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade (teste Tukey).

5.5 Qualidade da superfície usinada da madeira das árvores de *Corymbia* e *Eucalyptus*, com a aplicação de verniz

5.5.1 Rugosidade na superfície da madeira

O valor médio da rugosidade ($R_a - \mu\text{m}$) da madeira de *C. maculata*, *E. cloeziana* e *E. resinifera* em 9 etapas de acabamento, simulando o processo de confecção de pisos é apresentado na Tabela 25 aplicado, também, para outros PMVA (móveis, esquadrias, etc).

O resultado do ensaio evidenciou uma alta variação do valor da rugosidade pelo (i) tipo de acabamento correspondente de cada etapa e (ii) pela natureza da madeira. O resultado compreende as classes N5 a N9, com R_a de 0,4 a 6,3 μm de acordo com as classes de rugosidade da superfície da madeira, da norma NBR8404/1984. Entretanto, o parâmetro aplicado pela indústria de piso na etapa final é classe N7 com R_a até 1,6 μm e, desta forma, a madeira de *C. maculata*, *E. cloeziana* e *E. resinifera* indicou resultado bastante satisfatório, com o valor médio na classe N6, com o R_a abaixo de 0,8 μm e com diferença significativa.

As etapas 2 a 5 do processamento apresentaram valor médio elevado que, justificam-se pelas etapas de preparação da superfície da madeira para a aplicação e fixação das camadas de verniz: por este motivo a superfície da madeira deve ser, em geral, áspera. A etapa 1 é, da mesma forma, importante onde o R_a apesar de ocupar a classe N8 – com valor de 1,6 e 3,2 μm - a superfície da madeira encontra-se em seu estado natural, lixada e apta para a superfície de acabamento do piso e de outros PMVA; relacionando-se a lista de classes de usinagem da madeira da norma NBR 8404/1984 na etapa 1, atende-se o requisito de super-acabamento.

Para a madeira de *E. benthamii*, Martins et al. (2011) obtiveram R_a de 9,34 μm , onde a superfície da madeira recebeu tratamento de lixa de 60 grãos, ou seja, tratamento de lixas inferior ao aplicado na etapa 1 deste estudo, o que impossibilita comparação direta. No entanto, para a madeira de *E. grandis*, Varanda et al. (2010) aplicaram lixas de 80 a 120 grãos (processo de dupla lixa) obtendo valor médio na classe N10, de R_a 7,34 μm , similar ao do presente trabalho.

Tabela 25 - Valor médio da rugosidade da madeira de *C. maculata*, *E. cloeziana*, *E. resinifera* com acabamento de lixa e verniz (μm)

	Rugosidade da madeira								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
C. maculata	1,97 (a)	3,06 (a)	2,8 (b)	5,11 (c)	2,8 (a)	1,14 (b)	1,53 (b)	0,46(a)	0,77 (b)
E. cloeziana	2,86 (c)	2,98 (a)	2,64 (a)	4,38 (a)	2,71 (a)	1,64 (c)	1,3 (a)	0,48(a)	0,81 (c)
E. resinifera	2,14 (b)	3,01 (a)	3,24 (c)	4,67 (b)	2,68 (a)	1,01 (a)	1,51 (b)	0,69 (a)	0,66 (a)
desv pad	(0,51)	(0,04)	(0,31)	(0,36)	(0,06)	(0,33)	(0,12)	(0,12)	(0,07)
cv	(20)	(1)	(10)	(7)	(2)	(26)	(8)	(23)	(10)

Valores médios correspondentes à rugosidade ($R_a - \mu\text{m}$) da superfície da madeira com acabamento de lixa e filme, seguidos de letras minúscula em uma mesma coluna diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade (teste Tukey) e última linha com (desvio padrão) e (coeficiente de variação) de cada coluna. Etapas 1 à 9, onde, 1: lixas 50, 80, 120 e 150; 2: isolante; 3: selador; 4: abrasivo; 5: lixas 280 e 320; 6: primeira camada de verniz; 7: segunda camada de verniz; 8: lixas 360 por 2 vezes; 9: terceira e quarta camada de verniz.

5.5.2 Resistência da madeira ao impacto por esfera

Os resultados do ensaio de impacto de uma esfera e a avaliação da ruptura do filme impregnado na superfície da madeira das 3 espécies pela norma NBR 14535/2000 são apresentados na Tabela 26. O valor médio obtido é considerado bastante satisfatório quanto à qualidade da aderência do filme na superfície e da elasticidade da madeira. A madeira de *C. maculata* apresentou graduação 4 (até 2 fissuras circulares na borda do impacto) na etapa 7 (última camada de verniz antes da última seção de lixa) com impacto a 1,80 m de altura; a madeira de *E. cloeziana* apresentou graduação 4 na última etapa, com impacto a 1,80 m de altura.

A depreciação da superfície da madeira das 3 espécies ocasionada pelo impacto indicou que a de *E. cloeziana* apresentou maior profundidade (0,49 mm; maior diâmetro de 15,91mm) na penúltima etapa do processo (8ª) com altura de impacto de 1,80 m. Os resultados são similares aos de Padilha et al. (2006) indicando para a madeira de *E. grandis* a profundidade média de 0,46 mm, pelo impacto a 1,80 m.

Tabela 26 - Resistência do filme da superfície de acabamento da madeira de *C. maculata*, *E. cloeziana* e *E. resinifera* ao impacto em 3 alturas

Resistência ao Impacto									
	C. maculata			E. cloeziana			E. resinifera		
h	30	90	180	30	90	180	30	90	180
1	NSE	NSE	NSE	NSE	NSE	NSE	NSE	NSE	NSE
2	5 (0,05) (0,11) (6,17) (7,29)	5 (0,12) (0,20) (5,89) (9,96)	5 (0,24) (0,37) (10,32) (12,83)	5 (0,11) (0,13) (8,20) (8,86)	5 (0,14) (0,23) (10,13) (11,11)	5 (0,32) (0,44) (13,88) (14,71)	5 (0,03) (0,12) (6,27) (10,23)	5 (0,07) (0,24) (9,28) (12,71)	5 (0,26) (0,34) (13,55) (15,82)
3	5 (0,11) (0,15) (8,56) (9,23)	5 (0,20) (0,32) (8,96) (13,09)	5 (0,24) (0,37) (10,32) (12,83)	5 (0,12) (0,16) (8,00) (9,61)	5 (0,24) (0,26) (11,55) (12,80)	5 (0,34) (0,43) (14,40) (15,59)	5 (0,03) (0,08) (5,04) (6,44)	5 (0,13) (0,19) (9,50) (12,46)	5 (0,21) (0,32) (12,51) (13,96)
4	5 (0,06) (0,12) (6,95) (8,05)	5 (0,19) (0,21) (10,69) (11,69)	5 (0,24) (0,37) (10,32) (12,83)	5 (0,09) (0,10) (6,29) (9,29)	5 (0,16) (0,26) (10,11) (11,88)	5 (0,26) (0,42) (13,05) (14,43)	5 (0,06) (0,14) (5,04) (9,27)	5 (0,13) (0,19) (9,95) (11,22)	5 (0,22) (0,28) (11,26) (13,71)
5	5 (0,07) (0,13) (8,55) (10,05)	5 (0,18) (0,31) (10,40) (13,89)	5 (0,24) (0,37) (10,32) (12,83)	5 (0,05) (0,12) (7,88) (9,73)	5 (0,13) (0,27) (10,04) (12,82)	5 (0,25) (0,40) (13,27) (15,51)	5 (0,05) (0,09) (6,25) (8,07)	5 (0,13) (0,19) (9,95) (11,22)	5 (0,22) (0,28) (11,26) (13,71)
6	5 (0,10) (0,18) (9,70) (10,82)	5 (0,22) (0,28) (12,12) (14,14)	5 (0,24) (0,37) (10,32) (12,83)	5 (0,07) (0,16) (5,96) (9,14)	5 (0,21) (0,26) (9,75) (11,54)	5 (0,30) (0,38) (13,71) (14,26)	5 (0,07) (0,12) (7,57) (8,87)	5 (0,14) (0,16) (10,36) (11,38)	5 (0,21) (0,32) (12,57) (14,16)
7	5 (0,04) (0,12) (6,59) (8,90)	5 (0,19) (0,24) (10,61) (11,70)	4 (0,24) (0,37) (10,32) (12,83)	5 (0,15) (0,26) (8,35) (8,37)	5 (0,21) (0,23) (11,53) (11,80)	5 (0,14) (0,34) (12,05) (13,96)	5 (0,07) (0,13) (7,84) (8,87)	5 (0,18) (0,21) (11,10) (12,50)	5 (0,29) (0,33) (13,15) (13,94)
8	5 (0,06) (0,11) (7,09) (8,72)	5 (0,15) (0,28) (10,31) (11,58)	5 (0,24) (0,37) (10,32) (12,83)	5 (0,10) (0,18) (7,60) (8,30)	5 (0,20) (0,25) (10,69) (12,76)	5 (0,37) (0,49) (14,37) (15,91)	5 (0,04) (0,12) (5,05) (8,41)	5 (0,09) (0,18) (7,95) (11,82)	5 (0,18) (0,22) (13,45) (13,65)
9	5 (0,06) (0,11) (8,41) (9,26)	5 (0,16) (0,22) (11,37) (12,16)	5 (0,24) (0,37) (10,32) (12,83)	5 (0,09) (0,10) (8,18) (9,10)	5 (0,21) (0,26) (10,91) (11,45)	4 (0,24) (0,31) (12,76) (13,33)	5 (0,08) (0,29) (7,45) (8,73)	5 (0,16) (0,17) (11,08) (11,80)	5 (0,07) (0,25) (12,86) (14,86)

1ª linha: NSE: não submetido ao ensaio devido ausência de camada de filme. Valores de 1 à 5 são correspondentes à graduação da área ensaiada (1: mais de 25% da camada do filme removida; 2: trinca ou fissura estendida fora da camada de impacto; 3: trinca ou fissura moderada ou severa somente na área de impacto; 4: uma ou duas fissuras circulares na borda da área de impacto; 5: nenhuma fissura).

2ª linha: Valores entre parênteses são referentes à profundidade causada pela esfera de impacto;

3ª linha: Valores entre parênteses são referentes ao menor e maior diâmetro causado pela esfera de impacto;

Etapas 1 à 9, onde, 1: lixas 50, 80, 120 e 150; 2: isolante; 3: selador; 4: abrasivo; 5: lixas 280 e 320; 6: primeira camada de verniz; 7: segunda camada de verniz; 8: lixas 360 por 2 vezes; 9: terceira e quarta camada de verniz.

5.5.3 Resistência da madeira à abrasão

O resultado do ensaio de abrasão da superfície da madeira de *C. maculata*, *E. cloeziana* e *E. resinifera* revestida por filme e analisada pela impregnação de pigmento é apresentado na Tabela 27.

Nas etapas de 1 a 5 o resultado para a madeira das 3 espécies foi similar e, a partir da 6ª etapa, detectou-se uma alteração, sobretudo, para a madeira de *E.*

resinifera, que suportou maior número de ciclos, indicativo de maior resistência do filme à abrasão. Na 8ª etapa (última seção de lixamento) os ciclos de abrasão diminuem em relação à 7ª etapa, com a superfície da madeira submetida ao tratamento das lixas antes dos ensaios; no entanto, observa-se que a madeira de *C. maculata*, apesar do número inferior de ciclos em relação à madeira de *E. resinifera*, na 8ª etapa, apresentou maior estabilidade na progressão dos ciclos.

Tabela 27 - Resistência à abrasão da superfície da madeira de *C. maculata*, *E. cloeziana* e *E. resinifera* recoberta por filme de acabamento (ciclos)

Abrasão - Ensaio com pigmento									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
C. maculata	ABS	ABS	10	1030	1010	1060	1110	1100	1510
E. cloeziana	ABS	ABS	10	1020	1020	1050	1230	1050	1520
E. resinifera	ABS	ABS	10	1050	1000	1200	1510	1200	1730

Valores correspondente aos ciclos de rotação. ABS: Absorção do pigmento isento de abrasão por lixa. Etapas 1 à 9, onde, 1: lixas 50, 80, 120 e 150; 2: isolante; 3: selador; 4: abrasivo; 5: lixas 280 e 320; 6: primeira camada de verniz; 7: segunda camada de verniz; 8: lixas 360 por 2 vezes; 9: terceira e quarta camada de verniz.

5.5.4 Aderência da madeira ao filme de acabamento

O resultado do valor da graduação de aderência do filme na superfície da madeira das 3 espécies segundo a norma NBR 14535/2000 é apresentado na Tabela 28. Neste ensaio, o resultado é altamente satisfatório obtendo-se a graduação máxima, ou seja, sem qualquer tipo de remoção do filme, e entretanto permanece completo.

Tabela 28 - Índice do comportamento de aderência do filme na madeira de *C. maculata*, *E. cloeziana* e *E. resinifera*

Aderência do filme à madeira									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
C. maculata	NSE	5	5	5	5	5	5	5	5
E. cloeziana	NSE	5	5	5	5	5	5	5	5
E. resinifera	NSE	5	5	5	5	5	5	5	5

Valores correspondente à graduação de aderência do filme na superfície da madeira (1 filme removido em mais de 50 % dos quadrados; 2: filme removido completamente em um ou mais quadrados sendo menor que 50%; 3: filme removido ao longo do corte; 4: filme removido nas intersecções do corte; 5: cortes perfeitos sem remoção do filme) e NSE: não submetido ao ensaio devido ausência de camada de filme.. Etapas 1 à 9, onde, 1: lixas 50, 80, 120 e 150; 2: isolante; 3: selador; 4: abrasivo; 5: lixas 280 e 320; 6: primeira camada de verniz; 7: segunda camada de verniz; 8: lixas 360 por 2 vezes; 9: terceira e quarta camada de verniz.

5.5.5 Resistência da madeira ao risco no filme de acabamento

O ensaio de resistência do filme de acabamento ao risco na superfície da madeira das 3 espécies, até o seu desprendimento (Tabela 29) não indica diferença até a sua 5ª etapa. Nesta etapa a superfície da madeira sofre o tratamento de atrito do objeto de risco, exibindo a propriedade de resistência ao risco. Na 6ª a 8ª etapa, a camada de verniz apresenta comportamento diferenciado na superfície da madeira das 3 espécies; na última etapa verifica-se uma resposta altamente satisfatória, sem o rompimento do filme, suportando 10 kg de carga e sem o comprometimento da superfície da madeira.

Tabela 29 - Resistência do filme de acabamento ao risco aderido na superfície da madeira de *C. maculata*, *E. cloeziana* e *E. resinifera*

Resistência do filme ao risco									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
C. maculata	NSE	RM	RM	RM	RM	10	NR	10	NR
E. cloeziana	NSE	RM	RM	RM	RM	10	10	8	NR
E. resinifera	NSE	RM	RM	RM	RM	7	6	8	NR

Valores correspondente ao peso em kg submetido sobre o filme em 8 ciclos (ensaio realizado com 1 a 10 kg). NSE: não submetido ao ensaio devido ausência de camada de filme.; RM: Retenção do material; NR: Não houve rompimento do filme. Etapas 1 à 9, onde, 1: lixas 50, 80, 120 e 150; 2: isolante; 3: selador; 4: abrasivo; 5: lixas 280 e 320; 6: primeira camada de verniz; 7: segunda camada de verniz; 8: lixas 360 por 2 vezes; 9: terceira e quarta camada de verniz.

5.5.6 Resistência da madeira às manchas

O resultado do ensaio de resistência às manchas de 10 reagentes domésticos na superfície da madeira das 3 espécies, realizado em todas as etapas, é apresentado na Tabela 30. Verificou-se que 9 dos 10 reagentes mostraram uma reação similar às manchas na superfície da madeira das 3 espécies, com a formação da mancha na 1ª e 2ª etapa com a superfície natural da madeira e aplicação de 1 única camada de isolante – a superfície da madeira torna-se mais vulnerável à absorção dos reagentes e favorável à ocorrência de manchas. Com somente a aplicação do 10º reagente - batom vermelho – verificou-se uma leve apresentação de mancha na 3ª etapa da madeira de *C. maculata* e *E. cloeziana*. Os resultados são importantes para PMVA, pois o objetivo da aplicação da cobertura de acabamento é proteger a superfície da madeira, com o ensaio mostrando indicando um eficaz bloqueio da mancha com uma leve cobertura da superfície da madeira.

Tabela 30 - Resistência da superfície natural e aplicação de filme da madeira de *C. maculata*, *E. cloeziana* e *E. resinifera* às manchas por reagentes domésticos

etapas	reagentes	Resistência à manchas		
		<i>C. maculata</i>	<i>E. cloeziana</i>	<i>E.resinifera</i>
1	água	mancha	mancha	mancha
2		mancha	mancha	mancha
3 a 9		...	...	...
1	óleo de cozinha	mancha	mancha	mancha
2		mancha	mancha	mancha
3 a 9		...	...	...
1	vinagre	mancha	mancha	mancha
2		mancha	mancha	mancha
3 a 9		...	...	...
1	chá	mancha	mancha	mancha
2		mancha	mancha	mancha
3 a 9		...	...	...
1	café	mancha	mancha	mancha
2		mancha	mancha	mancha
3 a 9		...	...	...
1	suco de uva	mancha	mancha	mancha
2		mancha	mancha	mancha
3 a 9		...	...	...
1	catchup	mancha	mancha	mancha
2		mancha	mancha	mancha
3 a 9		...	...	...
1	mostarda	mancha	mancha	mancha
2		mancha	mancha	mancha
3 a 9		...	...	...
1	acetona	mancha	mancha	mancha
2		mancha	mancha	mancha
3 a 9		...	...	...
1	batom vermelho	mancha	mancha	mancha
2		mancha	mancha	mancha
3		mancha	mancha	...
4 a 9		...	...	...

Os resultados demarcados com (...) foram isentos de mancha. Etapas 1 à 9, onde, 1: lixas 50, 80, 120 e 150; 2: isolante; 3: selador; 4: abrasivo; 5: lixas 280 e 320; 6: primeira camada de verniz; 7: segunda camada de verniz; 8: lixas 360 por 2 vezes; 9: terceira e quarta camada de verniz.

5.6 Correlações das propriedades da madeira

Para propiciar uma análise das propriedades da madeira das 3 espécies foi aplicada uma correlação visando identificar o grau de dependência existente entre elas (Tabela 31). Essa correlação entre as propriedades da madeira permite verificar que, dentre as propriedades mecânicas, os níveis de significância para os ensaios

de compressão (MOR), em relação à flexão (MOR), cisalhamento e dureza Janka foram altamente significativos; muito significativo em relação à tração e significativo em relação a flexão (MOE). Entretanto, a comparação das propriedades mecânicas com as físicas da madeira, indica somente a significância do resultado dos ensaios de flexão (MOE) para densidade básica e variação dimensional. Dentre as propriedades mecânicas e anatômicas da madeira, verifica-se que a resistência ao cisalhamento apresenta significância em relação ao diâmetro do lume das fibras e com a frequência de vasos, indicando que, quanto maior a porosidade da madeira, menor será a sua resistência ao cisalhamento, corroborando com Albino, Mori e Mendes (2012). O resultado da correlação das propriedades físicas e anatômicas da madeira houve significância da umidade e o comprimento das fibras da madeira, conforme apresentado por Chimelo (2007). Entre as características anatômicas da madeira verifica-se a significância do diâmetro do lume e o comprimento de fibras e a frequência de vasos.

Tabela 31 - Correlação das propriedades físicas, anatômicas e mecânicas da madeira das árvores de *C. maculata*, *E. cloeziana* e *E. resinifera*

Correlação entre as Propriedades Físicas, Mecânicas e Anatômicas																
	MOR Flex	MOE Flex	MOR Comp	MOE Comp	MOR.Tra	MOR-Cis	D. Janka - Rad	D. Janka - Tan	D. Janka - Topo	Db	Umid	MovDim Vol	FreqVas	CompFib	EspPar	DiaLume
MOR-Fle	1	0,507	0,5701	0,265	0,2585	0,2477	0,4003	0,4143	0,3992	0,2319	-0,2732	0,1606	-0,2341	-0,0356	-0,0119	0,0547
MOE-Fle	0,507	1	0,3104	0,2829	0,088	0,0185	0,0162	0,0614	-0,0169	0,3141	-0,2967	0,319	-0,2534	-0,0292	0,1668	-0,0119
MOR-Com	0,5701	0,3104	1	0,6258	0,4305	0,4827	0,6584	0,7266	0,7037	0,2193	-0,4215	-0,1789	-0,1709	-0,1035	-0,1115	-0,1399
MOE-Com	0,265	0,2829	0,6258	1	0,383	0,1994	0,301	0,4209	0,3695	0,2155	-0,2996	-0,2755	-0,2736	0,0636	0,0272	-0,2411
MOR.Tra	0,2585	0,088	0,4305	0,383	1	0,1583	0,3104	0,283	0,309	0,2771	-0,2882	-0,4469	-0,2345	-0,1028	-0,191	-0,1992
MOR-Cis	0,2477	0,0185	0,4827	0,1994	0,1583	1	0,7082	0,6692	0,6895	0,1237	-0,3841	-0,0672	0,3683	0,068	0,0947	0,3604
D. Janka -Rad	0,4003	0,0162	0,6584	0,301	0,3104	0,7082	1	0,9381	0,9463	0,1685	-0,36	-0,1594	0,2418	0,1152	-0,1334	0,1863
D. Janka -Tan	0,4143	0,0614	0,7266	0,4209	0,283	0,6692	0,9381	1	0,9367	0,1828	-0,3555	-0,2272	0,075	0,0141	-0,0876	0,0385
D. Janka -Topo	0,3992	-0,0169	0,7037	0,3695	0,309	0,6895	0,9463	0,9367	1	0,1269	-0,3355	-0,2694	0,1936	0,0456	-0,1225	0,0963
Db	0,2319	0,3141	0,2193	0,2155	0,2771	0,1237	0,1685	0,1828	0,1269	1	-0,7431	-0,0491	-0,2807	-0,1141	0,023	-0,0497
Umid	-0,2732	-0,2967	-0,4215	-0,2996	-0,2882	-0,3841	-0,36	-0,3555	-0,3355	-0,7431	1	0,062	0,2176	0,3939	-0,1041	0,1104
MovDimVol	0,1606	0,319	-0,1789	-0,2755	-0,4469	-0,0672	-0,1594	-0,2272	-0,2694	-0,0491	0,062	1	0,0903	0,1806	-0,0273	0,3214
FreqVas	-0,2341	-0,2534	-0,1709	-0,2736	-0,2345	0,3683	0,2418	0,075	0,1936	-0,2807	0,2176	0,0903	1	0,6002	-0,0928	0,8124
CompFib	-0,0356	-0,0292	-0,1035	0,0636	-0,1028	0,068	0,1152	0,0141	0,0456	-0,1141	0,3939	0,1806	0,6002	1	-0,1361	0,5866
EspPar	-0,0119	0,1668	-0,1115	0,0272	-0,191	0,0947	-0,1334	-0,0876	-0,1225	0,023	-0,1041	-0,0273	-0,0928	-0,1361	1	-0,1411
DiaLume	0,0547	-0,0119	-0,1399	-0,2411	-0,1992	0,3604	0,1863	0,0385	0,0963	-0,0497	0,1104	0,3214	0,8124	0,5866	-0,1411	1

Os níveis de significância do coeficiente de correlação (r) para para 43 Graus de liberdade (45 observações) podem ser interpretados como:

- $r < 0.294$ (ns – não sig. – nível de probabilidade inferior a 95%)
- $r > 0.294$ (* - sig. - nível de probabilidade superior a 95%)
- $r > 0.378$ (** - muito sig. - nível de probabilidade superior a 99%)
- $r > 0.474$ (***) - altamente sig. - nível de probabilidade superior a 99.9%)

6 CONCLUSÕES

Os resultados do presente trabalho permitem concluir que:

- a *propriedade organoléptica* referente à cor da madeira é indicada pela tonalidade clara, sobretudo nas de *C. maculata* e *E. cloeziana*, com maior índice de amarelo com luminosidade acima de 63 pontos e na de *E. resinifera* com maior índice de vermelho e luminosidade em torno de 56 pontos, sendo indicadas para PMVA pelo seu aspecto natural e pela aceitação de tingimento;

- as *propriedades físicas*, a madeira das espécies é classificada como pesada, de densidade de cerca de 800 kg/m³; apresentando teor de umidade de 53 a 58% e variação dimensional volumétrica de 8 a 10%; é considerada estável, importante na sua aplicação como matéria prima para PMVA;

- *anatomia da madeira*, o diâmetro do lume e a espessura de parede das fibras são similares entre as espécies; o comprimento das fibras e a frequência de vasos mostram divergência com a literatura.

- *propriedades mecânicas*, a madeira apresenta elevada resistência e elasticidade à condição de flexão e compressão, na média da madeira das espécies de alta densidade; a madeira de *E. cloeziana* e de *C. maculata* mostrou-se menos resistente à tração normal e ao cisalhamento; para a dureza Janka a madeira das espécies teve bom desempenho sem perda na face transversal do lenho; os resultados são propícios para a madeira destinadas a PMVA, sobretudo na fabricação de pisos;

- *qualidade da superfície*, no ensaio de rugosidade há sensível diferença entre a superfície lixada “in natura” e a com acabamento completo com filme de verniz, indicando que a camada de acabamento é menos rugosa do que a madeira “in natura” lixada; a superfície da madeira “in natura” é de boa qualidade após tratamento com lixas e pode ser recomendada para a confecção de móveis e esquadrias; além disso, durante os tratamentos a superfície da madeira sofreu alteração da rugosidade abaixo do máximo permitido para a indústria, classificada com ótimo índice no quesito aplicação de acabamento em filme; no ensaio de impacto com esfera e aderência do filme a superfície da madeira não apresentou desprendimento ou fissura do filme, o que representa um benefício no processo de acabamento e uso do produto final; o ensaio de abrasão do filme e de resistência ao risco indicou resultado próximo aos das madeiras tropicais nativas utilizadas pela indústria, com destaque para a madeira de *E. resinifera*; o ensaio de resistência às

manchas indicou que a madeira das espécies são resistentes, com a absorção do reagente na superfície “in natura”, e na 1ª etapa, com uma camada de isolante.

- *as propriedades da madeira* das espécies indicam a existência de parâmetros que se relacionam e que não apresentam relação, importantes para preconizar a sua aplicação como PMVA.

7 RECOMENDAÇÕES

Os resultados do presente trabalho possibilitam as seguintes recomendações:

- *análise química da madeira*, a caracterização das propriedades químicas da madeira de *C. maculata*, *E. cloeziana* e de *E. resinifera* pode aumentar a possibilidade de suas aplicações como PMVA;

- *ensaios de usinagem da superfície da madeira*, para efetivar os critérios de aplicação da madeira maciça das espécies e o potencial para a sua aplicação como PMVA, inclusive em laminação;

- *construção e avaliação dos PMVA simulando o uso*, visando incentivar os produtores para o plantio das árvores das espécies de reflorestamento de uso não convencional e as indústrias para sua aplicação na fabricação de móveis, esquadrias e pisos, etc.

- *integração das instituições* - universidades, institutos de pesquisas e indústrias privadas - no desenvolvimento de novas pesquisas em qualidade da madeira e o aprofundamento das em andamento, possibilitando a sua aplicação para produtos de PMVA.

REFERÊNCIAS

- ADEODATO, S.; VILLELA, M.; BETIOL, L.S.; MONZONI, M. **Madeira de ponta a ponta: o caminho desde a floresta até o consumo**. São Paulo: FGV, RAE, 2011. 128 p.
- AGUILERA, A.; MARTIN, P. Machining qualification of solid wood of *Fagus silvatica* L. and *Picea excelsa* L.: cutting forces, power requirements and surface roughness. **Holz als Roh-um Werkstoff**, Berlin, n. 6, p. 483-488, 2001.
- ALBINO, J.C.; TOMAZELLO FILHO, M. **Variação da densidade básica de madeira e produtividade de *Eucalyptus* SSP**. Planaltina: EMBRAPA, CPAC, 1985. 43 p. (Boletim de Pesquisa, 26).
- ALBINO, V.C.S.; MORI, F.A.; MENDES, L.M. Influência das características anatômicas e do teor de extrativos totais da madeira de *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden na qualidade da colagem. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 22, n. 4, p. 803-811, out/dez. 2012.
- ALZATE, S.B.A. **Caracterização da madeira de árvores de clones de *Eucalyptus grandis*, *E. saligna* e *E. grandis x urophylla***. 2004. 133 p. Tese (Doutorado em Recursos Florestais) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2004.
- AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. **ASTM D1666 – 87**: standard test methods for conducting machining tests of wood and wood-base materials. West Conshohocken, 2004. 19 p.
- _____. **ASTM D4541 – 09**: standard test method for pull-off strength of coatings using portable adhesion testers. West Conshohocken, 2004. 16 p.
- AMPARADO, K.F.; CARVALHO, A.M.; GARCIA, R.A.; LATORRACA, J.V.F. Caracterização do rendimento em madeira serrada de *Eucalyptus saligna* Smith nas condições verde e seca. **Revista Forestal Venezolana**, Mérida, v 52, p. 71-76, ene./jun. 2008.
- ANDRADE, E.N. **O eucalipto**. 2. ed. Jundiaí: Companhia Paulista de Estradas de Ferro, 1961. 667 p.
- ANGELI, A.; BARRICHELO, L.E.G.; MÜLLER; P.H. **Indicações para escolha de espécies de *Eucalyptus***. Piracicaba: IPEF, 2005. Disponível em: <<http://www.ipef.br/identificacao/eucalyptus/indicacoes.asp>>. Acesso em: 17 ago. 2011.
- ARANTES, M.D.C. **Variação nas características da madeira e do carvão de um clone de *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden x *Eucalyptus urophylla* S.T. Blake**. 2009. 135 p. Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia da Madeira) Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2009.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE MADEIRA PROCESSADA MECANICAMENTE. **Estudo setorial 2003**: produtos de madeira sólida. Curitiba, 2003. 53 p.

_____. **Estudo setorial 2007 ano base 2006**: indústria de madeira processada mecanicamente. Curitiba, 2007. 42 p.

_____. **Estudo setorial 2009 ano base 2008**: indústria de madeira processada mecanicamente. Curitiba, 2009. 44p

_____. **Produtos de madeira**. Curitiba, 2004. 5 p. (Artigo Técnico, 15).

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS DE MÓVEIS. **Relatório do panorama das indústrias moveleiras**. São Paulo, 2007. 50 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14535**: móveis de madeira - tratamento de superfícies - requisitos de proteção e acabamento. Rio de Janeiro, 2000. 22 p.

_____. **NBR 14806**: madeira serrada de eucalipto. Rio de Janeiro, 2002. 11 p.

_____. **NBR 14807**: peças de madeira serrada – dimensões. Rio de Janeiro, 2002. 2 p.

_____. **NBR 7190**: projeto de estruturas de madeira. Rio de Janeiro, 1997. 107 p.

_____. **NBR 8404**: indicação do estado de superfícies em desenhos técnicos. Rio de Janeiro, 1984. 10 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PRODUTORES DE FLORESTAS. **Anuário estatístico da ABRAF 2010**: ano base 2009. Brasília, 2010. 140 p.

_____. **Anuário estatístico da ABRAF 2011**: ano base 2010. Brasília, 2011. 130 p.

_____. **Anuário estatístico da ABRAF 2012**: ano base 2011. Brasília, 2012. 150 p.

BARRY, J.P. **Desempenho acústico em edifícios habitacionais**. In: ENCONTRO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ACÚSTICA, 22., 2008, Belo Horizonte. Belo Horizonte: SOBRAC, 2008. 63 p. (Apostila de mini-curso).

BALLARIN, A.W. NOGUEIRA, M. Caracterização elástica da madeira de *Eucalyptus citriodora*. **Cerne**, Lavras, v.9, n.1, p. 66-80, 2003.

BENJAMIN, C.A. **Estudo da estrutura anatômica e das propriedades físico-mecânicas da madeira de *Corymbia (Eucalyptus) citriodora***. 2006. 158 p. Tese

(Doutorado em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista "Julio de Mesquita Filho", Botucatu, 2006.

BODIG, J.; JAYNE, B.A. **Mechanics of wood and wood composites**. New York: Van Nostrand Reinhold, 1982. 722 p.

BRANCHERIAU, L.; BAILLÈRES, H. Use of the partial least squares method with acoustic vibration spectra as a new grading technique for structural timber. **Holzforschung**, München, v. 57, n. 6, p. 644-652, June 2005.

BRASIL. Câmara Setorial de Silvicultura. **Agenda estratégica do setor de florestas plantadas**. Brasília, 2009. 36 p.

_____. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Instituto Interamericano de Cooperação para a Agricultura. **Cadeia produtiva de madeira**. Brasília: IICA, 2007. 84 p.

_____. Ministério da Ciência e Tecnologia. Financiadoras de Estudos e Projetos e Programa de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico. **Estudo da competitividade da indústria brasileira: competitividade da indústria de móveis de madeira**. Campinas: FECAMP, 1993. 96 p. (Nota Técnica Setorial).

_____. **Estudo da competitividade de cadeias integradas no Brasil: impactos das zonas de livre comércio / cadeia: madeira e móveis**. Campinas: UNICAMP, IE, NEIT, 2002. 216 p. (Nota Técnica Final).

_____. Serviço Florestal Brasileiro. **Florestas do Brasil em resumo - 2010: dados de 2005-2010**. Brasília: SFB, 2010. 152 p.

BROWN, C. **The global outlook for future wood supply from forest plantations**. Rome: FAO, Forestry Policy and Planning Division, 2000. 164 p. (Working Paper Series, 3).

CAIXETA, R.P.; TRUGILHO, P.F.; ROSADO, S.C.S.; LIMA, J.T. Propriedades e classificação da madeira aplicada à seleção de genótipos de *Eucalyptus*. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 27, n. 1, p. 23-51, 2003.

CARLQUIST, S. Anatomy of vine and liana stems: review and synthesis. In: PUTZ, F.E.; MOONEY, H.A. (Ed.). **The biology of vines**. Cambridge: Cambridge University Press, 1991. p. 53-71.

CARMO, A. P. T. **Avaliação de algumas propriedades da madeira de seis espécies de eucalipto**. 1996.74 p. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 1996.

CARVALHO, A.M.; NAHUZ, M.A.R. Interferência na qualidade e rendimento de polpa celulósica de eucalipto devido ao uso múltiplo da madeira. **CERNE**, Lavras, v. 10, p. 242-256, 2004.

CASTRO, E.M. **Estudo da usinabilidade de chapas de MDF para usinagem de desbaste e acabamento**. 2000. 122 p. Dissertação (Mestrado em Ciências e Engenharia dos Materiais) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2000.

CAVACO, L.S. **Revestimentos de paredes exteriores de madeira**. 2001. 96 p. Dissertação (Mestrado em Construção) - Instituto Superior Técnico de Lisboa, Lisboa, 2001.

CHIMELO, J.P. Anatomia e propriedades gerais da madeira. In: OLIVEIRA, J.T.S.; FIELDLER, N.C.; NOGUEIRA, M. (Comp.). **Tecnologias aplicadas ao setor florestal**. Jerônimo Monteiro: UFV, 2007. p. 107-124.

COELHO, M.R.F.; BERGER, R. Competitividade das exportações brasileiras de móveis no mercado internacional: uma análise no mercado internacional: uma análise segundo a visão de desempenho. **Revista da FAE**, Curitiba, v. 7, n. 1, p. 51-65, jan./jun. 2004.

CURY, G.; TOMAZELLO FILHO, M. Descrição anatômica de espécies de madeira utilizadas na construção civil. **Floresta e Ambiente**, Rio de Janeiro, v. 18, n. 3, p. 227-236, jul./set. 2011.

DUCATTI, M.A.; JANKOWSKY, I.P.; ANDRADE, A. Condições da secagem convencional em indústrias madeireiras no município de Tietê, SP. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, n. 59, p. 101-113, 2001.

FERREIRA, C. A.; SILVA, H. D. da. **Condução de plantações para produção de madeira para desdobro**. In: FERREIRA, C. A.; SILVA, H. D. da (Org.). Formação de povoamentos florestais. Colombo: Embrapa Florestas, p. 79-84, 2008.

FERREIRA, M. **Escolha de espécies de eucalipto**. Piracicaba: IPEF, 1979. 30 p. (Circular Técnica, 27).

FERREIRA, M.; KAGEYAMA, P.Y. Melhoramento genético da densidade da madeira de eucalipto. **Silvicultura**, Piracicaba, v. 14, n. 14, p. 148-152, 1978. Apresentado no CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 3., 1978, São Paulo.

FERREIRA, M.; SANTOS, P.E.T. Melhoramento genético florestal dos *Eucalyptus* no Brasil: breve histórico e perspectivas. In: CONFERÊNCIA IUFRO SOBRE SILVICULTURA E MELHORAMENTO DE EUCALYPTUS, 1997, Salvador. **Anais...** Salvador: Embrapa, Centro Nacional de Pesquisa de Florestas, 1997. p. 14-34.

FERREIRA, M.J.B.; GORAYEB, D.S.; ARAÚJO, R.D.; MELLO, C.H.; BOEIRA, J.L.F. **Relatório de acompanhamento setorial**. Campinas: ABDI; UNICAMP, 2008. v. 1: Indústria moveleira, 28 p.

FOELKEL, C.E.B; FERREIRA, M.; NEHRING, J.H.; ROLIM, M.B. **Variabilidade no sentido radial de madeira de *Pinus elliottii***. Piracicaba: IPEF, 1975. 11 p.

FOREST PRODUCTS LABORATORY. **Wood handbook**: wood as an engineering material. Madison: USDA, Forest Service, Forest Products Laboratory, 2010. 508 p. (General Technical Report FPL-GTR, 190).

GALVÃO, A.P.M.; JANKOWSKY, I.P. **Secagem racional da madeira**. São Paulo: Nobel, 1985. 112 p.

GARLIPP, R.; FOELKEL, C. O papel das florestas plantadas para o atendimento das demandas futuras da sociedade. In: CONGRESSO FLORESTAL MUNDIAL, 13., 2009, Buenos Aires. **Anais...** Buenos Aires: FAO, 2009. 17 p.

GIUSTINA, M.D. **As madeiras alternativas como opção ecológica para o mobiliário brasileiro**. 2001. 121 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2001.

GONÇALEZ, J.C.; JANIN, G.; SANTORO, A.C.S.; COSTA, A.F. da; VALLE, A.T. do. Colorimetria quantitativa: uma técnica objetiva de determinar a cor da madeira. **Revista Brasil Florestal**, Brasília, v. 20, n. 72, p. 47-58, 2001.

GONÇALEZ, J.C.; BRENDA, L.C.S.; BARROS, J.F.M.; MACEDO, D.G.; JANIN, G.; COSTA, A.F.; VALE, A.T. do. Características tecnológicas das madeiras de *Eucalyptus grandis* W.Hill ex Maiden e *Eucalyptus cloeziana* F. Muell visando ao seu aproveitamento na indústria moveleira. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 16, n. 3, p. 329-341, 2006.

GONÇALVES, F.G. **Avaliação da qualidade da madeira de híbrido clonal de *Eucalyptus urophylla* x *grandis* para produtos sólidos**. 2006. 169 p. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) - Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre, 2006.

GONÇALVES, F.G.; OLIVEIRA, J.T.S.; DELLA LUCIA, R.M.; SARTORIO, R.C. Estudo de algumas propriedades mecânicas da madeira de um híbrido clonal de *Eucalyptus urophylla* X *Eucalyptus grandis*. **Revista Árvore**. Viçosa. V. 33, n. 3, p. 501-509. 2009.

GONÇALVES, M.T.T. **Proposta de metodologia para medição dos esforços de cortes na usinagem da madeira**. 1993. 249 p. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 1993.

GONZAGA, A.L. **Madeira: uso e conservação**. Brasília: IPHAN; MONUMENTA, 2006. 246 p.

GORINI, A.P.F. **A indústria de móveis no Brasil**. São Paulo: Associação Brasileira das Indústrias do Mobiliário, 2000. 80 p.

_____. **Panorama do setor moveleiro no Brasil, com ênfase na competitividade externa a partir do desenvolvimento da cadeia industrial de produtos sólidos de madeira**. Rio de Janeiro: BNDES, 1998. 50 p.

GÖTZ, K.-H.; HOOR, D.; MÖHLER, K.; NATTERER, J. **Construire en bois**. Lausanne: Presses Polytechniques et Universitaires Romandes, 1993. 127p.

GUÉRON, A.L. **Rotulagem e certificação ambiental**: uma base para subsidiar a análise da certificação florestal no Brasil. 2003. 101 p. Tese (Doutorado em Engenharia) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2003.

GUÉRON, A.L.; GARRIDO, V. **Requisitos ambientais, acesso a mercados e competitividade na indústria de madeira e móveis do Brasil**: ponto focal de barreiras técnicas às exportações. Rio de Janeiro: INMETRO, 2004. 38 p.

HALL, M., JOHNSTON, R.D.; CHIPPENDALE, G.M. **Forest trees Australia**. Canberra: Australian Department of Agriculture Forestry and Timber Bureau, 1975. 334 p.

HILLIS, W.E.; BROWN, A.G. **Eucalyptus for wood production**. 2nd ed. Melbourne: CSIRO; Academic Press, 1984. 438 p.

HOFFMEYER, P. Wood as a building material. In: BLASS, H.J.; AUNE, P.; CHOO, B.S.; GORLACHER, R.; GRIFFITH, D.R.; HISON, B.O.; RACHER, P.; STECK, G. (Ed.). **Timber engineering step 1**: basis of design, material properties, structural components and joints. Almere: Centrum Hout, 1995. p. 1-21. (Lecture, A4).

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS. **Caracterização tecnológica de madeira de eucalipto para utilização no setor habitacional**. São Paulo, 1989. 24 p. (Relatório, 27355).

_____. **Madeira**: o que é e como pode ser processada e utilizada. São Paulo, 1985. 189 p.

INTERNATIONAL ASSOCIATION OF WOOD ANATOMISTS. List of microscopic features for hardwood identification. **IAWA Bulletin**, Leiden, v. 10, n. 3, p. 219-332, 1989.

INTERNATIONAL ASSOCIATION OF WOOD ANATOMISTS. IAWA . **List of microscopic features for hardwood identification**. In: IAWA Bulletin, v. 3, n. 10, p. 219-332, 1989.

JANKOWSKY, I.P. Equipamentos e processos para secagem de madeiras. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE UTILIZAÇÃO DA MADEIRA DE EUCALIPTO PARA SERRARIA, 1995, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: IPEF; IPT, 1995. p. 109-118.

JANKOWSKY, I.P.; BALTIERI, G.R.V.; SANTOS, G. Projeto de pesquisa cooperativa: avaliação comparativa da secagem da madeira serrada de *Eucalyptus grandis*. In: WORKSHOP SOBRE SECAGEM DE MADEIRA SERRADA, 3., 2000, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: IPEF; ESALQ, 2000. p. 1-12.

JANKOWSKY, I.P.; LUIZ, M.G.; ANDRADE, A. Pisos de madeira maciça: agregando valor e qualidade ao produto. In: ENCONTRO BRASILEIRO EM MADEIRAS E EM ESTRUTURAS DE MADEIRA, 9., 2004, Cuiabá. **Anais...** Cuiabá: UFMT, 2004. p. 150-158.

JANKOWSKY, I.P., SANTOS, G.R.V.; ANDRADE, A. Secagem da madeira serrada de eucalipto. In: JORNADAS FORESTALES DE ENTRE RIOS, 15., 2000, Concordia. **Anais...** Concordia, 2000. p. C2-1-C2-13.

_____. **Secagem da madeira serrada de eucalipto**. Piracicaba: IPEF, 2003. 11 p. (Circular Técnica, 199).

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

JUVENAL, T.L.; MATTOS, R.L.G. O setor florestal no Brasil e a importância do reflorestamento. **Setor Florestal. BNDS Setorial**, Rio de Janeiro, n. 16, p. 3-30, 2002.

KITAJIMA, E.W.; LEITE, B. **Curso introdutório de microscopia eletrônica de varredura**. Piracicaba: ESALQ, Núcleo de Apoio à Pesquisa em Microscopia Eletrônica, 1999. 46 p.

KOLLMANN, F.F.P.; CÔTÊ JUNIOR, W. **Principles of wood science and technology**. Berlin: Springer-Verlag, 1968. v. 1, 567 p.

KUMPLERS, J.; JANIN, G.; BECKER, M. The influences of age, extractive content and soil water on wood color in oak: the possible genetic determination of wood color. **Annales des Sciences Forestières**, Paris, v. 50, n. 1, p. 403-409, 1993.

LAVERDE, A.; INO, A. Avaliação da madeira de eucalipto da região de Itapeva, SP, na fabricação de esquadrias para habitação social. In: ENCONTRO BRASILEIRO EM MADEIRA E EM ESTRUTURAS DE MADEIRA, 2006, São Pedro. **Anais...** Águas de São Pedro: EBRAMEM, 2006. 1 CD-ROM.

LEÃO, R.M. **A floresta e o homem**. Piracicaba: IPEF, 2000. 434 p.

LEÃO, M.S.; NAVEIRO, R.M. Fatores de competitividade da indústria de móveis de madeira no Brasil. **Revista da Madeira**, Curitiba, v. 119, p. 4-11, 2009.

LIMA, I.L.; GARCIA, J.N. Variação da densidade aparente e resistência a compressão paralela às fibras em função da intensidade de desbaste, adubação e posição radial em *Eucalyptus grandis* Hill Ex-Maiden. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 34, n. 3, p. 551-559, 2010.

LIMA, T.G. **Variações no sentido radial e longitudinal de algumas propriedades das madeiras de *Eucalyptus microcorys* F. Muell e *Eucalyptus pilularis* Sm.** 1996. 106 p. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) - Universidade Federal de Viçosa, 1996.

LOBÃO, S.M.; 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.

LOPES, A.P.S. **Revestimentos flutuantes**: processos construtivos e patologia. 2010. 102 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Instituto Superior de Engenharia de Lisboa, Lisboa, 2010.

LOPES, C.S.D. **Caracterização da madeira de três espécies de eucalipto para uso em movelaria**. 2007. 88 p. Dissertação (Mestrado em Recursos Florestais) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2007.

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

LORENZI, H.; SOUZA, H.M. de; TORRES, M.A.V.; BACHER, L.B. **Árvores exóticas no Brasil**: madeiras, ornamentais e aromáticas. Nova Odessa: Plantarum, 2003. 384 p.

LYNE, A. **What's a Corymbia?** A new name for the bloodwood and ghost gum eucalypts. 1996. Disponível em: <<http://www.anbg.gov.au/projects/eucalypts/corymbia.html>>. Acesso em: 04 out. 2011.

MALAN, F.S. The wood properties and quality of *Pinus pringlei* Shaw and *P. greggii* Engelm. compared with that of *P. patula* and *Pinus elliottii* grows in South Africa. **South African Forestry Journal**, Pretoria, n. 171, p. 43-52, 1994.

_____. Eucalyptus improvement for lumber production. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE UTILIZAÇÃO DA MADEIRA DE EUCALYPTUS PARA SERRARIA, 1995, São Paulo. **Anais...** São Paulo: IPT; IUFRO; Piracicaba: IPEF; ESALQ, LCF, 1995. p. 1-19.

_____. Wood properties and qualities of three South African grown eucalypt. In: SOUTHERN AFRICAN INSTITUTE OF FORESTRY. **Forestry handbook**. Pretoria, 2000. v. 2, p. 425-433.

MALAN, F.S.; GERISCHER, G.F.R. Wood property differences in South African grown *Eucalyptus grandis* trees of different growth stress intensity. **Holzforschung**. Berlin, v.41, n.6, p. 331-335, Jan. 1987.

MANGIERI, H.R.; DIMITRI, M.J. **Los eucaliptos en la silvicultura**. Buenos Aires: ACME, 1958. 226 p.

MARTINS, M. **Ensaio de simulação de uso em pisos de *Eucalyptus cloeziana* F. Muell, *Eucalyptus microcorys* F. Muell e *Corymbia maculata* Hook.** 2008.

48 p. Dissertação (Mestrado em Ciências e Tecnologia da Madeira) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2008.

MARTINS, M.; SILVA, J.R.M.; LIMA, J.T.; GONÇALVES, M.T.T.; FILIPE, A.P. Simulação em uso dos pisos de madeira de *Eucalyptus* sp e *Corymbia maculata*. **Cerne**, Lavras, v. 19, n. 1, p. 151-156, jan./mar. 2013.

MARTINS, S.A., FERRAZ, J.M., SANTOS, C.M.T., DEL MENEZZI, C.H.S., SOUZA, M.R. Efeito da usinagem na rugosidade da superfície da madeira de *Eucalyptus benthamii* Maiden et Cambage. **Floresta e Ambiente**, v. 18, n. 3, p. 135-143, 2011.

MATTOS, P.P.; SILVA, V.P.; MAGALHÃES, W.L.E. **Agregação de valor à pequena produção florestal madeireira**. Colombo: Embrapa, 2004. 29 p.

MENDOZA, I.E.L. Experiência chilena em el utilization de eucalipto. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE UTILIZAÇÃO DA MADEIRA DE EUCALIPTO PARA SERRARIA, 1995, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: IPEF, 1995. p. 92-108.

MORAES, M.A.F.D. de; NASSAR, A.M. Cadeia: madeira e móveis. In: COUTINHO, L.G.; LAPLANE, M.F.; TAVARES FILHO, N.; KUPFER, D.; FARINA, E.; SABBATINI, R. (Coord.). **Estudo da competitividade de cadeias integradas no Brasil: impactos das zonas de livre comércio**. Campinas: UNICAMP, IE, NEIT, 2002. 212 p. (Nota Técnica Final).

MORESCHI, J.C. **Propriedades tecnológicas da madeira**. 3. e.d. Curitiba: UFPR, Departamento de Engenharia e Tecnologia Florestal, 2010. 176 p.

MORI, C.L.S.O. **Variabilidade de cores em madeiras de clones de híbridos de *Eucalyptus spp***. 2003. 64 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2003.

MORI, C.L.S.O.; LIMA, J.T.; MORI, F.A.; TRUGILHO, P.F.; GONÇALEZ, J.C. Caracterização da cor da madeira de clones de híbridos de *Eucalyptus spp*. **Cerne**, Lavras, v. 11, n. 2, p. 137-146, abr./jun. 2005.

MORI, C.L.S.O.; MORI, F.A.; LIMA, J.T.; TRUGILHO, P.F.; OLIVEIRA, A.C. Influência das características tecnológicas na cor da madeira de eucaliptos. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 14, n. 2, p. 123-132, 2004.

MÖTTÖNEN, V.; KARKI, T. Color changes of birch wood during high-temperature drying. **Drying Technology**, Oxford, v. 26, n. 9, p. 1125-1128, 2008.

MOURA, M.C. **Variações em características de crescimento e da madeira em clones de *Eucalyptus***. 2000. 63 p. Dissertação (Mestrado em Produção Florestal) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2000.

MOURA, V.P.G.; MELO, J.T.; SILVA, M.A. Comportamento de procedências de *Eucalyptus cloeziana* F. Muell: aos nove e meio anos de idade em Planaltina, DF, área do cerrado. **IPEF**, Piracicaba, v. 3, n. 46, p. 52-62, jan./dez. 1993.

MÜLLER, B.V. **Efeito de sistemas de desdobro na qualidade e rendimento de madeira serrada de *Eucalyptus benthamii* Maiden et Cambage**. 2013. 119 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2013.

NAHUZ, M.A.R. **A tecnologia na valorização das florestas renováveis**. Belo Horizonte: Embrapa, 1997. 5 p. (Nota Técnica).

_____. Atividades industriais, usos e aplicações de madeiras no Brasil com ênfase em pinus e eucaliptos. In: OLIVEIRA J.T.S.; FIELDLER, N.C.; NOGUEIRA, M. (Comp.). **Tecnologias aplicadas ao setor madeireiro**. Jerônimo Monteiro: UFV, 2007. p. 159-208.

NAHUZ, M.A.R.; MIRANDA, M.J.A.; FRANCO, N. Inovações na área de utilização da madeira de eucalipto: a fabricação de móveis. In: WORKSHOP TÉCNICAS DE ABATE, PROCESSAMENTO E UTILIZAÇÃO DA MADEIRA DE EUCALIPTO, 1999, Viçosa. **Anais...** Viçosa: UFV; DEF; SIF; IEF, 1999. p. 28-33.

NASCIMENTO, R. **Método QFD como ferramenta para desenvolvimento conceitual de produtos de madeiras da Amazônia**. 2008. 93 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais e Ambientais) – Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2008.

NERI, A.C. **Medidas de força de corte na madeira de eucalipto**. 1998. 152 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1998.

NERI, A.C.; GONÇALVES, R. Mecanismo da formação de cavacos na usinagem da madeira de eucalipto. In: ENCONTRO NACIONAL EM MADEIRAS E EM ESTRUTURAS DE MADEIRA, 8., 2002, Uberlândia. **Anais...** São Carlos: EBRAMEM, 2002. 1 CD-ROM.

OBINO, C.R. Usos da madeira de eucalipto. In: SIMPÓSIO DO INSTITUTO DE PESQUISAS E ESTUDOS FLORESTAIS, 6., 1996, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: IPEF, 1996. v. 4, p. 27-29.

OLIVEIRA, J.T.S. **Caracterização da madeira de eucalipto para a construção civil**. 1997. 429 p. Tese (Doutorado em Engenharia) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1997.

OLIVEIRA, J.T.S. Problemas e oportunidades com a utilização da madeira de eucalipto. In: WORKSHOP: TÉCNICAS DE ABATE, PROCESSAMENTO E UTILIZAÇÃO DA MADEIRA DE EUCALIPTO, 1999, Viçosa. **Anais ...** Viçosa: UFV, 1999. p. 39-52.

OLIVEIRA, J.T.S.; HELLMEISTER, J.C. **Caracterização da madeira de eucalipto para a construção civil**. São Paulo: EPUSP, 1998. 45 p.

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.; 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.

ORTOLAN, C. Desenvolvimentos tecnológicos na produção de madeira de eucalipto para serraria e laminação: a experiência da Klabin. In: SEMINÁRIO DE PRODUTOS DE MADEIRA DE EUCALIPTO, 2., 2003, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte: FAO, 2003. p. 54-70.

PANSHIN, A.J.; DE ZEEUW, C. **Textbook of wood technology**. 4th ed. New York: McGraw Hill, 1980. 422 p.

PADILHA, C.; LIMA, J. T.; SILVA, J. R. M.; TRUGILHO, P. F.; ANDRADE, H. B. Avaliação da qualidade da madeira de *Eucalyptus urophylla* para utilização em pisos. **Revista do IPEF**, Piracicaba, v. 2, n. 71, p. 141-147, ago. 2006.

PEEL, M.C.; FINLAYSON, B.L.; McMAHON, T.A. Updated world map of the Köppen-Geiger climate classification. **Hydrology and Earth System Sciences**, Göttingen, v. 4, p. 439-473, 2007.

PEÑA, S. V. e I. M. ROJAS. **Tecnología de la madera**. Madri: Mundi-Prensa, 2006.

PEREIRA, J.C.D.; STURION, J.A.; HIGA, A.R.; HIGA, R.C.V.; SHIMIZU, J.Y. **Características da madeira de algumas espécies de eucalipto plantadas no Brasil**. Colombo: Embrapa Florestas, 2000. 113 p.

PEREIRA, M.C.S. **Produção e consumo de produtos: perspectivas para a região sul com ênfase em Santa Catarina**. Florianópolis: BRDE; AGFLO; GEPLA, 2003. 51 p.

PONCE, R.H. Madeira serrada de eucalipto: desafios e perspectivas. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE UTILIZAÇÃO DA MADEIRA DE EUCALIPTO PARA SERRARIA, 1995, São Paulo. **Anais...** São Paulo: IPEF, 1995. p. 50-58.

PRIM, J.A.; PIOVESAN, A.Z. Estudo sobre as propriedades de duas espécies de madeiras utilizadas na construção civil. **Unoesc & Ciência**, Joaçaba, v. 2, n. 1, p. 77-86, jan./jun. 2011.

RABBAT, R.M.C. **Introdução ao desenvolvimento de esquadrias de madeira de eucalipto para habitação de interesse social**. São Paulo: IPT, 1988. 10 p. (IPT. Relatório Parcial, 1).

RAMALHO, R.S. **Dendrologia I: terminologia**. Viçosa: UFV, 1975. 123 p.

RECORD, S.J. Some new names for tropical american trees of the family leguminosae. **Tropical Woods**, New Haven, v. 63, p. 1-6, 1949.

REZENDE, M.A.; ESCOBEDO, J.F.; FERRAZ, E.S.B. Retratibilidade volumétrica e densidade aparente da madeira em função da umidade. **IPEF**, Piracicaba, n. 39, p. 33-40, 1988.

ROCHA, F.T.; FLORSHEIM, S.M.B; COUTO, H.T.Z. Variação das dimensões dos elementos anatômicos da madeira de árvores de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden aos sete anos. **Revista do Instituto Florestal**, São Paulo, v. 16, n. 1, p. 43-55, jun. 2004.

ROCHA, J. S. **A segurança de estruturas de madeira determinada a partir da variabilidade da densidade básica e de propriedades mecânicas de madeiras amazônicas**. Piracicaba. 1994. 160 p. Dissertação (Mestrado em Recursos Florestais) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1994.

ROCHA, J.S.; PAULA, E.V.C.M.; SIQUEIRA, M.L. Flexão estática em amostras pequenas livres de defeitos. **Acta Amazônica**, Manaus, v. 18, n. 1/2, p. 147-162, 1988.

ROCHA, M.P.; TOMASELLI, I. Efeito de modelo de corte nas dimensões de madeira serrada de *Eucalyptus grandis* e *Eucalyptus dunnii*. **Floresta e Ambiente**, Rio de Janeiro, v. 8, n. 1, p. 94-103. 2001.

_____. Efeito do modelo de desdobro na qualidade da madeira serrada de *Eucalyptus grandis* e *Eucalyptus dunnii*. **Cerne**, Lavras, v. 8, n. 2, p. 70-83, 2002.

ROSA, S.E.S.; CORREA, A.R.; LEMOS, M.L.F.; BARROSO, D.V. O setor de móveis na atualidade: uma análise preliminar. **BNDS Setorial**. Rio de Janeiro, n. 8, p. 66-106, 2007.

ROSSO, S. **Qualidade das propriedades de *Eucalyptus grandis* Maiden por espectroscopia no infravermelho próximo**. 2010. 125 p. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) - Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2010.

RUY, O.F. **Variação da qualidade da madeira em clones de *Eucalyptus urophylla* S. T. Blake da Ilha de Flores, Indonésia**. 1998. 69 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1998.

SANTOS, F. W.; SEBBENN, A. M.; FLORSHEIM, S. M. B. Estimativas de parâmetros genéticos e correlações genéticas e fenotípicas entre caracteres físicos e mecânicos da madeira em uma população base de *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh. In: SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DO INSTITUTO FLORESTAL, 3., 2009, São Paulo. **Anais...** São Paulo: Instituto Federal, 2009. p. 2-8.

SANTOS, G.R.V. **Otimização da secagem da madeira de *Eucalyptus grandis* (Hill ex Maiden)**. 2002. 70 p. Dissertação (Mestrado em Ciências e

Tecnologia da Madeira) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2002.

SANTOS, P. E. T. **Defeitos da madeira de eucalipto decorrentes de tensões de crescimento**. Colombo: Embrapa Florestas, 2006. Folder técnico.

SASS, J.E. **Botanical microtechnique**. 2nd ed. Ames: Iowa State College Press. 1951. 228 p.

SCANAVACA JUNIOR, L. **Caracterização silvicultural, botânica e tecnológica do *Eucalyptus urophylla* S. T. Blake e de seu potencial para a utilização em serraria**. 2001. 108 p. Dissertação (Mestre em Ciências Florestais) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2001.

SCANAVACA JUNIOR, L.; GARCIA, J.N. Rendimento em madeira serrada de *Eucalyptus urophylla*. **Scientia Florestalis**, Piracicaba, n. 63, p. 32-43, 2003.

_____. Determinação das propriedades físicas e mecânicas da madeira de *Eucalyptus urophylla*. **Scientia Florestalis**, n. 65, p. 120-129, 2004.

SEVERO, E. T. D. Qualidade da secagem de madeira serrada de *Eucalyptus dunnii*. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 10, n. 1, p. 109-124, 2000.

SEVERO, E.T.D.; TOMASELLI, I. Efeito da vaporização em madeira de *Eucalyptus dunnii* sobre algumas propriedades mecânicas. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 10, n. 2, p.123-133, 2000.

SHIMOYAMA, V. R. S. **Variações da densidade básica e características anatômicas e químicas da madeira em *Eucalyptus spp.***. 1990. 93 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1990.

SILVA, D.A.L.; LAHR, F.A.R.; FARIA, O.B.; CHAUD, E. Influence of wood moisture content on the modulus of elasticity in compression parallel to the grain. **Materials Research**, São Carlos, v. 15, n. 2, p. 300-304, 2012.

SILVA, F.D.; BITTENCOURT, R.M. Estudo do desgaste à abrasão do eucalipto, madeira laminada e bambu gigante laminado utilizados como elemento de piso. In: ENCONTRO BRASILEIRO EM MADEIRAS E EM ESTRUTURAS DE MADEIRA, 2002, Uberlândia. **Anais...** Uberlândia: UFU, 2002. 1 CD-ROM

SILVA, J.C. **Caracterização da madeira de *Eucalyptus grandis* Hill ex. Maiden de diferentes idades, visando sua utilização na indústria moveleira**. 2002. 160 p. Tese (Doutorado em Tecnologia e Utilização de Produtos Florestais) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2002a.

SILVA, J.C.; MATOS, J.L.M.; OLIVEIRA, J.T.S.; EVANGELISTA, W.V. Influência da idade e da posição radial da madeira de *Eucalyptus grandis* Hill ex. Maiden. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 29, n. 5, p. 795-799, set./out. 2005.

SILVA, J.C.; OLIVEIRA, J.T.S.; XAVIER, B.A.; CASTRO, V.R. Variação da retratibilidade da madeira de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden, em função da idade e da posição radial no tronco. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 30, n. 5, p. 803-810. 2006a.

SILVA, J.R.M. **Relações da usinabilidade e aderência do verniz com as propriedades fundamentais do *Eucalyptus grandis* Hill ex. Maiden**. 2002. 178 p. Tese (Doutorado em Tecnologia e Utilização de Produtos Florestais) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2002b.

SILVA, J.R.M. LIMA, J.T.; BRAGA, P.P.C.; TRUGILHO, P.F.A. A utilização do rugosímetro na qualificação de superfícies usinadas em madeira de *Eucalyptus* sp. In: ENCONTRO BRASILEIRO EM MADEIRAS E EM ESTRUTURAS DE MADEIRA, 2006. São Pedro. **Anais...** São Pedro: EBRAMEM, 2006b. 1 CD-ROM.

SILVA, J.O.; PASTORE, T.C.M., PASTORE JUNIOR, F. Resistência natural ao intemperismo artificial e proteção de cinco madeiras tropicais. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 17, n. 1 e 2, p. 17-23, 2007.

SKAAR, C. **Wood water relations**. Virginia: Polytechnic Institute and State University, Department of Forest Products; Berlin; Heidelberg; New York: Springer-Verlag, 1988. 283 p.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE SILVICULTURA. **Fatos e números do Brasil florestal**. São Paulo, 2006. 105 p.

_____. **Fatos e números do Brasil florestal**. São Paulo, 2008. 92 p.

SOUZA, M.O.A.; SILVA, J.C.; EVANGELISTA, R.M.; DELLA LUCIA, W.V. Avaliação da madeira de *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh e *Eucalyptus urophylla* S.T. Blake em ensaios de usinagem, visando a produção moveleira. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 33, n. 4, p. 751-758, jul./ago. 2009.

STURION, J.A.; PEREIRA, J.C.D.; ALBINO, J.C.; MORITA, M. **Variação da densidade básica da madeira de doze espécies de *Eucalyptus* plantadas em Uberaba, MG**. Colombo: EMBRAPA, 1987. 10 p. (Boletim de Pesquisa Florestal, 14).

TARGA, L.A.; BALLARIN, A.W.; BIAGGIONI, M.A.M. Avaliação do módulo de elasticidade da madeira com uso de método não-destrutivo de vibração transversal. **Revista Brasileira de Engenharia. Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 25, n. 2, p. 291-299, 2005.

TEMIZ, A.; YILDIZ, U.C.; AYDIN, I.; EIKENES, M.; ALFREDSEN, G.; COLAKOGLU, G. Surface roughness and color characteristics of wood treated with preservatives after accelerated weathering test. **Applied Surface Science**. Amsterdam, n. 250, p. 35-42, 2005.

TOMAZELLO FILHO, M. Variação radial da densidade básica em estrutura anatômica da madeira do *Eucalyptus globulus*, *E. pellita* e *E. acmenioides*. **IPEF**, Piracicaba, n. 29, p. 37-45, abr. 1985.

TOMAZELLO FILHO, M. Variação radial da densidade básica e da estrutura anatômica da madeira do *Eucalyptus saligna* e *E. grandis*. **IPEF**, Piracicaba, v. 6, n. 19, p. 35-42, ago. 1987.

_____. Variação radial da densidade básica e da estrutura anatômica da madeira do *Eucalyptus saligna* e *Eucalyptus grandis*. **IPEF**, Piracicaba, v. 29, p. 37-45, 1995.

_____. **Efeito da irrigação e fertilização nas propriedades do lenho de árvores de *Eucalyptus grandis* x *urophylla***. 2009. 265 p. Tese (Livre Docência) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2009.

TORESAN, L. **Agroindicadores**. Disponível em: <http://cepa.epagri.sc.gov.br/agroindicadores/opiniaio/analise_florestal.htm>. Acesso em: 05 jul. 2013.

TRUGILHO, P.F.; LIMA, J.T.; MENDES, L.M. Influência da idade nas características físico-químicas e anatômicas da madeira de *Eucalyptus saligna*. **Cerne**, Lavras, v. 2, n. 1, p. 94-111, 1996.

TRUGILHO, P.F.; LIMA, J.T.; MORI, F.A. Correlação canônica das características químicas e físicas de clones de *Eucalyptus grandis* e *Eucalyptus saligna*. **Cerne**, Lavras, v. 9, n. 1, p. 66-80, 2003

TRUGILHO, P.F.; MORI, F.A.; LIMA, J.T.; CARDOSO, D.P. Determinação do teor de taninos na casca de *Eucalyptus* spp. **Cerne**, Lavras, v. 9, n. 2. p. 246-254, jul./dez. 2003. (Nota Técnica).

TURNBULL, J.W.; PRYOR, L.D. Choice of species and seed sources. In: Eds. HILLIS, W.E.; BROWN, A.G. (Ed.). **Eucalypts for wood production**. Sidney: CSIRO; Academic Press, 1984. chap. 2, p. 6-65.

VARANDA, L.D.; ALVES, M.C.S.; GONÇALVES, M.T.T.; SANTIAGO, L.F.F. A influência das variáveis do lixamento tubular na qualidade das peças de *Eucalyptus grandis*. **Cerne**, Lavras, v.16, p. 23-32, jul. 2010. Suplemento.

VIEIRA, R.S. **Propriedades mecânicas da madeira de clones de *Eucalyptus* e do carvão produzido entre 350°C e 900°C**. 2009. 80 p. Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia da Madeira) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2009.

VIGNOTE PEÑA, S.; MARTÍNEZ ROJAS, I. **Tecnología de la madera**. 3. ed. Madrid: Ediciones Mundi-Prensa, 2006. 678 p.

VILAS BÔAS, O., MAX, J.C.M.; MELO, A.C.G. Crescimento comparativo de espécies de *Eucalyptus* e *Corymbia* no município de Marília. **Revista do Instituto Florestal**, São Paulo, v. 21, n. 1, p. 63-72, 2009.

WANGAARD, F.F. **The Mechanical properties of wood**. New York: University of Florida libraries, 1950. 377 p.

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

WINANDY, J.E. Wood properties. In: ARNTZEN, C.J. (Ed.). **Encyclopedia of agricultural science**. Orlando: Academic Press, 1994. v. 4, p. 549-561.

WINANDY, J.E.; ROWELL, R.M. The chemistry of wood strength. In: ROWELL, R.M. (Comp.). **The chemistry of solid wood**. Washington: American Chemical Society, n 5, p. 211-256, 1984.

WISKAS, J. The influence of rate of growth on the density and heartwood extractives content of eucalypt species. **Wood Science and Technology**, Virginia, v. 18, p. 113-120, 1984.

YU, H.; CAO, J.; LUO, W. LIU, Y. Image retrieval of wood species by color, texture, and spatial information. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON INFORMATION AND AUTOMATION, 2009, Zhuhai. **Proceedings...** Zhuhai: IEEE, 2009. p. 1116-1119, 2009.

ZENID, G.J. **Identificação e grupamento das madeiras serradas empregadas na construção civil habitacional na cidade de São Paulo**. 1997. 188 p. Dissertação (Mestrado em Recursos Florestais) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1997.

_____. Madeiras e suas características. In: OLIVEIRA J.T.S.; FIELDLER, N.C.; NOGUEIRA, M. (Comp.). **Tecnologias aplicadas ao setor madeireiro**. Jerônimo Monteiro: UFV, 2007. p. 125-158.

ZOBEL, B.J.; VAN BUIJTENEN, J.P. **Wood variation: its causes and control**. New York: Springer-Verlag, 1989. 363 p.

GLOSSÁRIO

Alburno - Parte nova do tronco e dos galhos de uma árvore, situada na periferia, sob a casca, e constituída pelas últimas camadas anuais de madeira ainda vivas . Possui a função de conduzir água e nutrientes (seiva bruta) para as folhas e distribuir a seiva elaborada para todas as partes da planta.

Análise de variância - Teste estatístico utilizado para verificar se existe uma diferença significativa entre médias e se os fatores exercem influência em alguma variável dependente.

Caibro - Peça longa de madeira, usada geralmente como suporte em construção com espessura entre 4,0 e 8,0 cm e largura entre 5,0 e 8,0 cm.

Casca – são os tecidos que ficam por fora do cilindro de lenho. Divisível, usualmente, nas velhas árvores, em casca interna, viva (Líber), e casca externa, morta (Ritidoma).

Célula - Câmara ou compartimento que, pelo menos durante certo tempo, é provida de um protoplasto. Constitui a unidade estrutural dos tecidos das plantas ou animais.

Celulose – Hidrato de carbono, classificado como polissacarídeo, que constitui a base dos tecidos vegetais e principalmente as paredes das células e das fibras e não é digerível pelo homem.

Cerne - Parte do lenho de função estrutural constituída pelas camadas internas que, na árvore em crescimento, cessam ao conter células vivas e cujas substâncias de reserva foram consumidas ou transformadas em outras peculiares ao cerne. É, geralmente, de cor mais escura e mais densa que o alburno, embora nem sempre nitidamente diferenciada.

Clone - Conjunto de descendentes ou fragmentos regenerados derivado de um único indivíduo por reprodução vegetativa assexuada, possuindo o mesmo patrimônio genético do indivíduo original.

Clone híbrido – é a produção genética entre duas espécies distintas, vegetal ou animal, que de forma natural é impossível, devido aos genes incompatíveis.

Coefficiente de Pearson – Análise estatística que mede o grau da correlação (e a direção dessa correlação- se positiva ou negativa) entre duas variáveis de escala métrica.

Corte radial - resultante do corte longitudinal do lenho, paralelos aos raios e perpendicular aos anéis de crescimento.

Corte tangencial - resultante de um corte longitudinal do lenho, tangente aos anéis de crescimento e perpendicular aos raios.

Corte transversal – é toda seção resultante do corte da madeira na direção perpendicular ao eixo do tronco.

Desbaste – Prática silvicultural onde são realizados cortes parciais feitos em povoamentos imaturos, tendo o objetivo de estimular o crescimento das árvores remanescentes e aumentar a produção de madeira de maior qualidade.

Desrama – Prática silvicultural para eliminação ou poda dos ramos laterais do tronco de árvore com o objetivo de produção de madeira livre de nós.

Ecosistema - Sistema ecológico que inclui o conjunto das relações dos seres vivos entre si e/ou destes com o ambiente.

Elemento - Termo genérico empregado para designar individualmente uma célula. Usado em anatomias de madeiras, sobretudo para marcar a distinção entre os vasos e as células que o compõem - os Elementos Vasculares.

Espécie - Unidade básica da classificação científica.

Espécie nativa - Espécie animal ou vegetal que é natural de um determinado ecossistema.

Espécie exótica - É aquela espécie animal ou vegetal que não é natural do ecossistema ou são aquelas que se estabelecem pela mão do Homem para um território em que estavam originalmente ausentes.

Extrativo da madeira – Componente que não faz parte da estrutura essencial da madeira, que é solúvel em solventes orgânicos neutros.

Fendilhamento – Separação de fibras da madeira no sentido de seu comprimento.

Fibra - Termo genérico, muito conveniente para designar, em anatomia de madeiras, toda célula longas e estreitas do lenho ou do líber, que não seja vascular ou parenquimatosa.

Florestas Plantadas - Cultura vegetal introduzida em determinada região, composta por uma única espécie e destinada a uma determinada finalidade

Fuste – Refere-se a parte do tronco entre a base e o topo.

Grã – Refere-se à orientação e ao paralelismo dos elementos celulares verticais em relação ao eixo longitudinal do tronco da árvore.

Lenho - Principal tecido de sustentação e da condução da seiva ascendente, nos caules e raízes. Caracteriza-se pela presença de elementos traqueais.

Lignina - Polímero tridimensional amorfo encontrado nas plantas terrestres, associado à parede celular, cuja função é de conferir rigidez, impermeabilidade e resistência a ataques microbiológicos e mecânicos aos tecidos vegetais.

Lume – Cavidade da célula.

Madeira maciça – Tecido vegetal que não sofreu transformação química e/ou física em sua estrutura, ou seja, a composição e a distribuição de seus elementos foram preservadas, sendo um material compacto.

Madeira serrada - é aquela resultante diretamente do desdobro de toras ou toretes, constituída de peças cortadas longitudinalmente por meio de serra, independentemente de suas dimensões, de seção retangular ou quadrada.

Manejo florestal - Conjunto de técnicas empregadas para colher cuidadosamente parte das árvores grandes de tal maneira que as menores, a serem colhidas futuramente, sejam protegidas.

Medula - A parte central ou âmago do caule de pequeno diâmetro, constituída, essencialmente de parênquima, sendo menos resistente do que a do lenho que o circunda, sendo mais susceptíveis a ataques biológicos.

Microfibrilas - Associação de um grupo de cadeias de celulose "envolvidas" por moléculas de hemicelulose

Nó da madeira - Tecido lenhoso, resultante do rastro deixado por um ramo (galho), que, em regra se origina da medula e cujas características organolépticas e propriedades são diferentes dos da madeira circundante

Operação – Ação de um poder, de uma faculdade, de um agente ou de um conjunto de procedimentos em que se combinam os meios necessários para se obter resultados.

Raio – Feixes de células alongadas agregadas em forma de fitas, formadas por células produzidas pelo câmbio e dispostas horizontalmente através do lenho e do líber. Sua função é atuar na condução de seiva entre a madeira e a casca.

Resina - Nome dado a um grupo de substâncias vegetais extraídas das folhas, casca e raízes das plantas. Estas substâncias são usadas na fabricação de vernizes, remédios, sabões e tintas. Em geral têm gosto e cheiro ativos e podem ser sólidas ou líquidas.

Retratibilidade – É o fenômeno de variação nas dimensões e no volume em função da perda ou ganho de umidade que provoca contração em uma peça de madeira. A contração pode ocorrer e ser avaliada em três aspectos: (i) contração tangencial - variação das dimensões da madeira no sentido perpendicular aos raios; (ii) contração radial - variação das dimensões da madeira no sentido dos raios; (iii) contração volumétrica - variação das dimensões da madeira considerando-se como parâmetro o seu volume total.

Rugosidade - Conjunto de desvios microgeométricos, caracterizado pelas pequenas saliências e reentrâncias presentes em uma superfície.

Usinagem – Ato ou efeito de usinar, talhar, dar forma à peça utilizando máquina e/ou ferramenta.

Umidade relativa - é a relação entre a umidade absoluta do ar (medida em gramas/m³) e a umidade da mistura do mesmo ar no seu ponto de saturação (tendo como base a mesma temperatura para as duas situações). Normalmente é indicada em porcentagem.

Vaso – Elemento anatômico constituído de tubo articulado, de comprimento indeterminado e pequeno diâmetro responsável pela ascensão da seiva no interior da árvore.

Viga - Peça oblonga de madeira, ferro, concreto, usada geralmente como suporte em construção com espessura maior de 4,0 cm e largura entre 11,0 e 20,0 cm.