

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

LEANDRO SOARES DA SILVA

**AVALIAÇÃO DO POTENCIAL DE UTILIZAÇÃO DE ESPÉCIES DE
EUCALYPTUS E *PINUS* TROPICAIS PARA LAMINAÇÃO E PRODUÇÃO DE
PAINÉIS COMPENSADOS**

**CURITIBA
2011**

LEANDRO SOARES DA SILVA

**AVALIAÇÃO DO POTENCIAL DE UTILIZAÇÃO DE ESPÉCIES DE
EUCALYPTUS E *PINUS* TROPICAIS PARA LAMINAÇÃO E PRODUÇÃO DE
PAINÉIS COMPENSADOS**

Trabalho de conclusão de curso, apresentado à Disciplina AT063- Estágio profissionalizante em Engenharia Industrial Madeireira da Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Agrárias, como requisito parcial para a conclusão do curso.

Orientador: Dr. Setsuo Iwakiri

**CURITIBA
2011**

À Deus,
Aos meus pais, Laércio e Rossana, pelo amor e dedicação,
À minha namorada Priscila, pelo amor, alegria e companheirismo,
À minha família, pelo apoio.

Dedico.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, pelo dom da vida e por tudo que fez por mim; sempre me iluminando, protegendo, dando saúde e forças para seguir em frente.

Ao professor Doutor Setsuo Iwakiri pelo apoio, ensinamentos e orientação durante a realização deste trabalho.

Ao Professor e Coordenador do curso de Engenharia Industrial Madeireira Doutor Umberto Klock, pelos ensinamentos e apoio durante todos os anos da minha graduação.

Aos professores do Curso de Graduação em Engenharia Industrial Madeireira pelos conhecimentos que permitiram meu amadurecimento durante aulas, trabalhos e pesquisas.

Ao Professor Doutor José Guilherme Prata e a Doutoranda Rosilani Trianoski pelo apoio, auxílio e colaboração durante a execução deste trabalho, bem como pela amizade.

Aos funcionários Sr. Ademir José Cavali do Laboratório de Painéis de Madeira, e Sr. Vitor Herrera, do Laboratório de Usinagem da Madeira, o reconhecimento de suas atividades, que foram de fundamental importância para a realização deste estudo.

Aos meus pais Laércio L. Soares da Silva e Rossana B. Soares da Silva, pelo apoio, incentivo, amor, carinho durante toda minha vida, e pelo caráter e sinceridade que passaram para minha formação.

A minha namorada, Priscila Joly Costa, pela alegria, amor, companheirismo, compreensão e carinho.

A minha família pelo apoio e ensinamentos.

A todos meus colegas pela ajuda e companheirismo ao longo da graduação, e aos que ajudaram direta ou indiretamente na realização deste trabalho.

RESUMO

Este trabalho foi desenvolvido com o objetivo de avaliar o potencial de utilização das seguintes espécies de Eucalipto e Pinus tropicais para produção de lâminas e painéis compensados: *E.grandis*, *E.dunnii*, *E.saligna*, *E.globulus*, *E.viminalis*, *E.robusta*, *E.phaeotricha*, *E.deanei*, *E.pellita*, *P.oocarpa*, *P.caribaea*, *P.maximinoi*, *P.tecunumannii* e *P.chiapensis*. As espécies foram coletadas em plantios florestais localizados nas regiões de Ibaiti-PR, Piên-PR, Rio Negrinho-SC e Corupá-SC. Foram laminadas seis toras de 0,60m de cada espécie de *Pinus*, *Eucalyptus grandis* e *Eucalyptus saligna* provenientes da amostragem de três árvores por espécie; e três toras de cada espécie de *Eucalyptus* (com exceção do *Eucalyptus globulus* que foram 4 toras) provenientes da amostragem de três árvores por espécie, perfazendo um total de 70 toras laminadas. Após a laminação, o tapete de lâminas foi guilhotinado nas dimensões 0,60x0,60 m e as lâminas foram classificadas em primeira, segunda e terceira classe; e a superfície em lisa, felpuda e revesa. Com os dados da circunferência da tora foi obtido o rendimento total da laminação e rendimento por classe de qualidade. Finalizada a laminação as lâminas foram secas e posteriormente foram produzidos os painéis compensados nas dimensões 500x500x10 mm. Foram utilizados dois tipos de resina, a uréia-formaldeído (UF) e a fenol-formaldeído (FF). A formulação da batida de cola para a resina UF foi resina (100 partes por peso), trigo (25 partes por peso), água (20 partes por peso) e catalisador (7 partes por peso); já a formulação para a resina FF foi resina (100 partes por peso), trigo (15 partes por peso) e água (15 partes por peso). A gramatura utilizada foi de 360 g/m² (linha dupla). Após a manufatura dos painéis, os mesmos foram esquadrejados e conduzidos à câmara de climatização com condições ambientais controladas (20±2°C e 65±5% UR), até atingirem umidade de equilíbrio. A qualidade de colagem dos painéis compensados foi avaliada através dos ensaios de resistência da linha de cola aos esforços de cisalhamento e por meio do ensaio de Flexão Estática (MOE e MOR), ambos os ensaios preconizados pela norma européia. Todas as espécies estudadas neste trabalho apresentaram rendimento em laminação igual ou superior ao apresentado pela literatura. Com exceção de *E.grandis*, *E.phaeotricha* e *E.pellita*, todas as demais espécies apresentaram rendimento total em laminação superior a 50%, demonstrando serem viáveis para a produção de lâminas. Com exceção de *P. caribaea hondurensis*, *P. maximinoi* e *E. dunnii*, todas as demais espécies demonstraram serem viáveis para a produção de painéis compensados. Os resultados deste trabalho podem contribuir para aumento na disponibilidade e diversidade de matéria-prima para laminação e produção de painéis compensados.

Palavras chave: Pinus Tropicais, Eucalyptus, Resina UF, Resina FF.

ABSTRACT

This work was carried out to evaluate the potential use of the following species of *Eucalyptus* and tropical *Pine* for the production of veneer and plywood: *E.grandis*, *E.dunnii*, *E.saligna*, *E.globulus*, *E.viminalis*, *E.robusta*, *E.phaeotricha*, *E.deanei*, *E.pellita*, *P.oocarpa*, *P.caribaea*, *P.maximinoi*, *P.tecunumannii* and *P.chiapensis*. The species were collected in forest plantations located in the regions of Ibaiti-PR, Piên-PR, Rio Negrinho-SC and Corupá-SC. Six logs were rolled to 0.60 m of each species of *Pinus*, *Eucalyptus grandis* and *Eucalyptus saligna* from the sample of three trees per species and three logs of each species of *Eucalyptus* (*Eucalyptus globulus* except that were 4 logs) from the sampling three trees per species, a total of 70 logs rolled. The lathe mill had a system for fixing zones of the logs. After lamination, carpet blades was guillotined in dimensions 0.60 x 0, 60 blades were placed me in first, second and third class, and the surface smooth, shaggy and inverts. With the data of the circumference of the log was obtained from the total income by income class and lamination quality. After completion of the lamination slides were dried and then the plywood was produced in dimensions 500x500x10 mm. Two kinds of resin, urea formaldehyde (UF) and phenol formaldehyde (PF). The formulation of the beat of glue to the UF resin was resin (100 parts by weight), wheat (25 parts by weight), water (20 parts by weight) and catalyst (7 parts by weight), whereas the formulation for resin FF was resin (100 parts by weight), wheat (15 parts by weight) and water (15 parts by weight). The weight used was 360 g / m² (double line) after the manufacture of the panels, they were milled and conducted the chambers, with controlled environmental conditions (20 ± 2 ° C and 65 ± 5% RH) until they reach moisture equilibrium. The quality of gluing the plywood was evaluated through testing the strength of the glue line and the shear stresses through the static bending (MOE and MOR), both tests recommended by the European norm. All species studied in this work presented in lamination income equal to or higher than that presented in the literature. Except for *E.grandis*, *E.phaeotricha* *E.pellita* and all other species were rolling in total income exceeding 50%, showing that they are viable for the production of blades. With the exception of *P. hondurensis caribaea*, *P. maximinoi* and *E. dunnii* all the other species shown to be viable for the production of plywood. The results of this study may contribute to an increase in availability and diversity of raw material for rolling mills and plywood production.

Keywords: *Pinus* Tropical. *Eucalyptus*. UF resin. FF resin.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1- DESENHO ESQUEMÁTICO DO CORTE DAS TORAS PARA LAMINAÇÃO.....	31
FIGURA 2- PROCESSO DE VAPORIZAÇÃO DAS TORAS.....	31
FIGURA 3- PROCESSO DE LAMINAÇÃO	33
FIGURA 4- TAPETE DE LÂMINAS.....	34
FIGURA 5- GUILHOTINAGEM.....	34
FIGURA 6- FARDO DE LÂMINAS GUILHOTINADAS EM DIMENSÕES DE 0,60X0,60M.....	34
FIGURA 7- PRIMEIRA QUALIDADE(A); SEGUNDA QUALIDADE(B); TERCEIRA QUALIDADE(C).....	35
FIGURA 8 - CORPOS DE PROVA DE FLEXÃO ESTÁTICA NA CÂMARA DE CLIMATIZAÇÃO.....	40
FIGURA 9 - TESTE DE FLEXÃO ESTÁTICA.....	40
FIGURA 10 - CORPOS DE PROVA PARA TESTES DE CISALHAMENTO DA LINHA DE COLA.....	41

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - ESPÉCIES ESTUDADAS.....	30
TABELA 2 - QUANTIDADE DE TORAS / ESPÉCIE DESCASCADAS E SUBMETIDAS AO PROCESSO DE AQUECIMENTO.....	32
TABELA 3 - FORMULAÇÃO DOS ADESIVOS	39
TABELA 4 - PARÂMETROS DO CICLO DE Prensagem.....	39
TABELA 5-RESULTADOS MÉDIOS DO RENDIMENTO TOTAL E EFETIVO.	42
TABELA 6 - RESULTADOS MÉDIOS DE RENDIMENTO POR CLASSE.....	44
TABELA 7 - RESULTADOS MÉDIOS DA QUALIDADE SUPERFICIAL E CLASSIFICAÇÃO DAS LÂMINAS SECAS DE <i>PINUS</i>	45
TABELA 8 - RESULTADOS MÉDIOS DA QUALIDADE SUPERFICIAL E CLASSIFICAÇÃO DAS LÂMINAS SECAS DE <i>EUCALYPTUS</i>	45
TABELA 9 - RESULTADOS MÉDIOS DA MASSA ESPECÍFICA BÁSICA E APARENTE.	46
TABELA 10 - RESULTADOS MÉDIOS DA RESISTÊNCIA AO CISALHAMENTO DA LINHA DE COLA DOS PAINÉIS COLADOS COM RESINA UF - TESTE SECO.	48
TABELA 11 - RESULTADOS MÉDIOS DA RESISTÊNCIA AO CISALHAMENTO DA LINHA DE COLA DOS PAINÉIS COLADOS COM RESINA UF - TESTE ÚMIDO.	48
TABELA 12 - RESULTADOS MÉDIOS DA RESISTÊNCIA AO CISALHAMENTO DA LINHA DE COLA DOS PAINÉIS COLADOS COM RESINA FF - TESTE SECO.....	50
TABELA 13 - RESULTADOS MÉDIOS DA RESISTÊNCIA AO CISALHAMENTO DA LINHA DE COLA DOS PAINÉIS COLADOS COM RESINA FF – TESTE CICLO DE FERVURA.	51
TABELA 14 - RESULTADOS MÉDIOS DA RESISTÊNCIA AO CISALHAMENTO DA LINHA DE COLA DOS PAINÉIS COLADOS COM RESINA FF – TESTE FERVURA.....	52
TABELA 15 - RESULTADOS MÉDIOS DE FLEXÃO ESTÁTICA PARALELA DOS PAINÉIS COLADOS COM RESINA UF.	54
TABELA 16 - RESULTADOS MÉDIOS DE FLEXÃO ESTÁTICA PERPENDICULAR DOS PAINÉIS COLADOS COM RESINA UF.	55
TABELA 17 - - RESULTADOS MÉDIOS DE FLEXÃO ESTÁTICA PARALELA DOS PAINÉIS COLADOS COM RESINA FF.....	56
TABELA 18 - - RESULTADOS MÉDIOS DE FLEXÃO ESTÁTICA PERPENDICULAR DOS PAINÉIS COLADOS COM RESINA FF.	58

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	11
1.1 OBJETIVOS.....	12
1.1.1 Objetivo Geral	12
1.1.2 Objetivos Específicos	12
2. REVISÃO DE LITERATURA	13
2.1 INDÚSTRIAS LAMINADORAS NO BRASIL	13
2.2 TECNOLOGIA DE LAMINAÇÃO DE MADEIRAS	13
2.3 QUALIDADE DAS LÂMINAS DE MADEIRA	15
2.4 RENDIMENTO EM LAMINAÇÃO.....	16
2.5 PAINÉIS COMPENSADOS	16
2.6 ADESIVOS PARA MADEIRA	17
2.6.1 Uréia-formaldeído	18
2.6.2 Fenol-formaldeído	19
2.7 ESPÉCIES ESTUDADAS.....	20
2.7.1 Gênero <i>Eucalyptus</i>	20
2.7.2 Gênero <i>Pinus</i>	25
3. MATERIAIS E MÉTODOS	30
3.1 COLETA DE MATERIAIS	30
3.2 PREPARAÇÃO DAS TORAS	30
3.3 LAMINAÇÃO.....	32
3.4 CLASSIFICAÇÃO DAS LÂMINAS	34
3.5 DETERMINAÇÃO DO RENDIMENTO EM LAMINAÇÃO	35
3.6 PRODUÇÃO DOS PAINÉIS COMPENSADOS.....	38
3.7 AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DOS PAINÉIS.....	39
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES	42
4.1 RENDIMENTO EM LAMINAÇÃO	42
4.2 QUALIDADE SUPERFICIAL E CLASSIFICAÇÃO DAS LÂMINAS SECAS	44
4.3 MASSA ESPECÍFICA BÁSICA E APARENTE.....	46
4.4 PAINÉIS COMPENSADOS.....	47
4.4.1 Resistência da linha de cola.....	47
4.4.1.1 Painéis UF.....	47
4.4.1.2 Painéis FF.....	50
4.4.2 Flexão Estática.....	54

4.4.2.1 Painéis UF.....	54
4.4.2.2 Painéis FF.....	56
5. CONCLUSÕES	59
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	61
ANEXO	66
FICHA DE LAMINAÇÃO	66

1. INTRODUÇÃO

Devido às algumas limitações em termos de utilização da madeira na forma de serrados, por se tratar de um material heterogêneo e anisotrópico, os painéis reconstituídos de madeira vieram para entrar no cenário mundial como um produto que utiliza a madeira de forma otimizada e racional. Nesse contexto, surgiram os painéis compensados multilaminados, que são constituídos de lâminas coladas em número ímpar de camadas, com a direção das fibras dispostas perpendicularmente entre as camadas adjacentes. Com isso, este tipo de painel apresenta maior estabilidade dimensional; melhor aproveitamento da tora; e o seu custo é inferior ao da madeira serrada.

Dados da ABRAF (2010) demonstram que o consumo interno de compensado de *Pinus* em 2009 aumentou 8,6% em relação a 2008, totalizando 604 mil m³. De certa forma, isto é um reflexo do crescimento registrado no segmento de construção civil, consumidor de produtos de madeira.

Com a implantação de novas áreas de plantios estando abaixo do consumo real da madeira de *Pinus*, gerou-se uma situação de desequilíbrio de “estoque florestal”. Esta situação está sendo chamada de “apagão florestal”. E para reverter este cenário, as indústrias madeireiras estão em busca de alternativas para suprir a demanda de madeira para produção de painéis de madeira e dos mais diversos produtos.

A utilização de espécies florestais alternativas pode contribuir para melhorar a qualidade e as propriedades dos painéis compensados multilaminados, principalmente devido às diferentes características inerentes a espécie. Pode ainda, significar um incentivo a introdução destas espécies em grandes áreas de florestas plantadas, aumentando a disponibilidade e diversidade de matéria-prima, sem contar o fato que podem até apresentar melhores resultados na laminação e produção de painéis compensados do que as espécies convencionais que são utilizadas para esta finalidade.

Neste contexto, este trabalho tem por finalidade contribuir com o estudo de novas espécies, devido ao fato de que as espécies estudadas nesta pesquisa não são tecnologicamente conhecidas para a laminação e produção de painéis compensados multilaminados; buscando desta forma adequar e melhorar as

propriedades do produto final.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo Geral

Este trabalho foi desenvolvido com o objetivo de avaliar o potencial de utilização de espécies de *Eucalyptus* e *Pinus* tropicais para produção de lâminas e painéis compensados multilaminados.

1.1.2 Objetivos Específicos

- Determinar o rendimento em laminação;
- Avaliar a qualidade das lâminas;
- Avaliar as propriedades mecânicas dos painéis compensados produzidos com resina UF e FF.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 INDÚSTRIAS LAMINADORAS NO BRASIL

O desenvolvimento da indústria laminadora no Brasil iniciou-se por volta de 1928 no Estado de São Paulo, com duas empresas pequenas, pertencentes às famílias Fioravante e Henery Blumem que importaram os primeiros equipamentos da Alemanha. Nessa época, também em Curitiba surgia a primeira laminadora do industrial João Viana Seiler. Desde então, estas indústrias cresceram e difundiram-se nos Estados do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul, com base na exploração de florestas nativas de Araucária. Com o desenvolvimento tecnológico brasileiro, este setor solidificou-se atingindo as regiões mais remotas do país como a Amazônia Brasileira (IWAKIRI et al., 2005).

As lâminas de madeira são matéria-prima para produção de painéis de madeira compensada - multilaminado e sarrafeado, além de painéis laminados unidirecionais e outros produtos compostos de madeira. Estima-se, atualmente, a existência de pouco mais de 200 empresas operando neste setor, com capacidade instalada para produção de 4 milhões de m³ anuais. Quanto à matéria-prima utilizada, estima-se que 40% do compensado nacional seja produzido com madeira tropical, enquanto que os outros 60% seja produzido com madeira de florestas plantadas nas regiões Sul e Sudeste, particularmente o *Pinus*. A produção total em 2005 foi em torno de 3,6 milhões de m³, sendo 2,5 milhões de m³ de compensado de *Pinus* e 1,1 milhões de m³ de compensado de madeira tropical (ABIMCI, 2006).

2.2 TECNOLOGIA DE LAMINAÇÃO DE MADEIRAS

O processo de laminação de madeiras envolve as seguintes etapas: preparação de toras – descascamento, traçamento e aquecimento; obtenção de lâminas no torno desfolhador; transporte de lâminas e guilhotinagem; secagem de lâminas; classificação e armazenagem de lâminas secas (IWAKIRI, 2005).

O aquecimento da madeira é um fator de grande importância na qualidade das lâminas, tendo em vista aumentar a plasticidade da madeira, tornando-a mais

flexível e minimizando desta forma a ocorrência de fendas de laminação (LUTZ, 1978). O aquecimento melhora também as condições de laminação de madeiras duras e facilita a obtenção de lâminas espessas. De acordo com Feihl (1972) a temperatura de aquecimento está relacionada diretamente com a densidade da madeira, sendo que as espécies com maior densidade requerem temperaturas maiores de aquecimento. Portanto, todas as espécies, mesmo aquelas de baixa densidade da madeira, devem ser aquecidas dentro da faixa de temperaturas adequadas para conferir melhor qualidade das lâminas produzidas e, conseqüentemente, aumentar o aproveitamento e rendimento da laminação.

As lâminas de madeira são obtidas através do processo de desenrolamento de toras, utilizando-se um torno laminador, no qual, se faz a tora girar contra o gume da faca, formando um lençol contínuo de lâminas. Os parâmetros do processo de laminação devem ser controlados para obter lâminas de alta qualidade que, segundo Lutz (1978), devem ser baseadas nas seguintes características: uniformidade em espessura, rugosidade de superfície, fendas de laminação, deformações, cor e figura. Os parâmetros de controle mais importantes são: regulagem correta da faca e barra de pressão quanto aos elementos dimensionais e angulares; afiação periódica da faca e barra de pressão; e velocidade de laminação.

Nas últimas duas décadas, séries de inovações tecnológicas foram incorporadas no processo de laminação, visando melhorar a qualidade e produtividade. Com a velocidade de laminação cada vez maior, foi necessário incorporar um sistema de transporte de lâminas de alta velocidade, integrado a guilhotina rotativa para realizar cortes rápidos sem prejudicar o fluxo de movimentação do tapete de lâminas (IWAKIRI, 2005).

Outra inovação foi o desenvolvimento de sistemas centradores e carregadores automáticos de toras no torno, visando reduzir o tempo “morto” entre o final e início da laminação (SELLERS, 1985).

A secagem é realizada através de secadores contínuos de esteira ou de rolos, com regulagem de velocidade de passagem das lâminas. A secagem deve ser conduzida com finalidade de alcançar o teor de umidade final desejado, com mínimo de ocorrência de defeitos, no menor tempo possível e de forma técnica e economicamente viável para uso a que se destina (BALDWIN, 1994). Os

principais parâmetros de controle de secagem de lâminas são: temperatura, umidade relativa e velocidade do ar do secador; densidade, espessura, teor de umidade inicial e final das lâminas. Segundo Tsoumis (1991), as lâminas secas devem apresentar as seguintes características: teor de umidade final uniforme; sem ondulações e depressões, livre de fendas ou rachaduras, superfície em boas condições de secagem, sem alterações da cor natural, mínima contração e sem ocorrência de colapso.

A principal inovação tecnológica incorporada em secadores de lâminas foi o sistema de compressão de lâminas através do conjunto telas / rolos, que reduz expressivamente as ondulações superficiais das lâminas. Outro destaque importante é o sistema de movimentação reversível das lâminas, tornando os secadores mais compactos com redução substancial no consumo de energia (IWAKIRI, 2005).

2.3 QUALIDADE DAS LÂMINAS DE MADEIRA

A qualidade das lâminas produzidas é influenciada pelos seguintes fatores: espécie, qualidade da tora, condições de armazenamento das toras no pátio, aquecimento das toras e condições mecânicas, ajuste e operacional do torno laminador. A qualidade das lâminas obtidas influencia diretamente na qualidade de painéis compensados em termos de colagem e classes de qualidade (SELLERS, 1985).

Um dos critérios de classificação de painéis compensados é com base nas classes de qualidade das lâminas de madeira posicionadas na capa e contracapa. De acordo com a norma ABNT (2004) as lâminas de madeira de *Pinus* são classificadas dentro das seguintes classes de qualidade: primeira – A, segunda – B, terceira – C+, quarta – C, quinta – D. Para as lâminas de madeira tropical as classes de qualidade das lâminas são definidas como: natural – N, primeira – A, segunda – B, terceira – C, quarta – D.

Ainda segundo esta norma, os critérios para classificação de lâminas de *Pinus* são baseados na quantidade e dimensões dos defeitos como: nós - firmes ou abertos, juntas abertas, trincas, mancha azul, emendas e reparos. Para lâminas de madeira tropical, além destes parâmetros, são considerados ainda os

seguintes requisitos: descoloração, rugosidade, percentagem de cerne e alborno.

2.4 RENDIMENTO EM LAMINAÇÃO

O rendimento em laminação é determinado através da relação entre o volume da tora e volume de lâminas. Vários fatores influenciam no rendimento da tora em laminação, tais como: qualidade das toras; diâmetro das toras, conicidade; diâmetro do rolo resto; e condições de laminação (BALDWIN, 1994).

Tendo em vista os diferentes níveis de influência destes fatores, o rendimento em laminação é muito variável entre as espécies. Pio (1996) obteve para toras de *Eucalyptus scabra* e *Eucalyptus robusta*, rendimento de 36,47% e 44,00%, respectivamente. Interamnense (1998), encontrou para espécies de *Eucalyptus cloeziana*, *Eucalyptus maculata* e *Eucalyptus punctata*, rendimento médio de 50,43%, 44,86% e 17,57%, respectivamente para as três espécies estudadas. Pio (1996) cita resultados de rendimento obtidos por outros autores para as seguintes espécies: *Pinus strobus* – 54,40%, *Pinus elliottii* – 55,50%, *Eucalyptus viminalis* – 50,00%.

2.5 PAINÉIS COMPENSADOS

De acordo com Iwakiri (2005), os painéis compensados de madeira são produtos obtidos através da colagem de lâminas em diferentes composições estruturais. Existem dois tipos básicos de painéis compensados: painel compensado multilaminado; e painel compensado sarrafeado.

Ainda segundo este autor, o compensado multilaminado é composto exclusivamente por lâminas de madeira dispostas perpendicularmente entre si, enquanto que o compensado sarrafeado é formado por sarrafos no miolo e lâminas de revestimento nas faces do painel.

O compensado pode ser utilizado das mais variadas formas, como: na construção civil, para aplicações estruturais ou para pisos, forros, esquadrias, portas, telhados, andaimes, formas de concreto, entre outras; pode ainda ser utilizado na construção de barcos e fabricação de móveis (partes estruturais e decorativas), instrumentos musicais, embalagens industriais, caixas e outros

(BORTOLETTO JUNIOR & GARCIA, 2004).

As principais matérias-primas na produção de painéis compensados são as lâminas de madeira e o adesivo. Com base nas lâminas utilizadas os painéis compensados são divididos em dois grupos: compensados de *pinus* e de madeira tropical. Com relação ao local de utilização, os compensados podem ser classificados como de uso interno e uso externo. Nos painéis de uso interno a colagem é realizada com resina uréia-formaldeído, a qual tem menor resistência à umidade. Para os painéis de uso externo é utilizada a resina fenol-formaldeído, denominada de prova d'água, a qual apresenta alta resistência à umidade e em contato eventual com a água (MARRA, 1992).

Tanto para o compensado de *Pinus*, quanto para o compensado de madeira tropical, a qualidade das lâminas que compõe o painel é um fator de grande importância. Quanto ao adesivo, a proporção de resina na mistura da batida de cola irá influenciar diretamente na qualidade de colagem do painel. Os controles dos parâmetros do processo produtivo são também fatores importantes que definem a qualidade do painel compensado (IWAKIRI, 2005).

Nas etapas do processo produtivo de compensados, os seguintes parâmetros devem ser controlados para assegurar a qualidade dos painéis, de acordo com os requisitos exigidos pelas normas: teor de umidade e temperatura das lâminas; formulação, viscosidade e teor de sólidos da batida de cola; montagem do painel com número mínimo de lâminas em função da espessura e composição balanceada; tempo de montagem; tempo de carregamento da prensa; pressão, temperatura e tempo de prensagem; esquadreamento e lixamento dos painéis (ABIMCI-PNQM, 2004).

2.6 ADESIVOS PARA MADEIRA

Prata (2010) define adesivo como um material com propriedades aderentes, isto é, uma substância capaz de manter unidos outros materiais em suas superfícies, sendo esta capacidade desenvolvida sob certas condições existentes durante ações recíprocas com o aderente não sendo uma propriedade intrínseca do adesivo.

De acordo com este autor, a ligação adesiva dos componentes de madeira tornou-se essencial no desenvolvimento e no crescimento da indústria de produtos

reconstituídos e foi um fator chave na utilização eficiente de nossos recursos florestais.

Uma grande variedade de adesivos de origem animal e vegetal foi utilizada em uniões de madeira, demonstrando eficiência do produto colado quando exposto em condições secas e frescas (PRATA,2010).

Iwakiri (2005) fala que os adesivos termoendurecedores ou termofixos são adesivos sintéticos e que através de aplicação de temperatura modificam-se química e fisicamente tornando-se rígidos e insolúveis e esta transformação se torna irreversível.

2.6.1 Uréia-formaldeído

Desenvolvida no início da década de 30, a resina uréia-formaldeído (UF) possui uma ampla aplicação na indústria madeireira em todo o mundo, na colagem de madeira sólida e compostos laminados e particulados em geral. Em mais de 90% dos painéis de madeira é utilizado este tipo de adesivo, tendo em vista o seu baixo custo em relação às outras resinas (IWAKIRI, 2005).

Segundo Iwakiri (2005), a principal desvantagem desta resina é a susceptibilidade a degradação hidrolítica na presença de umidade e/ou ácidos, especialmente em temperaturas moderadas a elevadas. Enquanto que a quebra da estrutura da resina é muito lenta em água fria, a deteriorização se acelera acima de 40°C e torna-se muito rápida a temperaturas acima de 60°C. Sendo assim classificada como de uso interno.

Ainda de acordo com este autor, a uréia é produzida comercialmente pela reação do dióxido de carbono e amônia em uma faixa de temperatura de 135 a 200°C e pressão de 70 a 130 atm. O formaldeído é obtido pela oxidação do metanol preparado comercialmente a partir de monóxido de carbono e hidrogênio ou de petróleo.

Segundo Kollmann et al. (1975), a adesão é feita pela reação da uréia com formol, sob condições ácidas e em proporções variáveis de molaridade, pH e calor, ate atingir uma viscosidade esperada.

Segundo Iwakiri (2005) as resinas uréia-formaldéido são produzidas em solução aquosa, com conteúdo de sólidos entre 60 a 70%, apresenta coloração

branca leitosa; o pH na faixa de 7,4 a 7,8; a viscosidade na faixa de 400 a 100 cp (25°C), e a cura se processa pela redução de pH, por meio de adição de um catalisador ácido; que para a cura a quente, normalmente à temperatura entre 90 a 120°C, é utilizado o sulfato de amônia.

2.6.2 Fenol-formaldeído

Iwakiri (2005) cita que a resina fenol-formaldeído (FF) foi introduzida comercialmente na década de 30, e apresenta como característica principal alta resistência à umidade, sendo classificada como de uso exterior, e utilizada na produção de compensados à prova d'água, painéis de fibras e painéis aglomerados estruturais.

Segundo este autor, as resinas fenólicas são obtidas por meio de reações químicas de diversos fenóis com o formaldeído, através de dois métodos:

- O primeiro método envolve a reação de fenol, geralmente produzido por síntese do benzeno, com excesso de formaldeído e na presença de um catalisador ácido. A razão molar de formaldeído/fenol é na faixa de 1,8:1 a 2,2:1, e a resina é referenciada como “resol”.
- O segundo método utiliza a reação do fenol em excesso com formaldeído, na presença de um catalisador ácido. É produzida na forma sólida, com a razão molar de 0,8:1 a 1:1, sendo referenciada como “novolac”. O produto resultante é moído para obtenção de pó fino e adicionado 15% de hexamilenetetramina. Sob ação de calor na prensa, ocorre a liquefação com formação de amônia, a qual atua como catalisador na reação com o formaldeído, produzindo uma resina termoestável.

A resina fenólica apresenta uma coloração marrom avermelhado, teor de sólidos entre 48 a 51%, pH na faixa de 11 a 13; viscosidade entre 300 a 600 cp; temperatura de cura na faixa de 130 a 150°C; seu custo é relativamente alto, sendo em torno de 2,5 vezes mais que a resina uréia-formaldeído (IWAKIRI, 2005).

2.7 ESPÉCIES

2.7.1 Gênero *Eucalyptus*

A - *Eucalyptus grandis*

É uma espécie natural da Austrália e sua maior ocorrência está em regiões com altitudes que variam desde próximas ao nível do mar até 1.100 m. A temperatura média das máximas do mês mais quente está na faixa de 24 a 30°C, e a média das mínimas do mês mais frio de 3 a 8°C. A precipitação média anual está em torno de 1.000 a 3.000 mm (EMBRAPA, 1986). A madeira de *Eucalyptus grandis* é de tom branco rosado, é leve e fácil de ser trabalhada, indicando um alto potencial para o setor de madeira serrada e moveleiro (SILVA et al., 1997). Segundo Rocha (2000), o *Eucalyptus grandis* é considerado entre os melhores eucaliptos para movelaria e proporciona uma boa colagem e acabamento superficial. É uma espécie que ocupa grande área de plantios comerciais no Brasil, com destaque para os estados de Minas Gerais, São Paulo e Bahia.

B - *Eucalyptus saligna*

Ocorre naturalmente na Austrália, em regiões com latitudes de 28 a 35° e em altitudes desde o nível do mar até 1.000 m. A precipitação pluviométrica anual situa-se entre 800 a 1.200 mm e temperatura média das máximas do mês mais quente entre 28 a 30°C e das mínimas do mês mais frio entre 3 a 4°C. A sua madeira é indicada para inúmeras aplicações como: móveis, estruturas, caixotaria, postes, escoras, mourões, celulose e carvão. Em função do sucesso alcançado com a espécie no Estado de São Paulo, ela é recomendada para todas as regiões, com restrições a locais onde ocorram geadas ou deficiência hídricas severas (EMBRAPA, 1986).

C - *Eucalyptus dunnii*

É uma espécie natural da região nordeste da Austrália, situada entre as latitudes de 18 a 30° e altitudes de 300 a 780 m. O clima é subtropical úmido com temperaturas mínima e máxima variando de 0 a 30°C e precipitação média anual de 1.000 a 1.750 mm. (EMBRAPA, 1986). Embora em pequena escala, no Brasil os plantios de *Eucalyptus dunnii* estão localizados nos Estados de Santa Catarina e Paraná. A grande vantagem desta espécie de eucalipto é a sua maior resistência a geadas, além do rápido crescimento das árvores. A sua madeira já é utilizada pelas indústrias de Santa Catarina, principalmente na forma de serrados e algumas aplicações como laminados. Com relação às características tecnológicas da madeira de *Eucalyptus dunnii*, Calori & Kikuti (1997), com base nas avaliações de propriedades físicas e mecânicas em árvores de 20 anos de idade, recomendam a sua aplicação para fins estruturais que requerem maiores resistências mecânicas, tais como assoalhos, parquetes, carrocerias, cabos de ferramentas, etc.

D - *Eucalyptus pellita*

Ocorre na Austrália em duas regiões distintas: Região A - entre as latitudes de 12 a 18° S; e Região B - entre 27 a 36° S. Em relação às altitudes podem variar desde o nível do mar até 800 m. A precipitação pluviométrica média anual varia de 900 a 2.400 mm. As chuvas distribuem-se uniformemente durante o ano ou são concentradas no verão, não havendo um período seco severo. Temperatura média das máximas do mês mais quente entre 24 a 33°C, e das mínimas do mês mais frio 12 a 16°C. As geadas são raras na Região B e inexistentes na Região A. A madeira é muito utilizada para construções e estruturas. Em nossas condições há necessidade de estudos mais detalhados para se determinar a viabilidade de outras utilizações. Acredita-se que a espécie foi introduzida em São Paulo, com sementes oriundas da região B, por essa razão os resultados obtidos na experimentação e nas plantações piloto, não foram tão animadores. Em testes avaliados até o momento permitem considerar a espécie como altamente

potencial para as regiões onde não ocorram geadas severas (<http://www.ipef.br/identificacao/eucalyptus/>).

E - Eucalyptus robusta

Ocorre naturalmente no litoral de New South Wales e no sul de Queensland . Essa área situa-se entre as latitudes de 23 a 36°S. Em relação a altitude a espécie ocorre, predominantemente, ao nível do mar. A precipitação pluviométrica média anual varia de 1.000 a 1.500mm, concentrando-se no verão. O período de seca não ultrapassa 4 meses. Temperatura média das máximas do mês mais quente entre 30 a 32°C e das mínimas do mês mais frio 3 a 5°C . Durante o inverno podem ocorrer geadas na intensidade de 5 a 10 dias/ano. A madeira pode ser utilizada para: serraria, laminação, postes, dormentes e mourões. Embora tenha na Austrália ocorrência restrita ao litoral, nas introduções realizadas fora da sua zona natural, vem apresentando alta plasticidade, podendo ser recomendada para ocupação de solos hidromórficos, ou francamente arenosos em diferentes altitudes. A espécie possui alta capacidade de regeneração por brotação das cepas, como demonstram os estudos, em que um plantio piloto de 10.458 árvores, apresentou aos 29 anos de idade, após 3 cortes rasos sucessivos, 94,64% de brotação das cepas (<http://www.ipef.br/identificacao/eucalyptus/>).

F - *Eucalyptus viminalis*

Ocorre naturalmente nos Estados de New South Wales, Victoria e Tasmânia, entre as latitudes de 28 a 43,5°S. As altitudes podem variar desde o nível do mar até 1.500 m. A precipitação pluviométrica média anual varia de 625 a 1.400 mm, predominantemente no inverno ou no verão. A média das temperaturas máximas do mês mais quente não ultrapassa 21°C, enquanto que a média das mínimas do mês mais frio varia de 1 a 4°C. Podem ocorrer geadas na intensidade de 5 a 60 dias/ano. A madeira pode ser utilizada para caixotaria, escoras de construção, mourões e lenha. Para celulose e papel há necessidade de estudos mais detalhados. A espécie é altamente resistente à geadas, susceptível à deficiências hídricas e apresenta boa capacidade de regeneração por brotações das cepas. Pelas características acima relatadas o é altamente potencial para a região onde ocorrem geadas severas (<http://www.ipef.br/identificacao/eucalyptus/>).

G - *Eucalyptus globulus*

Esta espécie é originária da Austrália, é uma árvore de grande porte, com uma altura que pode atingir os 70 - 80 m em árvores adultas velhas. A casca é realmente lisa, cinzenta ou castanha. Aspectos físicos: cerne e alburno distintos pela cor, cerne pardo, alburno branco-amarelado; sem brilho; cheiro e gosto imperceptíveis; elevada densidade; dureza ao corte; grã variável: direito, ondulada; textura fina a média. Madeira susceptível à ação de xilófagos marinhos; resistente ao apodrecimento. Espécie com excelentes propriedades de usinagem, no entanto, requer o uso de técnicas apropriadas de desdobro para minimizar os efeitos das tensões de crescimento, bastantes evidentes nesta espécie. Apresenta boas características de aplainamento, lixagem, furação e acabamento. Algumas aplicações do eucalipto tratado: Quiosques, casa de madeira roliça, passarelas, ancoradouros, portais, pontes, escoramento, estrutural, cobertura, ornamental, cercas, decks, pisos entre outras, (<http://portaldamadeira.blogspot.com/2010/03/especies-de-madeira->

eucalipto.html).

H - Eucalyptus deanei

Ocorre em duas regiões descontínuas, no leste australiano: uma ao sul em Nova Gales do Sul, entre 32° e 34°15'S, e outra, ao norte, em Nova Gales do Sul e Queensland, entre 27°15' e 30° S. Em sua área de ocorrência natural, as altitudes variam de 100 a 1.200 m e o clima varia de temperado úmido a subtropical úmido e subúmido. A temperatura média das máximas do mês mais quente situa-se entre 25o e 30o C, e a média das mínimas do mês mais frio entre 0o e 5o C. As geadas ocorrem com frequência anual entre 0 e 50, ou mais, nas regiões mais frias, podendo nevar ocasionalmente. A precipitação média anual situa-se entre 750 e 1.500 mm, com distribuição uniforme durante todo o ano, na parte sul da ocorrência natural. Na parte norte, verifica-se maior concentração de chuvas no verão; a estação seca, contudo, é pouco severa. Quando jovem, seus povoamentos podem ser danificados por geadas severas, apresentando, porém, boa capacidade de recuperação. No sul do Brasil, a espécie é considerada tolerante a geadas, após três anos de idade. Um aspecto importante é a forma cilíndrica do tronco, com reflexos diretos e positivos no rendimento volumétrico. (<http://www.cnpf.embrapa.br/publica/seriedoc/edicoes/doc21.pdf>).

I - Eucalyptus phaeotricha

Esta espécie pertence ao subgênero *Monocalyptus*, é originário da Austrália. HALL et al (1970) descrevem a espécie como pertencente ao grupo de casca fibrosa de cor esbranquiçada (“White Stringbark”). Neste grupo a casca é fibrosa, fissurada e continua atingindo até os pequenos ramos da copa. Lama Gutierrez (1976) cita as características geográficas e edafo-ecológicas das principais áreas de ocorrência natural da espécie: Latitude 16°S a 28°S e Altitude 60 a 900 m; a localização preponderante das áreas é próxima ao litoral, não excedendo 100 Km para o interior australiano; as precipitações pluviométricas anuais variam de 1016 mm a 1524 mm, predominantemente no verão; a temperatura mínima absoluta é de -5°C e a temperatura máxima absoluta é de

45,6°C. Esta espécie é encontrada nos planaltos com declividade moderada e nas colinas da zona litorânea, desde o nível do mar (60m) nas maiores latitudes e a 900 m de altitude nas menores latitudes, crescendo sobre solos densos, pedregosos, ácidos, areno-argilosos, com preferência para solos moderadamente argilosos e com boa drenagem. Segundo Ferreira e Simões (1992), esta espécie apresenta como características silviculturais boa resistência aos ventos, podendo ser utilizada na formação de renques de proteção e boa proteção do solo (na Austrália é usada como espécie para sombra). Possui plasticidade para resistência ao frio, à estiagem e ao calor. A madeira apresenta as seguintes características: cor rosa claro, baixa ocorrência de colapsos e rachaduras, sendo utilizada na Austrália para marcenaria, carpintaria e postes (com tratamentos preservativos).

2.7.2 Gênero *Pinus*

A - *Pinus taeda*

O *Pinus taeda* é uma das principais espécies que ocorre naturalmente em toda a Região Sul dos Estados Unidos da América (VALERI; SOARES; MONTEIRO, 1989). Esta espécie se destaca devido à grande distribuição geográfica. Em sua região de origem se desenvolve desde o nível do mar até altitudes acima de 600m, entre as latitudes 29°N até 38°N e longitudes de 75°W e 95°W (BARRICHELO et al, 1977). Segundo Tang e Newton (2005), é uma conífera economicamente importante, largamente plantada em regiões temperadas e subtropicais. A preferência por esta espécie fundamenta-se na maior produtividade volumétrica, em comparação com as demais espécies do gênero *Pinus*. Embora os reflorestamentos com *P. taeda* tenham sido implantados inicialmente, com o objetivo principal de produzir matéria-prima para celulose e papel, o seu uso vem se diversificando. Alcântara et al (2007), relatam que a espécie esta sendo utilizada amplamente como matéria prima em serrarias, laminadoras, indústrias de aglomerados, MDF, celulose e papel. De acordo com estudos conduzidos por Oliveira et al (2006), o *P. taeda* apresenta uma massa específica aparente de 430, 490 e 560 kg/m³ para 9, 13 e 20 anos

respectivamente. Chies (2005), avaliando a influência do espaçamento sobre a qualidade da madeira de *P. taeda*, obteve massa específica básica de 410 a 430 kg/m³ para árvores com 21 anos. Já em relação à massa específica básica ao longo do fuste, este mesmo autor encontrou valores que variaram de 340 a 480 kg/m³.

B - *Pinus caribaea*

É uma espécie que abrange três variedades naturais: *caribaea*, *bahamensis* e *hondurensis*. A variedade *hondurensis* está entre os pinus tropicais mais plantados no mundo. Isto pode ter relação com a grande amplitude de condições ambientais nas suas origens, na América Central. Sua distribuição natural abrange altitudes desde o nível do mar até 1.000 m. Shimizu (2006) relata que esta abrangente distribuição natural propicia a geração de variabilidade genética ligada à adaptação a variadas condições ecológicas. No Brasil, esta variedade é plantada exclusivamente na região tropical, visto que não tolera geada. Embora seja o maior produtor de madeira entre as três variedades, o *P. caribaea* var. *hondurensis* é também a variedade que apresenta menor massa específica. Francis (2008) menciona que a massa específica básica de florestas plantadas com esta espécie varia entre 350 a 410 kg/m³. Já estudos realizados por Rezende, Saglietti e Guerini (1995), demonstraram que a massa específica básica no DAP para árvores com 8 anos variou de 270 a 560 kg/m³. A variedade *bahamensis*, como o nome indica, é proveniente das Ilhas Bahamas. Mesmo sendo originária de locais próximos ao nível do mar, ela tem apresentado bom crescimento no Brasil, tanto ao nível do mar quanto no planalto. Sua madeira tende a ser mais densa e, portanto, de melhor qualidade física e mecânica do que da variedade *hondurensis*. O *Pinus caribaea* var. *bahamensis* dentre outros Pinus tropicais, representa atualmente uma das espécies de maior importância para a produção de madeira e resina em regiões tropicais (MISSIO; MORAES; DIAS, 2007). A variedade *caribaea* é proveniente de Cuba é mais lento que as outras duas. Segundo Heras, Bonilla e Martínez (2006), o *Pinus caribaea* var. *caribaea*, apresenta melhor índice de crescimento em zonas livres de gelo de até 700 m de altitude, solos férteis com boa drenagem e precipitação anual de 1000 a 3000

mm; e seu crescimento é mais lento que as demais variedades. A forma do seu fuste é exemplar, geralmente reta, com ramos numerosos e finos.

C - *Pinus oocarpa*

Está entre as espécies de *Pinus* tropicais mais difundidas pelos trópicos. Ela é originária do México e América central, com distribuição natural mais extensa no sentido noroeste-sudeste entre os *Pinus* da região. O seu habitat natural varia desde clima temperado-seco, com precipitação entre 500 mm e 1.000 mm até subtropical úmido, com precipitação em torno de 3.000 mm anuais. A sua madeira é resistente, de alta qualidade produção de peças serradas para construções e confecção de chapas. O *P. oocarpa* também produz resina em quantidade viável para extração comercial. Esta espécie produz muitas sementes, o que facilita a expansão de seus plantios. No Brasil, o *P. oocarpa* é plantado principalmente nos Estados de São Paulo, Minas Gerais e Bahia. Brasil, Nicoliele e Veiga (1980), relatam que a massa específica da madeira para esta espécie na região de Agudos, São Paulo, aos 7, 13 e 14 anos foi de 430, 490 e 500 kg/m³ respectivamente. Estas diferenças são esperadas, pois a densidade tende a aumentar com a idade, sendo resultados do aumento dos elementos constituintes da madeira até certo ponto e da formação da madeira adulta. Para o *P. oocarpa* a formação da madeira adulta está entre os 7 e 13 anos. Klock (1989), também estudando esta espécie na mesma região, porém com 14 e 18 anos obteve massa específica de 440 kg/m³, para as duas idades.

D - *Pinus maximinoi*

É uma espécie que ocorre desde o México até a Nicarágua, em altitudes entre 600 m até 2.400 m. No Brasil, há plantações em caráter experimental na região norte do Estado do Paraná. Trata-se de uma espécie que poderá figurar como opção para a diversificação de espécies em plantios destinados à produção de madeira sólida. Seu crescimento tem sido maior que das demais espécies do gênero, usados tradicionalmente na silvicultura intensiva. Klock (2000), avaliando

a qualidade da madeira desta espécie em experimentos com 15 anos localizados no Estado do Paraná, obteve massa específica variando de 370 a 460 kg/m³. De maneira geral, a madeira desta espécie é resistente, e considerada de alta qualidade, tanto para processamento mecânico, quanto para a produção de celulose e papel.

E - *Pinus tecunumanii*

É uma espécie que ocorre desde o Sul do México até a Nicarágua, podendo atingir mais de 50 m de altura e diâmetro de até 1,20 m. De acordo com Shimizu (2005), nas altitudes entre 1.500 m até 2.800 m, são encontrados povoamentos naturais com aparências semelhantes a *P. patula*. E, altitudes abaixo de 1.500 m, esta espécie apresenta certa semelhança com *P. oocarpa* e *P. caribaea*. A madeira adulta começa a ser formada, aproximadamente, a partir de 10 anos de idade. Além disso, a variação interna em densidade da madeira, tanto no sentido medula-casca, quanto no sentido longitudinal do tronco é substancialmente menor que em outras espécies como *P. patula* e *P. taeda*. A maior homogeneidade nessa característica física confere à madeira melhor qualidade e valor para processamento industrial. No Brasil, há plantios em caráter experimental na região norte do Estado do Paraná. Moura, Dvorak e Nogueira (1998), e MOURA *et al* (2004) através de experimentos implantados no Distrito Federal, demonstraram que a massa específica básica para árvores de 12 anos e 17 anos foi 420 kg/m³ e 460 kg/m³ respectivamente. Quanto a caracterização mecânica, pesquisa desenvolvida por Moura, Vale e Oliveira (2005), demonstram que o *P. tecunumanii* aos 18 anos apresenta valores intermediários de resistência e características tecnológicas similares a outras espécies de coníferas, colocando-a como espécie potencial para entre outros usos nobres o da movelaria.

F - Pinus chiapensis

Trata-se de uma espécie do grupo chamado de “Pinus brancos” que se adaptou bem no Brasil. Ele é natural do México e América Central, de altitudes entre 150 m e 2.300 m. Seu ambiente natural é caracterizado por precipitações elevadas, variando de 1.300 mm até 3.000 mm anuais. A variação na densidade da madeira é mínima, tanto no sentido medula-casca, quanto no sentido longitudinal. A homogeneidade nessa característica física é muito importante para os processos industriais e a sua madeira é muito utilizada na confecção de móveis, molduras e revestimentos interiores. No Brasil, esta espécie tem apresentado rápido crescimento e alta produtividade de madeira na Região Central do estado de São Paulo, na Zona da Mata de Minas Gerais e no norte do Paraná. A madeira produzida por esta espécie é macia e de baixa massa específica, possui tom esbranquiçado com maior evidência desta tonalidade no alburno e cerne ligeiramente mais escuro. A massa específica encontrada na literatura para esta espécie é de 340 a 380 kg/m³ para povoamentos naturais de oito anos e 340 a 350 kg/m³ para florestas plantadas de 10 anos (UPTON, 2003).

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 COLETA DE MATERIAIS

Para o desenvolvimento deste trabalho foram utilizadas 15 espécies, sendo 6 de *Pinus* e 9 de *Eucalyptus*, e a espécie *Pinus taeda* foi a testemunha (espécie referencial). As espécies estudadas, com seus respectivos locais de coleta e idade das árvores estão apresentadas na Tabela 1.

TABELA 1 - ESPÉCIES ESTUDADAS.

Espécie	Local de coleta	Idade das árvores
<i>Pinus taeda</i>	Ibaiti-PR	21
<i>Pinus oocarpa</i>	Ibaiti-PR	21
<i>Pinus caribaea hondurensis</i>	Ibaiti-PR	21
<i>Pinus chiapensis</i>	Ibaiti-PR	21
<i>Pinus maximinoi</i>	Ibaiti-PR	21
<i>Pinus tecunumanii</i>	Ibaiti-PR	21
<i>Eucalyptus grandis</i>	Ibaiti-PR	22
<i>Eucalyptus saligna</i>	Ibaiti-PR	21
<i>Eucalyptus globulus</i>	Piên-PR	17
<i>Eucalyptus viminalis</i>	Piên-PR	17
<i>Eucalyptus dunnii</i>	Rio Negrinho-SC	*
<i>Eucalyptus robusta</i>	Corupá-SC	19
<i>Eucalyptus phaeotricha</i>	Corupá-SC	17
<i>Eucalyptus deanei</i>	Corupá-SC	19
<i>Eucalyptus pellita</i>	Corupá-SC	17

3.2 PREPARAÇÃO DAS TORAS

As toras utilizadas na laminação foram seccionadas de acordo com a Figura 1.

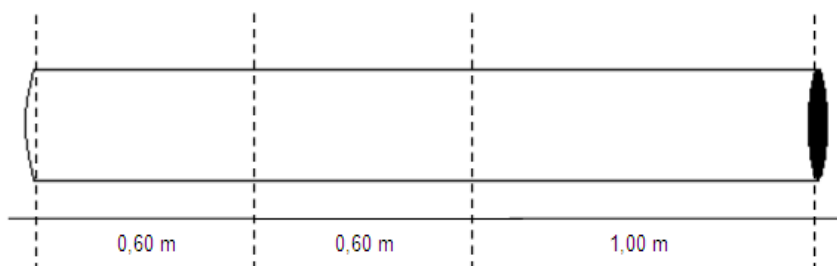


FIGURA 1 - DESENHO ESQUEMÁTICO DO CORTE DAS TORAS PARA LAMINAÇÃO.

Fonte: Iwakiri/CNPq-Universal 2010

Posteriormente, as toras foram descascadas e algumas espécies foram submetidas ao processo de aquecimento em uma câmara de secagem com temperatura e umidade relativa controlada, onde foram vaporizadas para melhorar a sua plasticidade, tornando-as mais flexíveis para laminação. A Figura 2 ilustra o processo de aquecimento e vaporização na câmara.



FIGURA 2 - PROCESSO DE VAPORIZAÇÃO DAS TORAS

Fonte: Iwakiri/CNPq-Universal 2010

A temperatura e o tempo de aquecimento das toras foram monitorados. Na tabela 2 é apresentada a quantidade de toras retiradas por árvore e por espécie e quais espécies foram descascadas e submetidas ao processo de aquecimento. A maioria dos eucaliptos foram laminados sem passar por esta etapa devido às rachaduras de topo.

TABELA 2 - QUANTIDADE DE TORAS / ESPÉCIE DESCASCADAS E SUBMETIDAS AO PROCESSO DE AQUECIMENTO.

Espécie	Toras da base/Árvore	Descascadas e submetidas ao processo de aquecimento	Programa de aquecimento	
			Rampa de aquecimento - Fase 1	Fase 2
<i>Eucalyptus globulus</i>	4	NÃO	-	-
<i>Eucalyptus viminalis</i>	3	NÃO	-	-
<i>Eucalyptus dunni</i>	3	NÃO	-	-
<i>Eucalyptus robusta</i>	3	NÃO	-	-
<i>Eucalyptus phaeotricha</i>	3	NÃO	-	-
<i>Eucalyptus deanei</i>	3	NÃO	-	-
<i>Eucalyptus pellita</i>	3	NÃO	-	-
<i>Eucalyptus saligna</i>	6	SIM	50% >> c/tempo de 8h	4h >> c/temp. 60°C
<i>Eucalyptus grandis</i>	6	SIM	50% >> c/tempo de 2h	4h >> c/temp. 60°C
<i>Pinus caribaea hondurensis</i>	6	SIM	50% >> c/tempo de 2h	4h >> c/temp. 60°C
<i>Pinus chiapensis</i>	6	SIM	50% >> c/tempo de 2h	4h >> c/temp. 60°C
<i>Pinus maximinoi</i>	6	SIM	50% >> c/tempo de 2h	4h >> c/temp. 60°C
<i>Pinus tecunumanii</i>	6	SIM	50% >> c/tempo de 2h	4h >> c/temp. 60°C
<i>Pinus taeda</i>	6	SIM	50% >> c/tempo de 2h	4h >> c/temp. 60°C
<i>Pinus oocarpa</i>	6	SIM	50% >> c/tempo de 2h	4h >> c/temp. 60°C

3.3 LAMINAÇÃO

Foram laminadas seis toras de cada espécie de *Pinus*, *Eucalyptus grandis* e *Eucalyptus saligna* provenientes da amostragem de três árvores por espécie; e foram laminadas três toras de cada espécie de *Eucalyptus* (com exceção do *Eucalyptus globulus* que foram 4 toras) provenientes da amostragem de três árvores por espécie, perfazendo um total de 70 toras laminadas. A Figura 3 ilustra a tora presa no torno desfolhador piloto utilizado nesta pesquisa.



FIGURA 3 - PROCESSO DE LAMINAÇÃO
Fonte: Iwakiri/CNPq-Universal 2010

Os ajustes do torno utilizados no processo de laminação são apresentados abaixo:

- Ângulo de faca: $90^{\circ}30'$
- Ângulo de afiação: 21°
- Ângulo de abertura: $30'$
- Ângulo do gume da barra de pressão: 75°
- Ângulo de compressão: 15°
- Abertura horizontal: 90% da espessura da lâmina
- Abertura vertical: 0,75 mm

As lâminas foram obtidas com espessura nominal de 2,0 mm e, logo após a laminação, o “tapete” de lâminas (Figura 4) foi sendo gradativamente guilhotinado (Figura 5). As lâminas foram guilhotinadas em dimensões de 0,60 x 0,60 m (Figura 6).



FIGURA 4 - TAPETE DE LÂMINAS.
Fonte: Iwakiri/CNPq-Universal 2010



FIGURA 5 - GUILHOTINAGEM
Fonte: Iwakiri/CNPq-Universal 2010



FIGURA 6 - FARDO DE LÂMINAS GUILHOTINADAS EM DIMENSÕES DE 0,60X0,60M
Fonte: Iwakiri/CNPq-Universal 2010

3.4 CLASSIFICAÇÃO DAS LÂMINAS

As lâminas foram classificadas de acordo com os critérios especificados na Norma ABNT 31:000.05-001/1.

As lâminas de *Pinus* e *Eucalyptus* foram classificadas dentro das seguintes classes de qualidade: primeira – superfície limpa, segunda – nó com diâmetro máximo de 10 mm, terceira – nó com diâmetro acima de 10 mm (Figura 7). Posteriormente, as lâminas obtidas de cada tora das respectivas espécies, foram quantificadas em percentagem de ocorrência dentro de cada uma das classes de qualidade.

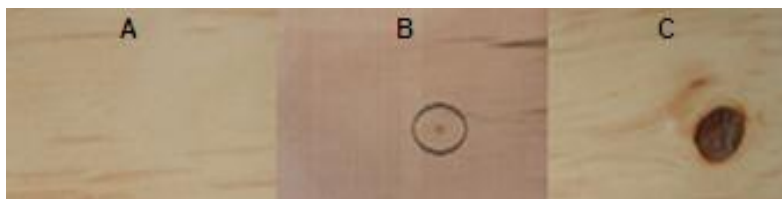


FIGURA 7- PRIMEIRA QUALIDADE (A); SEGUNDA QUALIDADE (B); TERCEIRA QUALIDADE (C).

Fonte: Iwakiri/CNPq-Universal 2010

A classificação das lâminas de acordo com sua qualidade superficial foi realizada em: lisa, felpuda e revesa.

3.5 DETERMINAÇÃO DA MASSA ESPECÍFICA E DO RENDIMENTO EM LAMINAÇÃO

Para a determinação da massa específica foram retiradas 5 tiras/espécie com dimensões 500x20x2 mm. Essas tiras foram retiradas aleatoriamente nos fardos de lâminas de cada espécie estudada.

Para determinar a massa específica aparente a 12% de umidade as tiras foram colocadas em uma câmara de climatização com condições ambientais controladas ($20\pm 3^{\circ}\text{C}$ e $65\pm 5\%$ UR), até atingirem umidade de equilíbrio nestas condições. Após um período de 10 dias elas foram medidas e pesadas para obtenção da massa específica aparente média a 12%U, que é a relação entre o peso da tira a 12% de umidade e o volume da tira a 12% de umidade, conforme equação 1.

EQUAÇÃO 1-CÁLCULO DA MASSA ESPECÍFICA APARENTE A 12%U.

$$ME_{12\%} (\text{g/cm}^3) = \frac{\text{Peso da tira } 12\%U (\text{g})}{\text{Volume da tira } 12\%U (\text{cm}^3)}$$

O volume da tira foi obtido através da espessura média obtida em quatro pontos centrais da tira; a largura média obtida em dois pontos e o comprimento fixo das tiras, como demonstrado na equação 2.

EQUAÇÃO 2-CÁLCULO DO VOLUME DA TIRA A 12%U.

$$\text{Volume}_{\text{TIRA}_{12\%}} (\text{cm}^3) = ((E \text{ média (cm)} \times C (\text{cm})) \times L \text{ média (cm)})$$

A massa específica básica foi determinada com as tiras sendo conduzidas a uma câmara de secagem para reduzirem seus pesos a 0% de umidade. Antes disso foram umidecidas e medido o volume verde. Pois a massa específica básica é a relação entre o peso seco das tiras e o volume verde das tiras; como demonstrado pela equação 3.

EQUAÇÃO 3-CÁLCULO DA MASSA ESPECÍFICA BÁSICA.

$$ME_{BÁSICA} (\text{g/cm}^3) = \frac{\text{Peso da tira 0\%U (g)}}{\text{Volume da tira verde (cm}^3\text{)}}$$

Foram determinados os seguintes rendimentos: total, efetivo e por classes de qualidade para cada espécie estudada.

O rendimento total em laminação para cada espécie foi determinado através da relação entre o volume do fardo das lâminas produzidas e o volume sem casca da tora, conforme a equação 4.

EQUAÇÃO 4- CÁLCULO DO RENDIMENTO TOTAL EM LAMINAÇÃO

$$\text{Rendimento}_{\text{total}} (\%) = \frac{\text{Volume do fardo (m}^3\text{)}}{\text{Volume da tora (m}^3\text{)}} \times 100$$

O volume da tora foi calculado com base na circunferência medida no centro de cada tora utilizando a equação 5. A medida da circunferência foi obtida em três etapas: tora sem casca; cilindro e rolo resto.

Para as espécies de eucalipto que não foram descascadas e aquecidas, a medida da circunferência foi retirada logo após a colocação da tora no torno laminador, da mesma forma que foi feito para as toras que foram descascadas; uma vez que a quantidade de casca destas espécies de eucalipto era muito pequena, sendo considerada desprezível para os cálculos.

EQUAÇÃO 5 – CÁLCULO DO VOLUME DA TORA

$$\text{Volume}_{\text{tora}} (\text{m}^3) = \left(\frac{(\text{Diametro}_{\text{tora}} (\text{cm}))^2 \times \pi}{40000} \right) \times \text{comprimento da tora (m)}$$

Para o cálculo do volume das lâminas de cada tora foram selecionadas aleatoriamente no fardo dez lâminas e medidas as espessuras no ponto central

das quatro bordas, para se ter uma média da espessura naquele fardo. Desta forma, o volume das lâminas foi determinado através da equação 6:

EQUAÇÃO 6 – CÁLCULO DO VOLUME DO FARDO

$$\text{Volume}_{\text{fardo}} (\text{m}^3) = (\text{Número de lâminas} \times E (\text{m}) \times C (\text{m}) \times L (\text{m}))$$

Onde:

E= espessura média da lâmina (m)

C = comprimento da lâmina (m)

L = largura da lâmina (m)

O rendimento efetivo em laminação para cada espécie foi determinado através da relação entre o volume do fardo das lâminas produzidas e o volume do cilindro, conforme a equação 7.

EQUAÇÃO 7 – CÁLCULO DO RENDIMENTO EFETIVO

$$\text{Rendimento}_{\text{efetivo}} (\%) = \frac{\text{Volume do fardo} (\text{m}^3)}{\text{Volume do cilindro} (\text{m}^3)} \times 100$$

O volume do cilindro foi calculado com base na circunferência medida no centro do cilindro, conforme a equação 8.

EQUAÇÃO 8- CÁLCULO DO VOLUME DO CILINDRO

$$\text{Volume}_{\text{cilindro}} (\text{m}^3) = \left(\frac{(\text{Diametro}_{\text{cilindro}} (\text{cm}))^2 \times \pi}{40000} \right) \times \text{comp. da cilindro} (\text{m})$$

O rendimento por classe de qualidade em laminação de cada espécie foi calculado através da relação entre o volume das lâminas por classe e o volume da tora, de acordo com a equação 9.

EQUAÇÃO 9-CÁLCULO DO RENDIMENTO POR CLASSE DE QUALIDADE

$$\text{Rendimento}_{\text{Classe de qualidade}} (\%) = \frac{\text{Volume da classe} (\text{m}^3)}{\text{Volume da tora} (\text{m}^3)} \times 100$$

Para o cálculo do volume por classe foram consideradas as lâminas por

classe de qualidade, como mostra a equação 10.

EQUAÇÃO 10- VOLUME POR CLASSE DE QUALIDADE

$$\text{Volume}_{\text{feito por classe de qualidade}} (\text{m}^3) = (\text{Núm. de lâm. da classe} \times E (\text{m}) \times C (\text{m}) \times L (\text{m}))$$

Onde:

E= espessura média da lâmina (m)

C = comprimento da lâmina (m)

L = largura da lâmina (m)

O modelo da ficha utilizada na laminação encontra-se em anexo.

3.6 PRODUÇÃO DOS PAINÉIS COMPENSADOS

Os painéis compensados foram produzidos em laboratório com 5 lâminas (espessura nominal de 2 mm), utilizando as resinas uréia-formaldeído e fenol formaldeído. Foram produzidos 3 painéis por espécie com dimensões de 500 x 500 x 10 mm. Neste trabalho foram utilizadas 15 espécies, com uma produção total de 90 painéis compensados, sendo que para cada tipo de resina utilizada foram confeccionados 45 painéis.

As lâminas selecionadas de melhor qualidade foram utilizadas para capa e contra-capa e as demais para miolo do painel. Antes de iniciar a confecção dos painéis as lâminas foram secas na câmara de secagem até atingirem um teor de umidade entre 6-8% para a resina FF e 10-12% para a resina UF.

A formulação dos adesivos e a gramatura (linha dupla) utilizada são apresentadas na Tabela 3.

TABELA 3 - FORMULAÇÃO DOS ADESIVOS

Resina	Componente	Partes/peso	%	Gramatura (g/m ²)
Uréia-formaldeído	Resina UF	100	65,8	360
	Trigo	25	16,4	
	Água	20	13,1	
	Catalisador	7	4,6	
Fenol-formaldeído	Resina FF	100	76,9	360
	Trigo	15	11,5	
	Água	15	11,5	

Após a preparação da batida de cola, o adesivo foi aplicado em uma face de cada lâmina (linha simples), e estas foram dispostas perpendicularmente umas as outras para a formação do painel compensado. O tempo de montagem (da montagem até o carregamento da prensa) foi de 10 minutos.

Os parâmetros utilizados para o ciclo de prensagem encontram-se especificados na Tabela 4.

TABELA 4 - PARÂMETROS DO CICLO DE PRENSAGEM

Resina	Temperatura (°C)	Pressão Específica (kgf/cm ²)	Tempo (min)
Fenol-formaldeído	130	10	10
Uréia-formaldeído	110	10	7

3.7 AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DOS PAINÉIS

Após a manufatura dos painéis, os mesmos foram esquadrejados e conduzidos à câmara de climatização com condições ambientais controladas ($20\pm 3^{\circ}\text{C}$ e $65\pm 5\%$ UR), até atingirem umidade de equilíbrio nestas condições. A Figura 8 ilustra os corpos de prova de flexão estática na câmara.



FIGURA 8 - CORPOS DE PROVA DE FLEXÃO ESTÁTICA NA CÂMARA DE CLIMATIZAÇÃO.
Fonte: Iwakiri/CNPq-Universal 2010

O Módulo de Ruptura e o Módulo de Elasticidade foi avaliado por meio do ensaio de Flexão Estática, de acordo com a metodologia preconizada pela norma EN 310:2002. A Figura 9 ilustra a realização do teste de flexão estática.

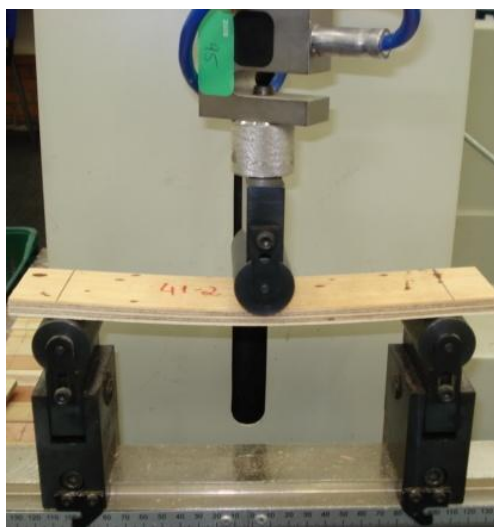


FIGURA 9 - TESTE DE FLEXÃO ESTÁTICA.
Fonte: Iwakiri/CNPq-Universal 2010

A qualidade de colagem dos painéis compensados foi avaliada através dos ensaios de resistência da linha de cola aos esforços de cisalhamento, de acordo com os procedimentos descritos na norma Européia EN 314:2002. A Figura 10 mostra os corpos de prova utilizados para os testes de cisalhamento.



FIGURA 10 - CORPOS DE PROVA PARA TESTES DE CISALHAMENTO DA LINHA DE COLA.
Fonte: Iwakiri/CNPq-Universal 2010

Os resultados obtidos foram analisados estatisticamente através dos Testes de Homogeneidade de Variância, Análise de Variância e comparação de Médias por meio do Teste de Tukey, todos ao nível de probabilidade de 95%.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 RENDIMENTO EM LAMINAÇÃO

Os resultados médios obtidos para o rendimento total e efetivo da laminação estão apresentados na Tabela 5.

TABELA 5-RESULTADOS MÉDIOS DO RENDIMENTO TOTAL E EFETIVO.

ESPÉCIE	R.T.	R.E.	DIFERENÇA ENTRE RENDIMENTOS
<i>Eucalyptus saligna</i>	67,22%	84,13%	16,91%
<i>Pinus tecunumanii</i>	66,91%	88,40%	21,49%
<i>Pinus taeda</i>	66,28%	84,98%	18,70%
<i>Pinus maximinoi</i>	63,70%	80,71%	17,01%
<i>Pinus oocarpa</i>	63,62%	80,95%	17,33%
<i>Pinus caribaea hondurensis</i>	63,54%	82,11%	18,57%
<i>Pinus chiapensis</i>	59,39%	77,95%	18,56%
<i>Eucalyptus globulus</i>	58,39%	81,95%	23,56%
<i>Eucalyptus viminalis</i>	55,95%	69,47%	13,52%
<i>Eucalyptus dunnii</i>	55,52%	77,00%	21,48%
<i>Eucalyptus robusta</i>	54,53%	85,19%	30,66%
<i>Eucalyptus deanei</i>	50,02%	81,67%	31,65%
<i>Eucalyptus pellita</i>	45,46%	66,14%	20,68%
<i>Eucalyptus phaeotricha</i>	41,37%	61,24%	19,87%
<i>Eucalyptus grandis</i>	36,22%	52,17%	15,95%

FONTE: O autor (2010)

As espécies com maior e menor rendimento total médio em laminação foram o *E.saligna* (67,22%) e o *E.grandis* (36,22%), respectivamente. Os *Pinus* tropicais, juntamente com algumas espécies de *Eucalyptus*, também apresentaram bons rendimentos totais médios em laminação. Os valores médios do rendimento em laminação para os *Pinus* tropicais variaram de 59,39% (*P.chiapensis*) a 66,91% (*P.tecunumanii*). Isso ocorreu pelo fato destas espécies terem sido submetidas ao processo de aquecimento, melhorando a plasticidade da madeira para laminação. As espécies *E.grandis* (36,22%), *E.phaeotricha* (41,37%) e *E.pellita* (45,46%), apresentaram rendimento total médio abaixo de 50%. A espécie *Eucalyptus grandis* mesmo com o aquecimento foi inferior que aos demais *Eucalyptus*. Logo, o aquecimento melhora a plasticidade da madeira,

proporciona superfícies de maior qualidade, porém neste caso os resultados inferiores são devidos as características inerentes a espécie.

Quanto maior a diferença entre o rendimento total e o rendimento efetivo, maior é a conicidade da árvore ou outro tipo qualquer de defeito. Neste estudo o comprimento da tora não teve influência sobre os resultados de rendimento.

Alguns outros fatores também influenciaram para que os valores encontrados no rendimento total em laminação não fossem maiores; como por exemplo, o manuseio do tapete de lâminas; e em algumas espécies as toras estavam apresentando lâminas com rachaduras de topo, impossibilitando a utilização de algumas partes do tapete de lâminas.

Considerando estudos conduzidos por outros pesquisadores, é possível verificar que os rendimentos obtidos neste trabalho são satisfatórios. Pio (1996) encontrou para espécies de *E. scabra* e *E. robusta*, rendimento médio de 36,47% e 44,00%, respectivamente. O autor cita como fontes de comparações os rendimentos médios para as seguintes espécies: *Pinus elliottii* (42,40% e 55,50%), *Pinus strobus* (54,40%) e *E. robusta* (49,10%). Interanmense (1998) cita para espécies de *E. viminalis*, *E. cloeziana* e *E. maculata* valores médios de rendimento de 50,00%, 50,43% e 44,86%, respectivamente.

Os resultados obtidos nesta pesquisa indicam alto rendimento total médio no processo de laminação das espécies de *Pinus* tropicais. Para as espécies de *Eucalyptus*, com exceção do *E. phaeotricha*, *E. pellita* e *E. grandis*, todas as demais espécies apresentaram rendimento total médio satisfatório, com destaque para o *E. saligna* que teve rendimento acima de 60%.

Os resultados médios de rendimento por classe de qualidade estão descritos na tabela 6.

TABELA 6 - RESULTADOS MÉDIOS DE RENDIMENTO POR CLASSE.

ESPÉCIE	REND.1ªCLASSE	REND.2ªCLASSE	REND.3ªCLASSE
<i>Pinus maximinoi</i>	14,81%	12,59%	36,30%
<i>Pinus chiapensis</i>	30,70%	15,42%	13,27%
<i>Pinus oocarpa</i>	25,22%	9,21%	29,18%
<i>Pinus taeda</i>	0,19%	1,43%	64,66%
<i>Pinus tecunumanii</i>	5,16%	3,69%	58,06%
<i>Pinus caribaea hondurensis</i>	34,16%	17,84%	11,54%
<i>Eucalyptus grandis</i>	1,78%	8,97%	25,47%
<i>Eucalyptus saligna</i>	0,00%	1,39%	65,83%
<i>Eucalyptus dunnii</i>	0,71%	7,52%	47,29%
<i>Eucalyptus globulus</i>	0,00%	25,28%	33,10%
<i>Eucalyptus viminalis</i>	2,43%	45,22%	8,30%
<i>Eucalyptus robusta</i>	0,00%	40,34%	14,19%
<i>Eucalyptus phaeotricha</i>	0,00%	15,11%	26,26%
<i>Eucalyptus deanei</i>	0,00%	31,85%	18,16%
<i>Eucalyptus pellita</i>	0,00%	21,06%	24,40%

FONTE: O autor (2010)

Os maiores rendimentos em primeira classe de qualidade foram obtidos para os *Pinus* tropicais. Para as espécies de *Eucalyptus*, o *viminalis*, *grandis* e *dunnii*, foram as que apresentaram algumas lâminas na classe 1. Todas as demais espécies de *Eucalyptus* não tiveram suas lâminas classificadas como de qualidade superior. As maiores percentagens de lâminas nas classes 2 e 3 foram obtidas para *E. viminalis* (45,22%) e *E. saligna* (65,83%), respectivamente.

De uma maneira geral, a maioria das espécies tiveram maiores valores médios de rendimento na segunda e terceira classe, uma vez que a maioria das toras laminadas apresentavam nós e rachaduras de topos nas toras.

4.2 QUALIDADE SUPERFICIAL E CLASSIFICAÇÃO DAS LÂMINAS SECAS

Os resultados médios referentes à qualidade superficial das lâminas das espécies de *Pinus* tropicais, em percentagem de lâminas, são apresentados na tabela 7.

TABELA 7 - RESULTADOS MÉDIOS DA QUALIDADE SUPERFICIAL E CLASSIFICAÇÃO DAS LÂMINAS SECAS DE *PINUS*.

ESPÉCIE	LISA	FELPUDA	REVESO	CLASSIFICAÇÃO
<i>Pinus maximinoi</i>	0,59%	11,56%	51,55%	SEM ONDULAÇÕES
<i>Pinus chiapensis</i>	2,05%	17,45%	39,89%	SEM ONDULAÇÕES
<i>Pinus oocarpa</i>	38,38%	1,37%	23,87%	SEM ONDULAÇÕES
<i>Pinus taeda</i>	1,48%	18,72%	46,08%	PEQUENAS ONDULAÇÕES
<i>Pinus tecunumanii</i>	0,42%	0,00%	66,49%	SEM ONDULAÇÕES
<i>Pinus c. hondurensis</i>	0,00%	1,29%	62,25%	SEM ONDULAÇÕES

FONTE: O autor (2010)

A espécie *P.oocarpa* obteve melhor resultado de qualidade superficial lisa, com 38,38%. Já a qualidade superficial felpuda a espécie que apresentou maior quantidade de lâminas com essa classificação foi o *P.chiapensis* (17,45%). As espécies *P.tecunumanii* e *P.c.hondurensis* foram as espécies que mais apresentaram lâminas com qualidade superficial de reveso (66,49% e 66,25%, respectivamente). As lâminas de *Pinus* tropicais não apresentaram ondulações, apenas o *P.taeda* (a espécie utilizada como testemunha) com pequenas ondulações; devido ao fato de sua secagem ter sido conduzida em uma câmara de secagem, e os demais foram secos ao ar livre; isto é; o *P.taeda* teve uma secagem mais “brusca”.

Os resultados médios referentes à qualidade superficial das lâminas das espécies de *Eucalyptus*, em percentagem de lâminas, são apresentados na tabela 8.

TABELA 8 - RESULTADOS MÉDIOS DA QUALIDADE SUPERFICIAL E CLASSIFICAÇÃO DAS LÂMINAS SECAS DE *EUCALYPTUS*.

ESPÉCIE	LISA	FELPUDA	REVESO	CLASSIFICAÇÃO
<i>Eucalyptus grandis</i>	16,57%	19,64%	0,00%	SEM ONDULAÇÕES
<i>Eucalyptus saligna</i>	17,70%	49,53%	0,00%	SEM ONDULAÇÕES
<i>Eucalyptus dunnii</i>	32,59%	0,00%	22,93%	PEQUENAS ONDULAÇÕES
<i>Eucalyptus globulus</i>	1,24%	0,00%	57,15%	MUITAS ONDULAÇÕES
<i>Eucalyptus viminalis</i>	1,40%	20,20%	34,35%	MUITAS ONDULAÇÕES
<i>Eucalyptus robusta</i>	0,00%	0,00%	55,27%	PEQUENAS ONDULAÇÕES
<i>Eucalyptus phaeotricha</i>	4,12%	0,00%	37,24%	PEQUENAS ONDULAÇÕES
<i>Eucalyptus deanei</i>	1,58%	0,36%	48,07%	MUITAS ONDULAÇÕES
<i>Eucalyptus pellita</i>	0,00%	0,00%	45,46%	PEQUENAS ONDULAÇÕES

FONTE: O autor (2010)

As espécies *E.grandis* (19,64%) e *E.saligna* (49,53%) apresentaram a maior quantidade de lâminas com superfície felpuda; o *E.dunni* (32,59%) a maior quantidade de lâminas com superfície lisa e o resto das espécies de *Eucalyptus* obtiveram mais lâminas com superfície reversa. As espécies *E.robusta* e *E.pellita* só apresentaram classificação em lâminas com qualidade superficial reversa. Devido ao gênero *Eucalyptus* apresentar dificuldades de secagem; após as lâminas serem secas algumas espécies como *E.globulus*, *E.viminalis* e *E.deanei*, apresentaram muitas ondulações. Já o *E.grandis* e o *E. saligna* não tiveram ondulações em suas lâminas após a secagem. E as demais espécies apresentaram pequenas ondulações.

4.3 MASSA ESPECÍFICA BÁSICA E APARENTE

Os resultados da massa específica básica e massa específica aparente a 12% de umidade estão apresentados na tabela 9.

TABELA 9 - RESULTADOS MÉDIOS DA MASSA ESPECÍFICA BÁSICA E APARENTE.

Espécie	Massa Específica Básica Média g/cm³	Massa Específica Aparente Média (12%U) g/cm³
<i>Eucalyptus globulus</i>	0,564	0,719
<i>Eucalyptus viminalis</i>	0,618	0,845
<i>Eucalyptus dunni</i>	0,561	0,758
<i>Eucalyptus robusta</i>	0,577	0,725
<i>Eucalyptus phaeotricha</i>	0,585	0,719
<i>Eucalyptus deanei</i>	0,572	0,728
<i>Eucalyptus pellita</i>	0,597	0,740
<i>Eucalyptus saligna</i>	0,687	0,878
<i>Eucalyptus grandis</i>	0,436	0,534
<i>Pinus caribaea hondurensis</i>	0,466	0,522
<i>Pinus chiapensis</i>	0,395	0,434
<i>Pinus maximinoi</i>	0,414	0,475
<i>Pinus tecunumanii</i>	0,548	0,636
<i>Pinus taeda</i>	0,572	0,686
<i>Pinus oocarpa</i>	0,557	0,660

FONTE: O autor (2010)

Os valores médios de densidade básica das lâminas de madeira das espécies de *Pinus* variaram na faixa de 0,395 g/cm³ (*P.chiapensis*) a 0,572 g/cm³

(*P.taeda*). Para as lâminas de *Eucalyptus*, as densidades médias variaram de 0,436 g/cm³ (*E.grandis*) a 0,687 g/cm³ (*E.saligna*).

Os resultados encontrados para a massa específica básica das espécies estudadas neste trabalho foram melhores do que os apresentados pela literatura. Bortoletto Jr (2003) obteve os seguintes valores médios de densidade básica: *E. urophylla* – 0,60 g/cm³, *E. pellita* – 0,65 g/cm³, *E. citriodora* – 0,76 g/cm³, *E. torelliana* – 0,61 g/cm³, *E. saligna* – 0,56 g/cm³. Já, Pio (1996) obteve para lâminas de *Eucalyptus robusta* densidade básica de 0,56 g/cm³, respectivamente.

Para espécies de *Pinus* tropicais, Trianoski *et al.* (2008) encontraram os seguintes valores de densidade básica: *P. tecunumannii* – 0,489 g/cm³, *P. oocarpa* – 0,481 g/cm³, *P. taeda* – 0,471 g/cm³, *P. maximinoi* – 0,451 g/cm³, *P. caribaea bahamensis* – 0,429 g/cm³, *P. caribaea hondurensis* – 0,424 g/cm³, *P. caribaea caribaea* – 0,398 g/cm³, *P. chiapensis* – 0,395 g/cm³.

4.4 PAINÉIS COMPENSADOS

4.4.1 Resistência da linha de cola

4.4.1.1 Painéis UF

Os resultados médios obtidos para a resistência da linha de cola dos painéis compensados colados com resina UF são apresentados nas tabelas 10 (teste seco) e 11 (teste úmido)

TABELA 10 - RESULTADOS MÉDIOS DA RESISTÊNCIA AO CISALHAMENTO DA LINHA DE COLA DOS PAINÉIS COLADOS COM RESINA UF - TESTE SECO.

Espécie	Resistência ao Cisalhamento Seco (MPa)	Coef de Variação (%)	Falha na madeira (%)
<i>Pinus oocarpa</i>	2,61 a	9,4	84
<i>Eucalyptus viminalis</i>	2,27 ab	22,0	54
<i>Eucalyptus robusta</i>	2,18 ab	18,0	67
<i>Eucalyptus dunnii</i>	2,14 ab	10,5	38
<i>Eucalyptus saligna</i>	2,13 abc	24,6	22
<i>Eucalyptus phaeotricha</i>	2,13 ab	11,8	82
<i>Eucalyptus pellita</i>	2,09 b	19,5	74
<i>Pinus maximinoi</i>	2,04 bc	9,8	91
<i>Pinus taeda</i>	1,95 bcd	17,4	24
<i>Eucalyptus globulus</i>	1,94 bcd	17,8	59
<i>Pinus tecunumanii</i>	1,87 bcd	14,7	12
<i>Pinus chiapensis</i>	1,84 bcd	6,0	61
<i>Eucalyptus grandis</i>	1,79 bcd	9,5	64
<i>Pinus caribaea hondurensis</i>	1,55 cd	12,6	64
<i>Eucalyptus deanei</i>	1,48 d	15,9	82

NOTA : Médias seguidas de uma mesma letra em uma mesma coluna são estatisticamente iguais ao nível de 95% de probabilidade. Valores entre parênteses referem-se ao coeficiente de variação.
Fonte: Iwakiri/CNPq-Universal 2010

TABELA 11 - RESULTADOS MÉDIOS DA RESISTÊNCIA AO CISALHAMENTO DA LINHA DE COLA DOS PAINÉIS COLADOS COM RESINA UF - TESTE ÚMIDO.

Espécie	Resistência ao Cisalhamento Úmido (MPa)	Coef de Variação (%)	Falha na madeira (%)
<i>Eucalyptus phaeotricha</i>	2,39 a	13,4	77
<i>Eucalyptus dunnii</i>	2,09 abc	14,6	86
<i>Eucalyptus robusta</i>	2,04 ab	27,5	33
<i>Eucalyptus pellita</i>	2,04 ab	11,0	67
<i>Eucalyptus viminalis</i>	1,71 bc	40,2	63
<i>Eucalyptus saligna</i>	1,67 bcd	22,3	5
<i>Eucalyptus globulus</i>	1,63 bcd	28,7	46
<i>Pinus oocarpa</i>	1,59 bcd	10,8	18
<i>Pinus maximinoi</i>	1,38 cde	29,7	41
<i>Eucalyptus deanei</i>	1,34 cde	14,5	44
<i>Pinus tecunumanii</i>	1,26 cde	17,9	7
<i>Eucalyptus grandis</i>	1,25 cde	13,0	45
<i>Pinus chiapensis</i>	1,18 cde	16,7	4
<i>Pinus taeda</i>	1,17 de	25,6	23
<i>Pinus caribaea hondurensis</i>	0,85 e	9,96	3

NOTA : Médias seguidas de uma mesma letra em uma mesma coluna são estatisticamente iguais ao nível de 95% de probabilidade. Valores entre parênteses referem-se ao coeficiente de variação.
Fonte: Iwakiri/CNPq-Universal 2010

Os valores médios da resistência da linha de cola no teste seco variaram entre 1,48 MPa (*E.deanei*) e 2,61 MPa (*P.oocarpa*). Já, para o teste úmido, os valores médios variaram na faixa de 0,85 MPa (*P.caribaea hondurensis*) e 2,39 MPa (*E.phaeotricha*).

Para o teste seco, os painéis de *P. oocarpa* apresentaram melhor desempenho, tendo sua média estatisticamente igual em relação aos painéis de *E. saligna*, *E. viminalis*, *E. dunnii*, *E. robusta* e *E. phaeotricha*, e estatisticamente superior em relação às demais espécies. Com relação ao teste úmido, os painéis de *E. phaeotricha* apresentaram média estatisticamente igual em relação aos painéis de *E. pellita*, *E. robusta* e *E. dunnii*, e superior em relação às demais espécies.

A espécie *E.phaeotricha* aumentou a sua resistência ao cisalhamento quando submetida ao pré-tratamento em água. Isso pode ter ocorrido por fatores como a distribuição de cola no painel; características inerentes a espécie; falhas cometidas na execução do experimento; entre outros.

Todas as espécies em estudo apresentaram valor estatisticamente igual ou superior ao *P.taeda*, que foi utilizada como espécie de referência; tanto para o teste seco quanto para o teste úmido, com destaque para o *P.oocarpa*

Os valores médios de tensões de cisalhamento da linha de cola obtidos para as cinco espécies de pinus tropicais e nove espécies de eucalipto, estão acima dos valores apresentados pela literatura. Iwakiri *et al.* (2001) encontraram para painéis compensados ureicos de *P. caribaea*, *P. chiapensis*, *P. maximinoi*, *P. oocarpa* e *P. tecunumannii*, valores médios de tensões de cisalhamento variando de 1,21 MPa a 1,62 MPa para teste seco e de 0,55 MPa a 1,31 MPa para teste úmido.

Tanto no teste seco, quanto no teste úmido, todas as espécies estudadas apresentaram valores médios de tensões de cisalhamento superior ao valor mínimo de 1,0 MPa, requerido pela norma EN 314-2:1993.

4.4.1.2 Painéis FF

Os resultados médios obtidos para a resistência da linha de cola dos painéis compensados colados com resina FF são apresentados na tabela 12 (teste seco), 13 (teste ciclo) e 14 (teste fervura).

TABELA 12 - RESULTADOS MÉDIOS DA RESISTÊNCIA AO CISALHAMENTO DA LINHA DE COLA DOS PAINÉIS COLADOS COM RESINA FF - TESTE SECO.

Espécie	Resistência ao cisalhamento Seco(Mpa)	Coef de variação(%)	Falha na madeira(%)
<i>Eucalyptus viminalis</i>	2,78a	10,5	30
<i>Eucalyptus grandis</i>	2,72ab	21,0	82
<i>Pinus oocarpa</i>	2,56abc	7,7	67
<i>Pinus tecunumanii</i>	2,52abcd	15,7	79
<i>Eucalyptus robusta</i>	2,29abcde	16,2	9
<i>Pinus chiapensis</i>	2,25abcde	13,6	58
<i>Pinus taeda</i>	2,24abcde	17,1	68
<i>Pinus maximinoi</i>	2,16bcde	25,1	51
<i>Eucalyptus phaeotricha</i>	2,13cde	22,6	41
<i>Eucalyptus saligna</i>	2,05cde	16,2	23
<i>Eucalyptus globulus</i>	2,00cde	6,3	22
<i>Eucalyptus pellita</i>	1,99cde	14,5	42
<i>Pinus caribaea hondurensis</i>	1,96de	26,9	27
<i>Eucalyptus dunnii</i>	1,79ef	16,1	11
<i>Eucalyptus deanei</i>	1,37f	13,9	23

NOTA : Médias seguidas de uma mesma letra em uma mesma coluna são estatisticamente iguais ao nível de 95% de probabilidade. Valores entre parênteses referem-se ao coeficiente de variação.

Fonte: Iwakiri/CNPq-Universal 2010

TABELA 13 - RESULTADOS MÉDIOS DA RESISTÊNCIA AO CISALHAMENTO DA LINHA DE COLA DOS PAINÉIS COLADOS COM RESINA FF – TESTE CICLO DE FERVURA.

Espécie	Resistência ao cisalhamento ciclo(Mpa)	Coef. De Variação (%)	Falha na madeira(%)
<i>Eucalyptus saligna</i>	1,82a	19,5	13
<i>Eucalyptus viminalis</i>	1,54ab	11,0	11
<i>Eucalyptus grandis</i>	1,41bc	15,9	27
<i>Eucalyptus globulus</i>	1,38bc	16,8	4
<i>Eucalyptus deanei</i>	1,32bcd	9,8	17
<i>Pinus tecunumanii</i>	1,24bcd	37,0	34
<i>Pinus oocarpa</i>	1,17cde	15,3	3
<i>Pinus chiapensis</i>	1,16cde	9,3	4
<i>Eucalyptus pellita</i>	1,12cde	23,0	13
<i>Eucalyptus phaeotricha</i>	1,09cde	7,4	7
<i>Eucalyptus dunnii</i>	1,08cde	20,6	3
<i>Pinus taeda</i>	0,97de	13,1	3
<i>Pinus maximinoi</i>	0,97de	38,5	3
<i>Pinus caribaea hondurensis</i>	0,86e	13,1	0
<i>Eucalyptus robusta</i>	0,81e	19,4	0

NOTA : Médias seguidas de uma mesma letra em uma mesma coluna são estatisticamente iguais ao nível de 95% de probabilidade. Valores entre parênteses referem-se ao coeficiente de variação.

Fonte: Iwakiri/CNPq-Universal 2010

TABELA 14 - RESULTADOS MÉDIOS DA RESISTÊNCIA AO CISALHAMENTO DA LINHA DE COLA DOS PAINÉIS COLADOS COM RESINA FF – TESTE FERVURA.

Espécie	Resistência ao cisalhamento fervura (Mpa)	Coef. de variação (%)	Falha na madeira (%)
<i>Eucalyptus viminalis</i>	1,86a	11,3	19
<i>Eucalyptus grandis</i>	1,73ab	28,5	69
<i>Eucalyptus saligna</i>	1,54abc	32,8	22
<i>Pinus oocarpa</i>	1,35bcd	9,8	5
<i>Pinus tecunumanii</i>	1,25cde	19,7	24
<i>Eucalyptus globulus</i>	1,21cdef	25,1	3
<i>Pinus taeda</i>	1,19cdef	19,0	20
<i>Eucalyptus pellita</i>	1,18cdef	11,9	15
<i>Pinus chiapensis</i>	1,16cdef	19,0	1
<i>Eucalyptus robusta</i>	1,08def	22,5	3
<i>Eucalyptus phaeotricha</i>	1,00def	37,0	11
<i>Pinus maximinoi</i>	0,95def	37,5	17
<i>Eucalyptus deanei</i>	0,91def	17,9	5
<i>Eucalyptus dunnii</i>	0,86ef	18,6	1
<i>Pinus caribaea hondurensis</i>	0,78f	14,2	2

NOTA : Médias seguidas de uma mesma letra em uma mesma coluna são estatisticamente iguais ao nível de 95% de probabilidade. Valores entre parênteses referem-se ao coeficiente de variação.
Fonte: Iwakiri/CNPq-Universal 2010

Para os painéis produzidos com resina fenol-formaldeído as espécies com menor e maior valor médio para o teste a seco foi 1,37 MPa (*E.deanei*) e 2,38 MPa (*E.viminalis*), respectivamente. No teste ciclo de fervura os resultados variaram entre 0,81 MPa (*E.robusta*) e 1,82 MPa (*E.saligna*). Para o teste de fervura os valores variaram na faixa de 0,78 MPa (*P.caribaea hondurensis*) e 1,86 MPa (*E.viminalis*)

Para o teste seco, os painéis de *E. viminalis* apresentaram melhor desempenho, tendo sua média estatisticamente igual em relação aos painéis de *P. taeda*, *P. oocarpa*, *P. chiapensis*, *E. grandis* e *E. robusta*, e superior em relação às demais espécies.

Com relação ao teste de ciclo de fervura, os painéis de *E. saligna* apresentaram melhor desempenho, tendo sua média estatisticamente igual em relação aos painéis de *E. viminalis*, e superior em relação às demais espécies.

Para o teste de fervura 72 horas, os painéis de *E. viminalis* apresentaram

melhor desempenho, tendo sua média estatisticamente igual em relação aos painéis de *E. grandis* e *E. saligna*, e superior em relação às demais espécies.

A espécie *E. viminalis* aumentou a resistência no teste de fervura a 72 horas em relação ao teste ciclo de fervura. Isso pode ter sido ocasionado por falhas na execução do experimento; características inerentes a espécie; e demais fatores.

Com exceção dos painéis de *E. deanei*, os painéis de todas as demais espécies apresentaram valores médios de tensões de cisalhamento no teste seco, estatisticamente igual ou superior em comparação aos painéis de *P. taeda*, utilizada com espécie referencial. Já, para os testes de ciclo de fervura e fervura 72 horas, os painéis de todas as espécies de pinus tropicais e de eucalipto apresentaram valores médios de tensões de cisalhamento estaticamente igual ou superior em comparação aos painéis de *P. taeda*, utilizada como espécie referencial.

Os resultados de tensões de cisalhamento da linha de cola obtidos para as cinco espécies de pinus tropicais e nove espécies de eucalipto, estão compatíveis com os valores apresentados na literatura. Iwakiri *et al.* (2002) encontraram respectivamente para painéis de *P. taeda* e *P. oocarpa*, produzidos com resina FF, valores médios de tensões de cisalhamento de 2,81 MPa e 2,61 MPa para teste seco, e de 1,18 MPa e 1,16 MPa para teste de ciclo de fervura.

No teste seco, todas as espécies estudadas apresentaram valores médios de tensões de cisalhamento superior ao valor mínimo de 1,0 MPa, requerido pela norma EN 314-2:1993. Para o teste de ciclo de fervura, os painéis de *P. oocarpa*, *P. chiapensis*, *P. tecunumanii*, *E. grandis*, *E. saligna*, *E. globulus*, *E. viminalis*, *E. dunnii*, *E. phaeotricha*, *E. deanei* e *E. pellita*, atenderam aos requisitos mínimos da norma EN 314-2:1993. Já, para o teste de fervura 72 horas, *P. taeda*, *P. oocarpa*, *P. chiapensis*, *P. tecunumanii*, *E. grandis*, *E. saligna*, *E. globulus*, *E. viminalis*, *E. robusta*, *E. phaeotricha*, e *E. pellita*, foram as espécies que atenderam aos requisitos mínimos da norma EN 314-2:1993.

4.4.2 Flexão Estática

4.4.2.1 Painéis UF

Os resultados médios de MOE e MOR em flexão estática paralela para os painéis produzidos com resina uréia-formaldeído estão apresentados na Tabela 15.

TABELA 15 - RESULTADOS MÉDIOS DE FLEXÃO ESTÁTICA PARALELA DOS PAINÉIS COLADOS COM RESINA UF.

Espécie	MOE (MPa)		MOR (MPa)	
	Média	CV (%)	Média	CV (%)
<i>Pinus taeda</i>	8.541 de	14,1	72,96 de	12,1
<i>Pinus oocarpa</i>	11.653 bc	24,4	92,27 abcd	24,6
<i>Pinus c. hondurensis</i>	6.300 e	15,1	61,72 e	14,3
<i>Pinus chiapensis</i>	7.370 e	7,3	58,54 e	9,8
<i>Pinus maximinoi</i>	7.233 e	13,1	60,55 e	11,5
<i>Pinus tecunumanii</i>	13.714 ab	13,3	101,83 ab	15,3
<i>Eucalyptus grandis</i>	11.618 bc	10,0	94,44 abcd	14,0
<i>Eucalyptus saligna</i>	15.532 a	11,9	104,54 a	15,7
<i>Eucalyptus globulus</i>	11.119 bcd	14,0	76,64 cde	15,8
<i>Eucalyptus viminalis</i>	16.366 a	3,6	94,91 abcd	13,0
<i>Eucalyptus dunnii</i>	16.319 a	5,4	101,54 ab	6,8
<i>Eucalyptus robusta</i>	11.464 bc	4,3	85,78 abcd	7,9
<i>Eucalyptus phaeotricha</i>	12.747 bc	7,3	99,35 abc	7,7
<i>Eucalyptus deanei</i>	10.248 cd	13,2	75,19 de	5,4
<i>Eucalyptus pellita</i>	11.894 bc	8,9	81,08 bcde	12,9

NOTA : Médias seguidas de uma mesma letra em uma mesma coluna são estatisticamente iguais ao nível de 95% de probabilidade. Valores entre parênteses referem-se ao coeficiente de variação. Fonte: Iwakiri/CNPq-Universal 2010

Os valores médios para o Módulo de Elasticidade (MOE) no sentido paralelo dos painéis colados com resina uréia-formaldeído variaram entre 6300 MPa (*P.caribaea hondurensis*) e 16366 MPa (*E.viminalis*). Já os valores médios para o Módulo de Ruptura (MOR) variaram na faixa de 58,54 MPa (*P.chiapensis*) e 104,54 MPa (*E.saligna*).

Os painéis de *E.viminalis* apresentaram resultados para o MOE paralelo estatisticamente iguais ao *P.tecunumanii*, *E.saligna* e *E.dunnii* e superiores às demais espécies. Já para o MOR os painéis de *E.saligna* apresentaram resultados estatisticamente iguais ao *P.oocarpa*, *P.tecunumanii*, *E.saligna*,

E.viminalis, *E.dunnii*, *E.robusta* e *E.phaeotricha* e superiores às demais espécies

Os painéis de *P. oocarpa*, *P. tecunumanii*, *E. grandis*, *E. saligna*, *E. globulus*, *E. viminalis*, *E. dunnii*, *E. robusta*, *E. phaeotricha* e *E. pellita*, apresentaram valores médios de MOE paralelo, estatisticamente superiores com relação à espécie referencial – *P. taeda*. Para o MOR paralelo, os painéis de *P. tecunumanii*, *E. saligna*, *E. dunnii* e *E. phaeotricha*, foram os que apresentaram médias estatisticamente superiores em relação à espécie referencial.

Em relação aos trabalhos apresentados na literatura, Iwakiri *et. al.* (2002), encontraram para painéis de *P. taeda* e *P. oocarpa* produzidos com resina uréia-formaldeído, valores médios de MOE paralelo de 9.486 MPa e 10.467 MPa, respectivamente. Para o MOR paralelo os autores encontraram valores médios de 73,29 MPa e 75,55 MPa, respectivamente para as duas espécies de pinus.

Na tabela 16 estão apresentados os resultados médios de flexão estática perpendicular dos painéis produzidos com resina UF.

TABELA 16 - RESULTADOS MÉDIOS DE FLEXÃO ESTÁTICA PERPENDICULAR DOS PAINÉIS COLADOS COM RESINA UF.

Espécie	MOE (MPa)		MOR (MPa)	
	Média	CV (%)	Média	CV (%)
<i>Pinus taeda</i>	2.655 cdefg	12,5	32,44 cd	11,7
<i>Pinus oocarpa</i>	3.841 ab	12,5	45,24 ab	14,5
<i>Pinus c. hondurensis</i>	2.046 g	18,6	28,25 d	14,4
<i>Pinus chiapensis</i>	2.503 efg	7,2	29,23 d	12,5
<i>Pinus maximinoi</i>	2.223 fg	12,1	32,75 cd	6,7
<i>Pinus tecunumanii</i>	3.347 abcde	23,9	41,93 abc	10,6
<i>Eucalyptus grandis</i>	3.524 abc	6,4	38,17 bcd	15,6
<i>Eucalyptus saligna</i>	4.062 a	7,1	52,20 a	8,9
<i>Eucalyptus globulus</i>	3.130 bcde	21,5	38,17 bcd	20,0
<i>Eucalyptus viminalis</i>	3.884 ab	10,6	41,38 abc	12,3
<i>Eucalyptus dunnii</i>	3.930 ab	12,6	43,01 abc	9,3
<i>Eucalyptus robusta</i>	3.070 bcdef	11,7	40,98 abc	18,3
<i>Eucalyptus phaeotricha</i>	3.746 ab	8,4	50,01 a	8,3
<i>Eucalyptus deanei</i>	2.522 defg	11,6	33,43 cd	11,0
<i>Eucalyptus pellita</i>	3.400 abcd	16,4	42,16 abc	25,3

NOTA : Médias seguidas de uma mesma letra em uma mesma coluna são estatisticamente iguais ao nível de 95% de probabilidade. Valores entre parênteses referem-se ao coeficiente de variação. Fonte: Iwakiri/CNPq-Universal 2010

Os valores para o MOE perpendicular variaram entre 2046 MPa (*P. caribaea hondurensis*) a 4062 MPa (*E. saligna*). Para o MOR perpendicular a

variação foi de 28,25 MPa (*P. caribaea hondurensis*) a 52,20 MPa (*E. saligna*).

Para o MOE perpendicular o *E. saligna* foi estatisticamente igual ao *P. oocarpa*, *P. tecunumanii*, *E. grandis*, *E. viminalis*, *E. dunnii*, *E. phaeotricha* e *E. pellita* e superior às demais espécies. Já para o MOR perpendicular, a espécie *E. saligna* foi estatisticamente igual ao *P. oocarpa*, *P. tecunumanii*, *E. phaeotricha*, *E. viminalis*, *E. dunnii*, *E. robusta*, e *E. pellita* e superior às demais espécies.

Comparando os resultados apresentados com a espécie referencial – *P. taeda*, os painéis de *P. oocarpa*, *E. grandis*, *E. saligna*, *E. viminalis*, *E. dunnii* e *E. phaeotricha*, foram os que apresentaram valores médios de MOE perpendicular estatisticamente superiores. Para o MOR perpendicular, os painéis de *P. oocarpa*, *P. tecunumanii*, *E. saligna* e *E. phaeotricha*, apresentaram médias estatisticamente superiores em relação aos painéis da espécie referencial.

4.4.2.2 Painéis FF

A tabela 17 apresenta os valores médios de flexão estática paralela dos painéis produzidos com resina fenol-formaldeído.

TABELA 17 - - RESULTADOS MÉDIOS DE FLEXÃO ESTÁTICA PARALELA DOS PAINÉIS COLADOS COM RESINA FF.

Espécie	MOE (MPa)		MOR (MPa)	
	Média	CV (%)	Média	CV (%)
<i>Pinus taeda</i>	9.791 c	7,9	85,06 cde	7,9
<i>Pinus oocarpa</i>	12.542 b	7,3	92,03 bcd	10,1
<i>Pinus c. hondurensis</i>	6512 d	13,5	66,33 ef	14,7
<i>Pinus chiapensis</i>	8.461 cd	3,3	58,49 f	8,7
<i>Pinus maximinoi</i>	9.029 c	6,4	66,62 ef	7,8
<i>Pinus tecunumanii</i>	13.621 b	10,0	99,87 abc	15,0
<i>Eucalyptus grandis</i>	12.251 b	10,1	91,29 bcd	8,6
<i>Eucalyptus saligna</i>	17.379 a	10,5	106,61 ab	22,4
<i>Eucalyptus globulus</i>	12.987 b	7,8	96,38 abc	10,2
<i>Eucalyptus viminalis</i>	17.523 a	4,7	115,68 a	5,9
<i>Eucalyptus dunnii</i>	18.494 a	8,8	113,87 a	6,5
<i>Eucalyptus robusta</i>	13.285 b	9,0	91,15 bcd	10,4
<i>Eucalyptus phaeotricha</i>	13.754 b	7,4	106,28 abc	9,9
<i>Eucalyptus deanei</i>	9.378 c	4,8	72,23 def	13,2
<i>Eucalyptus pellita</i>	12.450 b	7,0	90,37 bcd	9,5

NOTA : Médias seguidas de uma mesma letra em uma mesma coluna são estatisticamente iguais ao nível de 95% de probabilidade. Valores entre parênteses referem-se ao coeficiente de variação. Fonte: Iwakiri/CNPq-Universal 2010

A amplitude de variação dos valores médios de MOE paralelo dos painéis produzidos com resina FF foi de 6512 MPa (*P. caribaea hondurensis*) a 18494 MPa (*E. dunnii*). Para o MOR paralelo a variação foi de 58,49 MPa (*P. chiapensis*) a 115,68 MPa (*E. viminalis*).

Os painéis de *E. dunnii* apresentaram valores médios de MOE paralelo estatisticamente iguais em relação aos painéis de *E. saligna* e *E. viminalis*, e superiores em relação aos painéis das demais espécies. Para o MOR paralelo, os painéis de *E. viminalis* apresentaram média estatisticamente igual em relação aos painéis de *E. dunnii*, *E. phaeotricha*, *E. saligna*, *E. globulus* e *P. tecunumanii*, e superior em relação aos painéis das demais espécies.

Na comparação com a espécie referencial – *P. taeda*, com exceção de *P. chiapensis*, *P. maximinoi* e *E. deanei*, os painéis FF de todas as demais espécies apresentaram valores médios de MOE paralelo estatisticamente superiores. Para o MOR paralelo, os painéis de *E. saligna*, *E. viminalis* e *E. dunnii* foram os que apresentaram médias estatisticamente superiores em relação aos painéis da espécie referencial.

Em relação aos trabalhos apresentados na literatura, Iwakiri *et. al.* (2002), encontraram para painéis de *P. taeda* e *P. oocarpa* produzidos com resina fenol-formaldeído, valores médios de MOE paralelo de 11.916 MPa e 8.638 MPa, respectivamente. Para o MOR paralelo os autores encontraram valores médios de 79,00 MPa e 54,20 MPa, respectivamente para as duas espécies de pinus. Já, para espécies de *E. grandis* e *E. dunnii*, Iwakiri *et. al.* (2007) encontraram valores médios de 11.058 MPa e 12.699 MPa para MOE paralelo e de 83,70 MPa e 77,50 MPa para MOR paralelo, respectivamente para as duas espécies.

TABELA 18 - - RESULTADOS MÉDIOS DE FLEXÃO ESTÁTICA PERPENDICULAR DOS PAINÉIS COLADOS COM RESINA FF.

Espécie	MOE (MPa)		MOR (MPa)	
	Média	CV (%)	Média	CV (%)
<i>Pinus taeda</i>	3.149 cdef	19,3	43,16 bcd	26,8
<i>Pinus oocarpa</i>	3.631 abcd	16,5	46,69 abc	16,2
<i>Pinus c. hondurensis</i>	2.748 def	18,3	40,91 bcd	14,4
<i>Pinus chiapensis</i>	2.330 ef	18,5	34,00 cd	11,9
<i>Pinus maximinoi</i>	2.138 f	12,5	31,33 d	6,7
<i>Pinus tecunumanii</i>	4.333 ab	27,6	57,60 a	23,9
<i>Eucalyptus grandis</i>	3.801 abcd	18,7	46,14 abc	16,6
<i>Eucalyptus saligna</i>	4.305 ab	10,9	53,43 ab	8,1
<i>Eucalyptus globulus</i>	3.383 bcde	11,2	43,79 bcd	8,3
<i>Eucalyptus viminalis</i>	4.627 a	1,4	46,67 abc	3,9
<i>Eucalyptus dunnii</i>	3.978 abc	9,3	41,98 bcd	6,4
<i>Eucalyptus robusta</i>	3.935 abc	4,0	45,46 abc	1,9
<i>Eucalyptus phaeotricha</i>	3.690 abcd	14,0	45,67 abc	13,7
<i>Eucalyptus deanei</i>	2.738 def	6,3	34,46 cd	16,5
<i>Eucalyptus pellita</i>	3.616 abcd	14,2	39,44 cd	17,6

NOTA : Médias seguidas de uma mesma letra em uma mesma coluna são estatisticamente iguais ao nível de 95% de probabilidade. Valores entre parênteses referem-se ao coeficiente de variação. Fonte: Iwakiri/CNPq-Universal 2010

Os valores para o MOE perpendicular variaram entre 2138 MPa (*P. maximinoi*) a 4627 MPa (*E. viminalis*). Para o MOR perpendicular a variação foi de 31,33 MPa (*P. maximinoi*) a 57,60 MPa (*P. tecunumanii*).

Para o MOE perpendicular o *E. viminalis* foi estatisticamente igual ao *P. oocarpa*, *P. tecunumanii*, *E. grandis*, *E. saligna*, *E. dunnii*, *E. robusta*, *E. phaeotricha* e *E. pellita* e superior às demais espécies. Já para o MOR perpendicular, a espécie *P. tecunumanii* foi estatisticamente igual *P. oocarpa*, *E. grandis*, *E. saligna*, *E. viminalis*, *E. robusta* e *E. phaeotricha* e superior às demais espécies.

Comparando os resultados apresentados com a espécie referencial – *P. taeda*, os painéis de *P. tecunumanii*, *E. saligna* e *E. viminalis*, foram os que apresentaram valores médios de MOE perpendicular estatisticamente superiores. Para o MOR perpendicular, o *P. tecunumanii* foi a única espécie que apresentou média estatisticamente superior em relação aos painéis da espécie referencial.

5. CONCLUSÕES

Com base nos resultados obtidos no desenvolvimento deste trabalho é possível apresentar as seguintes conclusões:

- A espécie que apresentou melhor rendimento em laminação foi o *E.saligna* com 67,22%, seguido pelos *Pinus* tropicais, que variaram na faixa de 59,39% (*P.chiapensis*) e 66,91% (*P.tecunumanii*). Com exceção para o *E.grandis* (36,22%), *E.phaeotricha* (41,37%) e *E.pellita* (45,46%), todas as espécies estudadas neste trabalho apresentaram rendimento em laminação superior a 50%,
- Entre as espécies de *Pinus* tropicais, o *P. oocarpa* e *P. chiapensis* foram as que apresentaram maior percentagem de lâminas nas classes de qualidade 1 e 2. Já, o *P. tecunumanii* foi a espécie com maior percentagem de lâminas na classe 3.
- As espécies *E.viminalis*, *E.grandis* e *E.dunnii*, foram as que apresentaram algumas lâminas na classe 1. Todas as demais espécies não tiveram suas lâminas classificadas como de qualidade superior. As maiores percentagens de lâminas nas classes 2 e 3 foram obtidas para *E. viminalis* (45,22%) e *E. saligna* (65,83%).
- A espécie *P.oocarpa* apresentou o maior resultado no teste seco para a resistência ao cisalhamento da linha de cola dos painéis produzidos com resina UF. Já no teste úmido, a espécie que apresentou o maior resultado foi o *E.phaeotricha*. Todas as espécies em estudo apresentaram valor estatisticamente igual ou superior ao *P.taeda*, que foi utilizada como espécie de referência.
- Para os painéis produzidos com resina fenol-formaldeído a espécie que obteve o maior resultado para o teste de resistência ao cisalhamento da linha de cola tanto em teste seco quanto no teste de fervura 72 horas foram o *E.viminalis*. Para o teste de ciclo de fervura a espécie que apresentou o melhor resultado foi o *E.saligna*.
- Com exceção de *P. caribaea* *P. hondurensis*, *P. maximinoi* e *E. dunnii*, os painéis de todas as demais espécies atendem ao requisito mínimo de 1,0 MPa exigido pela norma EN 314-2:1993.

- Para o teste de flexão estática dos painéis UF no sentido paralelo, as espécies que apresentaram os maiores resultados para MOE e MOR foram o *E.viminalis* e o *E.saligna*, respectivamente. Já no sentido perpendicular a espécie que apresentou maior valor dos painéis produzidos com resina UF, tanto para MOE quanto para MOR, foi o *E. saligna*.
- Para o teste de flexão estática dos painéis FF no sentido paralelo, as espécies que apresentaram os maiores resultados para MOE e MOR foram o *E. dunnii* e *E. viminalis*, respectivamente. Já no sentido perpendicular as espécies que apresentaram maiores valores dos painéis produzidos com resina FF, tanto para MOE quanto para MOR, foram o *E. viminalis* e *P.tecunumanii*.
- Para o teste de flexão estática, os resultados de MOE e MOR, tanto para os painéis UF quanto FF, apresentados foram satisfatórios em comparação com a espécie referencial (*P. taeda*) utilizada neste trabalho, com destaque para as espécies *E.saligna*, *E.viminalis*, *E.dunnii* e *P.tecunumanii*.
- De uma forma geral, as espécies estudadas neste trabalho apresentaram resultados viáveis para serem utilizadas na laminação e produção de painéis compensados multilaminados. Com isso, há um aumento na disponibilidade e diversidade de matéria-prima para esta finalidade.
- As espécies que apresentaram melhor desempenho para produção de painéis compensados foram o *P. tecunumanii*, *P. oocarpa*, *E. saligna*, *E. viminalis* e *E. dunnii*.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALCANTARA, G. B.; RIBAS, L. L. F.; HIGA, A. R.; RIBAS, K. C. Z. & KOEHLER, H. S. **Efeito da idade da muda e da estação do ano no enraizamento de miniestacas de *Pinus taeda* L.** *Árvore*, v. 31 n. 3 2007, 399-404.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE MADEIRA PROCESSADA MECANICAMENTE - ABIMCI. **Compensado de Pinus – Catálogo Técnico nº 1.** Curitiba, 2002. 20 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE MADEIRA PROCESSADA MECANICAMENTE – ABIMCI. **Estudo Setorial – 2006.** Curitiba, 2006. 51p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE MADEIRA PROCESSADA MECANICAMENTE – ABIMCI. **Programa Nacional de Qualidade da Madeira – Painéis Compensados.** Curitiba, 2004. 115p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – NBR. **Painéis de madeira compensada.** Projeto 31:000.05-001/1 Proposta1. Rio de Janeiro, 2004, 95p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PRODUTOS DE FLORESTAS PLANTADAS – ABRAF. **Anuário estatístico 2010, ano base 2009/ ABRAF.** – Brasília, 2010. 140p.

BALDWIN, R.F. **Plywood and veneer-based products: manufacturing practices.** San Francisco: Miller Freeman, 1994. 388p.

BARRICHELO, L. E. G; KAGEYAMA, P. Y; SPELTZ, R. M.; BONISH, H. J.; BRITO, J. O. & FERREIRA, M. **Estudos de procedências de *Pinus taeda* visando seu aproveitamento industrial.** IPEF, n. 15 p. 1-14, 1977.

BORTOLETTO JR, G. **Produção de compensados com 11 espécies do gênero *Eucalyptus*, avaliação das suas propriedades físico-mecânicas e indicações para utilização.** *Scientia Forestalis*, v. 63, p. 65-78, jun. 2003.

BORTOLETTO JUNIOR, G; GARCIA, J.N. **Bending strength and stiffness properties of OSB and plywood panels.** *Revista Árvore*, Viçosa, v.28, n.4, p. 563-570, 2004.

BRASIL, M. A. M.; NICOLIELO, N.; VEIGA, R. A. **A Variação da densidade básica da madeira de *Pinus oocarpa* Schiede em diversas idades na região de Agudos, SP.** *Floresta*, v.11, n.1, p. 33-40, 1980.

CALORI, J.V. & KIKUTI, P. **Propriedades físicas e mecânicas da madeira de *Eucalyptus dunnii* aos 20 anos de idade.** In: *Eucalyptus: IUFRO Conference on Silviculture and Improvement of Eucalyptus.* Salvador, Brasil. 24-29 de agosto. 1997, p. 321-326.

CHIES, D. **Influência do espaçamento sobre a qualidade e o rendimento da madeira serrada de *Pinus taeda* L.** Curitiba, 2005. 120 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná

EMBRAPA. **Zoneamento ecológico para plantios florestais no Estado do Paraná.** Ministério da Agricultura – Programa Nacional de Pesquisa de Florestas – PNPf (EMBRAPA/IBDF). Curitiba, 1986, 89p.

EUROPEAN STANDARD. **EN 310.** Determination of modulus of elasticity in bending and of bending strength. Portugal, 2002.

EUROPEAN STANDARD. **EN 314-1.** Plywood - Bonding quality - part 1: Test methods. Bruxelas, 2004.

EUROPEAN STANDARD. **EN 314-2.** Contraplacado - Qualidade de Colagem - Parte 2: Requisitos. Portugal, 2002.

FEIHL, O. Heating frozen and nonfrozen veneer logs. **Forest Products Journal**, v. 22, n. 10, p. 41-50, 1972.

FERREIRA, M ; SIMÕES, J.W.; JÚNIOR, L.S.; DOS SANTOS, P.E.T.. **Teste De Populações De *Eucalyptus phaeotricha* Blakely & Mckie Em Anhembi, SP.** IPEF, n.45, p.1-13, jan./dez.1992.

FRANCIS, J.k. *Pinus caribaea* Morelet. Disponível em <http://www.fs.fed.us/global/iitf/Pinuscaribaea.pdf> 2008. Acesso em 12/12/2010.

HALL, N. et alli. **Forest Trees of Australia.** 3.ed. Canberra, AGPS, 1970. 338 p.

HERAS, J. ; BONILLA, M.; MARTÍNEZ, L. W. Germination after heats treatments of *Pinus tropicalis* Morelet and *Pinus caribaea* Morelet var. *caribaea* seeds of West Cuban forest. **Ann. For. Science.** N. 63 p. 469-475, 2006.

<http://www.ipef.br/identificacao/eucalyptus/>, acesso em 19/11/2010

<http://portaldamadeira.blogspot.com/2010/03/especies-de-madeira-eucalipto.html>, acesso em 19/11/2010

<http://www.cnpf.embrapa.br/publica/seriedoc/edicoes/doc21.pdf>, acesso em 19/11/2010

INTERAMNENSE, M.T. **Utilização das madeiras de *Eucalyptus cloeziana* (F. Muell), *Eucalyptus maculata* (Hook) e *Eucalyptus punctata* DC var. *punctata* para produção de painéis compensados.** Dissertação-mestrado. Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal – Universidade Federal do Paraná, 1998, 81p.

IWAKIRI, S. **Painéis de Madeira reconstituída.** Curitiba: FUPEF, 2005. 247p.

IWAKIRI, S.; OLANDOSKI, D.P.; LEONHARDT, G.; BRAND, M.A. **Produção de chapas de Madeira compensada de cinco espécies de pinus tropicais.** Ciência Florestal, v. 11, n. 2, p. 71-77, 2001.

IWAKIRI, S.; DEL MENEZZI, C.S.; LAROCA, C.; VENSON, I.; MATOSKI, S.S. **Produção de compensados de *Pinus taeda* e *Pinus oocarpa* com resina fenol-formaldeído.** Cerne, v. 8, n. 2, p. 092-097, 2002.

IWAKIRI, S.; SILVA, J.C.; SILVA, J.R.M.; ALVES, C.R.; PUEHRINGER, C.A. **Produção de compensados de *Pinus taeda* L. e *Pinus oocarpa* Schiede com diferentes formulações de adesivo uréia-formaldeído.** Árvore, v. 26, n. 3, p. 371-375, 2002.

KLOCK, U. **Qualidade da madeira de *Pinus oocarpa* Schiede e *Pinus caribaea* Morelet var. *hondurensis* Barr e Golf.** Dissertação, UFPR, 143p. 1989. Curitiba, Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná.

KLOCK, U. **Qualidade da Madeira de *Pinus maximinoi* H. E. Moore.** Tese, UFPR, Curitiba, 2000. 291 f. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) - Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná.

KOLLMANN, F. F. P.; KUENZI, E.; STAMM, A. J.; **Principles of Wood Science and Technology II, Wood Based Materials** Carolina do Norte, USA. 1975. 703p.

LAMA GUTIERREZ, G. D. de. **Atlas del Eucalyptus.** Sevilha, Ministério de Agricultura, 1976. v.2

LUTZ, J.F. Technique for peeling, slicing and drying veneer. USDA. **Forest Products Laboratory.** Research Paper – 228. 1978. 63p.

MARRA, A.A. **Technology of wood bonding: principles in practice.** New York: Van Nostrand Reinhold. 1992. 453p.

MISSIO, R. F.; MORAES, M. L.T.; DIAS, L.A.S. **Efeito do desbaste seletivo sobre a divergência genética em progênies de *Pinus caribaea* Morelet var. *bahamensis*.** Scientia Forestalis, n. 73, p. 27-36, 2007.

MOURA, V. P. G.; DVORAK, W. S. & NOGUEIRA, M. V. P. **Variação da densidade da madeira, volume e matéria seca do tronco de *Pinus tecunumanii*, procedência de Mount Pine Ridge, Belize.** Planaltina, Distrito Federal, Brasil. Scientia Forestalis, n.57, p. 7-14, 1998.

MOURA, V. P.G.; VALE, A. T.; ISAIAS, F.B. **Comparação entre dois métodos de avaliação da variabilidade genética em volume, densidade básica da madeira e matéria seca de *Pinus Tecunumanii* (schwd) Eguluz e Perry.** Ciência Florestal, v. 14, n. 1, p. 77-84, 2004.

MOURA, V. P.G.; VALE, A. T.; OLIVEIRA, I. R. M. **Caracterização Física e**

Mecânica da madeira da madeira de *Pinus tecunumanii* com vistas a produção de móveis. Circular Técnica 43, Embrapa. Brasília DF, 2005.

OLIVEIRA, F. L.; LIMA J. N., GARCIA, J. N., LORSHEIM, S. M. B. **Propriedades da madeira de *Pinus taeda* l. em função da idade e da posição radial na tora.** Rev. Inst. Flor., São Paulo, v. 18, n. único, p. 59-70, dez. 2006.

PIO, N.S. **Avaliação da madeira de *Eucalyptus scabra* (Dum-Cours) e *Eucalyptus robusta* (Smith) na produção de painéis compensados.** Dissertação-mestrado. Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal – Universidade Federal do Paraná, 1996, 101p.

PRATA, J.G. **Estudo da viabilidade tecnológica do uso de espécies de *Pinus* tropicais para produção de painéis colados lateralmente (*edge glued panels* – EGP).** Tese-doutorado. Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal – Universidade Federal do Paraná, 2010, p. 25.

REZENDE, M. A.; SAGLIETTI, J. R. C.; GUERRINI, I. A. **Estudo das interrelações entre massa específica, retratibilidade e umidade da madeira de *Pinus caribaea* var. *hondurensis* aos 8 anos de idade.** IPEF, n. 48/49 p. 133-141 1995.

ROCHA, M.P. ***Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden e *Eucalyptus dunnii* Maiden como fontes de matéria-prima para serrarias.** Tese-Doutorado. Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal – Universidade Federal do Paraná, 2000, 185p.

SELLERS, T. **Plywood and adhesive technology.** Nova York: Marcel Dekker Inc., 1985. 661p.

SHIMIZU, J. Y. **Cultivo do *Pinus*, Sistemas de Produção,** 5 Embrapa Florestas, 2005

SHIMIZU, J. Y. ***Pinus* na silvicultura brasileira. Revista da madeira,** 130 p. p. 4-12, n 2006.

SILVA, J.R.M; MENDES, L.M; TRUGILHO, P.F; & LIMA, J.T. **Análise qualitativa da usinagem da madeira do *Eucalyptus grandis* Hill. Ex Maiden. In: *Eucalyptus: IUFRO Conference on Silviculture and Improvement of Eucalyptus.* Salvador, 1997. p. 32-35.**

TANG, W. & NEWTON, J. N. **Loblolly Pine (*Pinus taeda*). Protocol for somatic embryogenesis in wood plants,** p. 95-106, 2005.

TRIANOSKI, R.; PRATA, J.G.; MATOS, J.L.M. **Variação da massa específica básica em sete espécies de *Pinus* tropicais. I SIMADERJ, Simpósio de Ciência e Tecnologia da Madeira do Estado do Rio de Janeiro.** Anais, Seropédica, RJ, 2008.

TSOUMIS, G. **Science and technology of wood: structure, properties, utilization.** New York: Van Nostrand Reinhold, 1991. 494p.

UPTON, J. L.; DONAHUE, J. K. *Pinus chiapensis* (Martínez) Andresen. Part II Species description, p. 612-614, 2003.

VALERI, S. V.; SOARES R. V. e MONTEIRO, R. F. R. **Exportação de biomassa de povoamentos de *Pinus taeda* L. desbastados em diferentes idades.** Floresta v.19 n.1/2, p. 23-29, 1989.

ANEXO

FICHA DE LAMINAÇÃO

LAMINAÇÃO					
ESPÉCIE:		TORA N°:		DATA:	
COZIMENTO					
TEMPERATURA:		DATA/HORA INÍC:		DATA/HORA FIM:	
DADOS INICIAIS					
CASCA:		CILINDRO:			
LÂMINA:		LÂMINA:			
LÂMINA		RESTO:			
MEDIÇÕES					
	ESPESSURA 1	ESPESSURA 2	ESPESSURA 3	ESPESSURA 4	MÉDIA/LÂMINA
LÂMINA 1					
LÂMINA 2					
LÂMINA 3					
LÂMINA 4					
LÂMINA 5					
				MÉDIA GERAL:	
N° DE LÂMINAS:		VOLUME FARDO:		VOLUME DA TORA:	
TEMP. REAL:		TEMP. CILINDRO:		RENDIMENTO tot:	
TEMP. ROLO:				RENDIMENTOefet:	
CLASSIFICAÇÃO					
	NÓS		QUANTIDADE	VOLUME	RENDIMENTO:
1ª	SUPERFÍCIE LIMPA				
2ª	DIÂMETRO MÁX 10mm				
3ª	ACIMA DE 10mm DIÂMETRO				
QUALIDADE SUPERFICIAL					
	QUANTIDADE				
LISA:					
FELPUDA:					
REVESO:					
OBS:					
EXECUTOR:					