

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS
Centro de Engenharias
Curso de Engenharia Industrial Madeireira



Trabalho de Conclusão de Curso

Uso da farinha do endocarpo de *Prunus persica* L. como material de enchimento para produção de compensados estruturais de *Pinus taeda* L. e *Eucalyptus dunnii* Maiden

Helio Marques Ribeiro Neto

Pelotas, 2015.

Helio Marques Ribeiro Neto

Uso da farinha do endocarpo de *Prunus persica* L. como material de enchimento para produção de compensados estruturais de *Pinus taeda* L. e *Eucalyptus dunnii* Maiden

Trabalho Acadêmico apresentado ao Curso de Engenharia Industrial Madeireira da Universidade Federal de Pelotas, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Engenharia Industrial Madeireira.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Érika da Silva Ferreira

Pelotas, 2015

Helio Marques Ribeiro Neto

Uso da farinha do endocarpo de *Prunus persica* L. como material de enchimento para produção de compensados estruturais de *Pinus taeda* L. e *Eucalyptus dunnii* Maiden

Trabalho de Conclusão de Curso aprovado, como requisito parcial, para obtenção do grau de Bacharel em Engenharia Industrial Madeireira, Centro de Engenharias, Universidade Federal de Pelotas.

Data da defesa: 17/11/2015

Banca examinadora:

Prof^a. Dr^a. Érika da Silva Ferreira (Orientadora)
Doutora em Engenharia Florestal pela Universidade Federal do Paraná

Prof. D.r Leonardo da Silva Oliveira
Doutor em Engenharia Florestal pela Universidade Federal de Santa Maria

Prof. M.Sc. Gabriel Valim Cardoso
Mestre em Engenharia Florestal pela Universidade Federal de Santa Maria

Nota do Autor

A reprodução e a divulgação, parcial ou total, por meio digital ou impressa é permitida, desde que a fonte seja citada.

Aos meus pais, Rosa Amaral (*in memoriam*) e Helio Ribeiro,
à meu irmão Felipe Ribeiro,
à minha dinda Gilda Amaral e
à minha namorada Cibelle Burdulis da Motta

Dedico

Agradecimentos

Agradeço, primeiramente, à meus professores e a minha orientadora Prof^a. Dr^a. Érika da Silva Ferreira pela orientação no trabalho de conclusão e ensinamentos no decorrer da minha formação.

Às empresas Palma Sola Ltda, Hexion Química do Brasil, Fábrica de conservas Olé, Departamento de Engenharia e Tecnologia Florestal – DETF (UFPR) e Curso de Engenharia Civil – UFPel pelo incentivo ao estudo por meio da doação das lâminas de madeira, resina fenol-formaldeído, caroço de pêssego, farinha de casca de coco e cessão do Laboratório de Materiais de Construção para produção da farinha do caroço de pêssego, respectivamente, utilizados neste trabalho.

Aos técnicos de laboratório da UFPel e estagiários do Laboratório de Painéis de Madeira - LAPAM pelo apoio, ajuda e dedicação essencial na realização dos experimentos.

Agradeço, à minha mãe Rosa Maria Oliveira Amaral, sendo a pessoa mais especial na minha vida, dedicada, com um ótimo caráter e amiga, que enquanto esteve ao meu lado fisicamente, me apoiou, me educou e me ensinou tudo que sei hoje em dia. Sendo esta, sem dúvida, a principal pessoa responsável por eu chegar até aqui, pessoa que me mostrou o valor do trabalho, da responsabilidade e da importância de grandes amizades. Obrigado mãe, por estar sempre comigo, em meus pensamentos e em meu coração.

Ao meu pai, Helio Ribeiro, o qual tenho o orgulho de me espelhar na vida profissional, sendo este uma pessoa respeitada, trabalhadora e responsável, agradeço também por sempre incentivar meus estudos e me apoiar quando necessário.

Ao meu irmão Felipe Ribeiro, por ser presente em minha vida, por sempre apoiarmos um ao outro e por me ajudar quando foi preciso durante minha vida acadêmica.

À minha dinda, Gilda Amaral, por me incentivar nos estudos para obter uma melhor formação e por ser uma pessoa amiga, com quem pude contar em muitos momentos da minha vida.

Agradeço aos meus amigos, familiares e minha namorada.

Resumo

Neto, H. M. R. **Uso da farinha do endocarpo de *Prunus persica* L. como material de enchimento para produção de compensados estruturais de *Pinus taeda* L. e *Eucalyptus dunnii* Maiden.** 2015. 50f. Trabalho de conclusão de curso – Curso de Engenharia Industrial Madeireira. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas – RS.

O estudo teve como objetivo avaliar o potencial tecnológico de utilização da farinha do endocarpo de pêssego (*Prunus persica* L.) como material de enchimento alternativo para produção de painéis compensados estruturais constituídos por lâminas de pinus (*Pinus taeda* L.) e eucalipto (*Eucalyptus dunnii* Maiden). Dessa forma, foram confeccionados um total de 12 compensados em 4 tratamentos, sendo cada painel constituído por 5 lâminas de pinus ou eucalipto com espessura nominal de 2mm e adesivo fenol-formaldeído, empregando em sua formulação material de enchimento alternativo e o convencional (farinha de *Cocos nucifera* L.) Os painéis compensados foram manufaturados de acordo com os seguintes parâmetros: quantidade de adesivo 360g/m², formulação do adesivo (em partes por peso): 100 – resina fenol-formaldeído; 10 – material de enchimento; 5 – extensor; 5 – água; tempo de pré-prensagem de 10 minutos; prensagem a quente por 7 minutos; pressão específica de 10 kgf/cm² e temperatura da prensa: 140°C. Posteriormente a climatização das chapas, os corpos de prova foram dimensionados e os ensaios físicos (teor de umidade, massa específica aparente, absorção de água e inchamento em espessura) realizados de acordo com as especificações da norma brasileira. De modo geral, a farinha do endocarpo de pêssego (*Prunus persica* L.) demonstrou potencial tecnológico para uso como material de enchimento alternativo na manufatura de painéis compensados de pinus e eucalipto em substituição ao material convencional de acordo com as propriedades físicas avaliadas dos painéis produzidos no presente estudo.

Palavras-chave: painéis de madeira; resina fenol-formaldeído; propriedades físicas.

Abstract

Neto, H. M. R. **Use *Prunus persica* L. endocarp flour as a filler for production of *Pinus taeda* L. and *Eucalyptus dunnii* Maiden structural plywood.** 2015. 50f. Completion of course work – Wood Industrial Engineering Course. Federal University of Pelotas, Pelotas - RS.

The study aimed to assess the technological potential to use flour to make endocarp peach (*Prunus persica* L.) of filler as an alternative structural plywood production constituted with pine (*Pinus taeda* L.) and eucalyptus (*Eucalyptus dunnii* Maiden) veneer. Thus, were made total 12 plywood in 4 treatments, being each panel consists for 5 eucalyptus or pine veneers with a nominal thickness of 2mm and phenol formaldehyde adhesive, employing in alternative material and conventional filler formulation (*Cocos nucifera* L. flour). The Plywood were manufactured in accordance with the following parameters: amount of adhesive 360g /m², adhesive formulation (weight for parts): 100 - phenol formaldehyde resin: 10 - Material filler; 5 - extender; 5 - Water; pre-pressing time 10 minutes; hot pressing for 7 minutes; specific pressure of 10 kgf/cm² and temperature: 140°C. Subsequently for climate boards, were realized physical testing (moisture content, bulk density, water absorption and thickness swelling) achieved of the agreement with the specifications of the Brazilian standard. Generally, a flour from peach endocarp (*Prunus persica* L.) demonstrated technological potential for use as the alternative filler material in the manufacture of pine and eucalyptus plywood when replacing conventional materials of the agreement with as physical properties the produced panels evaluated in present study.

Keywords: wood panels; phenol formaldehyde resin; physical properties.

Lista de Figuras

| | |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figura 1 - Floresta (1), tronco (2) de <i>Pinus taeda</i> L..... | 16 |
| Figura 2 - Componentes do agregado de produto florestal, painéis de madeira, baseado na nomenclatura da FAO..... | 17 |
| Figura - 3 Histórico da produção e consumo de painéis de madeira industrializada no Brasil, 2002-2012..... | 19 |
| Figura - 4 Histórico da produção e consumo de compensados no Brasil, 2002-2012..... | 20 |
| Figura 5 - Região de concentração no cultivo do pessegueiro no Rio Grande do Sul e o percentual de cultivo da região de Pelotas..... | 26 |
| Figura 6 - Processo de produção do painel compensado..... | 30 |
| Figura 7 - Layout de distribuição dos corpos de prova para a avaliação das propriedades físicas analisadas nos painéis compensados de <i>P. taeda</i> | 32 |
| Figura 8 - Layout de distribuição dos corpos de prova para a avaliação das propriedades físicas analisadas nos painéis compensados de <i>E. dunnii</i> | 33 |

Lista de Tabelas

| | |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabela 1 - Propriedades físico-químicas da resina FF..... | 28 |
| Tabela 2 - Constituição dos painéis compensados por tratamento..... | 29 |
| Tabela 3 - Formulação empregada para produção dos painéis compensados..... | 30 |
| Tabela 4 - Parâmetros de prensagem para produção dos painéis compensados.... | 31 |
| Tabela 5 - Ensaio físicos realizados nos painéis compensados, quantidade de corpos de prova, dimensionamento e norma utilizada para avaliação das propriedades físicas dos painéis..... | 34 |
| Tabela 6 - Valores médios para o teor de umidade (T.U.) dos painéis compensados..... | 35 |
| Tabela 7 - Valores médios de massa específica aparente (M.E.A) para os quatro tratamentos avaliados..... | 36 |
| Tabela 8 - Valores médios para massa específica aparente avaliando o efeito da espécie..... | 37 |
| Tabela 9 - Valores médios para massa específica aparente avaliando o efeito do material de enchimento..... | 37 |
| Tabela 10 - Valores médios para absorção de água (A.A.) em 24 horas para os tratamentos avaliados..... | 38 |
| Tabela 11 - Valores médios para absorção de água (A.A.) avaliando o efeito das espécies..... | 39 |
| Tabela 12 - Valores médios para absorção de água (A.A.) avaliando o efeito do material de enchimento..... | 40 |
| Tabela 13 - Valores médios para o inchamento mais recuperação em espessura (IR)..... | 40 |
| Tabela 14 - Valores médios para recuperação em espessura (R.E.) nos quatro tratamentos avaliados..... | 41 |

Lista de Siglas

AA - Absorção de água

ABIMCI - Associação Brasileira Da Indústria Da Madeira Processada Mecanicamente

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas

ABRAF - Associação Brasileira de Produtores de Florestas Plantadas

CP - Corpo de prova

CV - Coeficiente de variação

FCC - Farinha de casca de coco

FCP – Farinha do caroço de pêssego

FF - Fenol-formaldeído

FT - Farinha de trigo

IR - Inchamento mais recuperação em espessura

LAPAM - Laboratório de painéis de madeira

ME - Massa específica

MEA - Massa Específica Aparente

PMVA - Produtos de maior valor agregado

PNQM - Programa Nacional de Qualidade da Madeira

RE - Recuperação de espessura

TU - Teor de umidade

UF - Ureia-formaldeído

Sumário

| | |
|--------------------------------------------------------|----|
| 1. INTRODUÇÃO | 13 |
| 2. OBJETIVO..... | 15 |
| 2.1. Objetivo geral | 15 |
| 2.2. Objetivos específicos | 15 |
| 3. REVISÃO DE LITERATURA..... | 16 |
| 3.1 Pinus (<i>Pinus taeda</i>)..... | 16 |
| 3.2 Eucalipto (<i>Eucalyptus dunnii</i> Maiden) | 17 |
| 3.3 Painéis de Madeira | 18 |
| 3.4 Pannel Compensado | 20 |
| 3.5 Adesivo | 22 |
| 3.5.1 Adesivo fenol-formaldeído (FF) | 23 |
| 3.6 Material de Enchimento (<i>Filler</i>)..... | 24 |
| 3.7 Extensor..... | 25 |
| 3.8 Pêssego (<i>Prunus persica</i> L.)..... | 25 |
| 4. MATERIAL E MÉTODOS | 28 |
| 4.1 Material | 28 |
| 4.2 Produção dos painéis compensados | 29 |
| 4.3 Ensaio físicos | 31 |
| 4.4 Análise estatística | 34 |
| 5. RESULTADOS E DISCUSSÕES..... | 35 |
| 5.1 Teor de umidade | 35 |
| 5.2 Massa específica..... | 36 |
| 5.3 Absorção de água | 38 |
| 5.4 Inchamento mais recuperação em espessura..... | 40 |
| 5.5 Recuperação em Espessura | 41 |
| 6. CONCLUSÕES | 42 |
| Referências..... | 43 |
| Apêndice | 50 |

1. INTRODUÇÃO

O compensado é um painel constituído por lâminas de madeira sobrepostas e cruzadas entre si, as quais são unidas com adesivos por meio de pressão e calor. Para sua fabricação utiliza-se uma quantidade ímpar de camadas, sendo sua propriedade dependente da qualidade das lâminas empregadas na sua composição (incidência de defeitos, número de emendas, coloração e outros). Com relação aos principais usos e aplicações, o compensado atende a uma gama diversificada que se mostra fortemente segmentada entre construção civil, indústria moveleira, embalagem, entre outros (ABIMCI, 2009).

Dessa forma, características inerentes às espécies provenientes de florestas plantadas e fatores ambientais, como rápido crescimento e adaptação ao clima, fizeram com que ocorresse a substituição do uso das florestas nativas por madeira oriunda de reflorestamentos. Inicialmente os painéis eram fabricados com madeira de *Pinus taeda* e *Pinus elliottii* (ABIMCI, 2004), após a década de 1990, ocorreu um crescimento no uso de lâminas faqueadas de eucalipto como lâminas de capa, devido a suas características decorativas e estéticas.

Para produção dos compensados com finalidade de uso externo é convencional o emprego da resina fenol-formaldeído, por possuir características de resistência à umidade e intempéries. Dessa forma, são empregadas formulações de adesivo específicas pelas empresas para maximizar o custo-benefício da produção sem afetar a resistência requerida para determinado uso do painel. A seleção e proporção dos ingredientes da formulação são baseadas nas propriedades físicas da madeira, bem como o uso final do compensado, consistindo na adição de material de enchimento (farinha de casca de coco), extensor (farinha de trigo) e água.

De acordo com Almeida (2009), são utilizados na fabricação dos painéis compensados extensores que possuem o objetivo de reduzir os custos de produção e controlar a viscosidade para a fase de aplicação do adesivo, bem como para a etapa de aquecimento inicial do painel na prensa. A farinha de trigo é o principal extensor utilizado na indústria de compensados. Além dos extensores, são adicionados à resina os materiais de enchimento, que têm por função o aumento no volume do adesivo e conseqüentemente a diminuição dos custos. Esse material

apresenta as características de serem inertes e não possuírem a propriedade de adesão.

Nesse contexto, o uso da farinha do endocarpo do pêssego (*Prunus persica* L.) pode se tornar uma alternativa tecnicamente viável em relação à farinha da casca de coco para a região sul do Brasil em função deste material se caracterizar como um resíduo da agroindústria de beneficiamento do fruto.

Dados da Embrapa (2009) informam que o município de Pelotas se tornou o maior produtor brasileiro de pêssego com aproximadamente 65% do volume nacional. A área de 8.508ha é a maior em nível nacional, onde mais de 95% visa o mercado de conservas (EMATER, 2002).

Os caroços (endocarpo) e as amêndoas são considerados resíduos agroindustriais e equivalem a 75% dos rejeitos descartados a cada safra na região de Pelotas, material que é enterrado ou fica exposto no ambiente (DIÁRIO POPULAR, 2015).

De acordo com as informações citadas anteriormente, torna-se necessário o desenvolvimento de pesquisas que direcionem o uso adequado destes materiais considerados resíduos, como o presente estudo que visa utilizar o endocarpo do pêssego (*Prunus persica* L.) como material de enchimento para a produção de compensados.

2. OBJETIVO

2.1. Objetivo geral

O presente estudo teve como objetivo geral avaliar o potencial tecnológico de utilização da farinha do endocarpo de pêssego (*Prunus persica* L.) como material de enchimento alternativo para produção de painéis compensados estruturais constituídos por lâminas de *Pinus taeda* L. e *Eucalyptus dunnii* Maiden.

2.2. Objetivos específicos

- Produzir, em escala piloto, painéis compensados fenólicos multilaminados constituídos por lâminas de pinus (*Pinus taeda* L.) e eucalipto (*Eucalyptus dunnii* Maiden) empregando como material de enchimento a farinha do endocarpo de pêssego (*Prunus persica* L.);
- Determinar as seguintes propriedades físicas dos painéis: teor de umidade, massa específica aparente, absorção de água, inchamento mais recuperação em espessura e recuperação em espessura, de acordo com especificações da norma brasileira;
- Avaliar o efeito da farinha do endocarpo de pêssego frente ao material de enchimento convencional (farinha da casca de coco) nas propriedades físicas dos compensados;
- Avaliar o efeito das espécies de pinus e eucalipto nas propriedades físicas dos painéis compensados;
- Avaliar a interação dos fatores espécie e material de enchimento nas propriedades físicas dos painéis compensados estruturais;

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1 Pinus (*Pinus taeda*)

Nativa em sua maioria do Hemisfério Norte, pertencente à família Pinacea, onde existem diversas espécies, sendo o *Pinus elliottii* e *Pinus taeda* as principais espécies comerciais (AGEFLOR, 2009).

Trazidas dos Estados Unidos para o Brasil, as espécies de *P. taeda* e *P. elliottii* tiveram um maior destaque nas regiões sul e sudeste do país. Espécies tropicais como *P. caribaea*, *P. oocarpa*, *P. tecunumanii*, *P. maximinoi* e *P. patula*, aos poucos foram introduzidas de acordo com as regiões, climas e por possuírem características de rápido crescimento e grande reprodução (IWAKIRI, 2008).

Com aproximadamente um milhão de hectares plantados no sul do Brasil, o *Pinus taeda* se tornou a espécie de pinus mais utilizada na indústria de chapas, produção de móveis, madeira reconstituída, madeira serrada, embalagens, molduras, celulose e papel. Esta espécie se desenvolve bem em climas frescos, frios, úmidos no inverno e com verões quentes e longos, característico das regiões sul e sudeste (AGUIAR, SOUSA e SHIMIZU, 2013).

A figura 1 apresenta imagens da floresta e tronco de *Pinus taeda*.



Figura 1 – Floresta (1), tronco (2) de *Pinus taeda* L.

Fonte: SEMENTES CAIÇARA, 2015. Adaptado pelo Autor.

3.2 Eucalipto (*Eucalyptus dunnii* Maiden)

De acordo com a CNA (2011), os plantios de eucalipto no Brasil estão em franca expansão e o mercado para a produção florestal é cada vez mais promissor. Com políticas e incentivos governamentais adequados, o País poderá inclusive dobrar sua área de florestas plantadas, dos atuais sete milhões de hectares para cerca de 15 a 16 milhões, em 10 anos. O eucalipto é uma árvore nativa da Austrália, do Timor e da Indonésia, sendo considerada uma espécie exótica em todas as outras partes do mundo. Existem mais de 600 espécies pertencentes ao gênero *Eucalyptus*, e, entre as principais espécies plantadas para fins comerciais, estão o *Eucalyptus grandis*, *E. urophylla*, *E. saligna*, *E. camaldulensis*, *E. globulus*, *E. dunnii* e *E. nitens*.

Segundo a Associação Brasileira de Produtores de Florestas Plantadas – ABRAF (2012), no ano de 2011 no Brasil as florestas de *Eucalyptus* evoluíram em relação aos anos anteriores, em torno de 4.873.451ha, com uma produção de 60.772.400m³, sendo a região sudeste a maior produtora. Para Angeli (2006), a espécie é comumente usada por empresas produtoras de celulose, serraria, produção de móveis e laminação.

A madeira é leve, muito semelhante ao *Eucalyptus grandis*, de regular estabilidade dimensional e de elevada permeabilidade. A espécie não é recomendada para regiões onde ocorrem a geadas e déficit hídrico e apresenta boa capacidade de regeneração por brotação das cepas. No Brasil, a espécie não tem sido plantada intensivamente no Sul, devido à resistência a geadas. É utilizada em serraria, laminação, movelaria, construções, celulose e papel, chapas de partículas, chapas duras, caixotaria, mourões, lenha e carvão (BERTOLA, 2000).

3.3 Painéis de Madeira

De acordo com Iwakiri (2005), os painéis de madeira reconstituída podem ser conceituados como um produto composto por lâminas, sarrafos, fibras ou partículas obtidas pelo processo de fragmentação da madeira sólida e reconstituídos por meio de resinas sob ação de temperatura e pressão. No final do século XIX iniciou-se a produção industrial dos compensados e posteriormente outros painéis surgiram. Na figura 2 é apresentado os tipos de painéis de madeira de acordo com a FAO (2001).

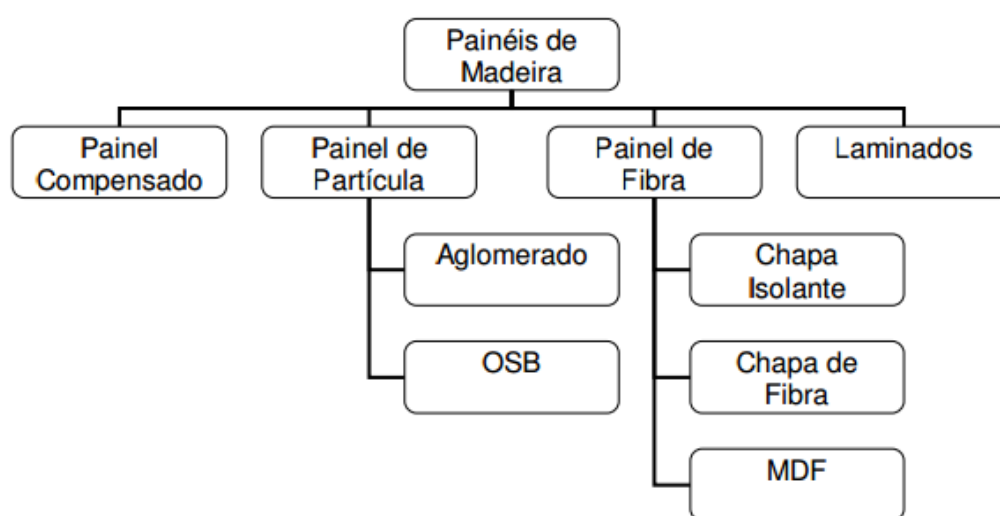


Figura 2 – Classificação dos painéis de madeira reconstituída.

Fonte: FAO, 2001.

Os usos e aplicações dos painéis de madeira estão diretamente associados às propriedades físicas e mecânicas dos mesmos. As restrições técnicas para o uso e a aplicação de diferentes tipos de painéis de madeira envolvem características como resistência, uso interior ou exterior, uniformidade da superfície, tolerância a usinagem, resistência à fixação de parafusos, entre outros. Diferentes tipos de painéis de madeira podem sobrepor tais restrições técnicas. Os painéis de madeira possuem uma ótima vantagem em substituir a madeira maciça, que é escassa e mais cara, em diversos usos, como na fabricação de móveis, portas, rodapés e pisos (ABIMCI, 2009).

Segundo a (ABIPA, 2012), o mercado de painéis de madeira industrializada encontra-se em expansão no Brasil. Nos últimos 10 anos (2002-2012), a produção anual dos painéis de madeira industrializada cresceu de 3,1 milhões de toneladas

para 7,3 milhões, um crescimento médio de 8,9% a.a. Da mesma forma, o consumo anual de painéis de madeira também cresceu de 2,8 milhões de toneladas, para 7,2 milhões, com incremento médio de 9,9% a.a. Em 2012, a produção de painéis de madeira industrializada cresceu 12,3% e o consumo, 10,8% (Figura 3).



Figura 3 - Histórico da produção e consumo de painéis de madeira industrializada no Brasil, 2002-2012.

Fonte: ABIPA (2012).

De acordo com ABRAF (2012), o valor bruto da produção, a partir de florestas plantadas, de painéis de madeira industrializada foi de R\$ 6,5 bilhões, enquanto o de madeira processada mecanicamente, de R\$ 5,8 bilhões. No Brasil, os painéis de madeira processada mecanicamente utilizam madeira no processo produtivo tanto de florestas plantadas (sobretudo de pinus e situadas na Região Sul) quanto de florestas nativas (principalmente na Região Norte). E conforme dados da Associação Brasileira da Indústria de Painéis de Madeira (ABIPA), responde por cerca de 500 mil hectares plantados de pinus e eucalipto e emprega cerca de 5.500 funcionários diretamente e 25 mil indiretamente.

A produção de painéis de madeira reconstituída atingiu 7,98 milhões de metros cúbicos em 2014, alta de 1,1% em relação a 2013. A produção de MDF aumentou 6,7%, enquanto as produções de HDF e MDP, no mesmo período, diminuíram 2,5% e 5,5% respectivamente (IBÁ, 2015).

Segundo Ribeiro (2008), a indústria de painéis de madeira processada mecanicamente é bastante pulverizada. O segmento de compensados é constituído por grande número de empresas – estima-se a existência de mais de 200 fábricas de compensado em operação – que, em conjunto, detêm uma capacidade instalada de produção de mais de 4 milhões de metros cúbicos (m³) anuais.

Nos últimos 10 anos (2002-2012), a produção de compensado evoluiu de 1,6 milhão de m³ anuais, em 2002, para 2,1 milhões de m³ anuais, em 2012, um crescimento médio de 2,8% a.a. (Figura 4). No mesmo período, o consumo evoluiu de 0,5 para 1,1 milhão de m³ anuais, resultando em um incremento de 9,0% a.a. Em 2012, a produção de compensado totalizou um volume 16,7% superior ao volume produzido em 2011 e o consumo, um valor 10,0% superior.



Figura 4 - Histórico da produção e consumo de compensados no Brasil, 2002-2012.

Fonte: Pöyry Silviconsult, 2013.

3.4 Painel Compensado

Os painéis compensados foram introduzidos na indústria no início do século XX nos Estados Unidos da América, com o passar dos anos foram desenvolvidos novos processos e inovações tecnológicas, favorecendo para o crescimento do setor. Assim, diante de vários conceitos de painéis compensados, pôde-se chegar ao seguinte conceito de que o compensado é um painel produzido com lâminas sobrepostas coladas com adesivo, em número ímpar de camadas, direcionadas com

um ângulo de 90° entre as demais camadas. Para sua fabricação, alguns princípios devem ser tomados, são eles: laminação cruzada, onde as laminas são sobrepostas em número ímpar de camadas e com o sentido da grã perpendicular entre as camadas (IWAKIRI, 2005).

Além disso, o direcionamento cruzado das fibras também proporciona a uniformidade das propriedades mecânicas nas duas direções do plano da chapa. Essa uniformidade é maior quanto maior é o número de camadas do compensado, em razão da melhor distribuição das tensões que se desenvolvem em face de determinado carregamento. Outras características importantes dos compensados são a sua capacidade de suportar cargas de impacto que se impõe a certas estruturas e a resistência a rachaduras (EISFELD, 2009).

Para Iwakiri (2005) as principais vantagens de se usar painel compensado ao invés da madeira maciça são: Apresenta maior estabilidade dimensional e menor contração em função da laminação cruzada; um melhor aproveitamento da tora; podem-se produzir chapas mais compridas e largas; apresenta maior coeficiente de resistência em toda extensão do compensado e o custo do compensado é menor do que a madeira maciça.

Os principais parâmetros de controle para a produção do painel compensado de acordo com Remade (2008) são:

- Teor de umidade das lâminas;
- Teor de sólidos, viscosidade e gramatura da batida de cola;
- Composição balanceada do painel em função da espécie e espessura das lâminas;

O processo de produção dos compensados estruturais segue as seguintes etapas: junção das lâminas, preparação e aplicação do adesivo, montagem do compensado, pré-prensagem, prensagem a quente, acondicionamento, acabamento, classificação, embalagem e armazenamento. Após a fabricação, algumas propriedades são avaliadas, dentre as principais estão: teor de umidade, massa específica aparente, módulo de elasticidade e módulo de ruptura, compressão paralela ao plano do painel, tração paralela ao plano do painel, resistência da linha de cola aos esforços de cisalhamento, absorção de água, inchamento e recuperação em espessura e emissão de formaldeído livre (IWAKIRI, 2005).

Existem dois tipos básicos de compensados que podem ser de uso interno,

quando utilizado o adesivo ureia-formaldeído, e uso externo ou “à prova d’água” quando a colagem é à base de adesivo fenol-formaldeído. No Brasil, os painéis compensados multilaminados são produzidos com madeira de espécies de rápido crescimento como o pinus e eucalipto (BEDNARCZUK, 2015).

Por possuir características favoráveis, o compensado é utilizado em diversos setores madeireiros, como na construção civil para aplicações estruturais ou não (pisos, forros, paredes, esquadrias, portas, telhados, andaimes, formas de concreto etc.), na construção de barcos, na fabricação de móveis (partes estruturais e decorativas), instrumentos musicais, embalagens industriais, caixas e outros. Na indústria moveleira são empregados principalmente na produção de fundos de gaveta, armários, roupeiros, tampos de mesa, laterais de móveis, braços de sofá, fundos de armários, prateleiras, pisos e portas residenciais (EISFELD, 2009).

De acordo com Bednarczuk (2015), pesquisas foram realizadas recentemente a fim de avaliar a viabilidade técnica de utilização de espécies alternativas na produção de painéis compensados. Como exemplo pode-se citar o estudo desenvolvido por Iwakiri et al. (2013) onde foram produzidos painéis compensados multilaminados utilizando lâminas de *Sequoia sempervirens* coladas com resina fenol-formaldeído. Iwakiri et al. (2011) avaliaram a qualidade de painéis compensados produzidos com lâminas de *Schizolobium amazonicum* Huber ex. e Pinto (2011) avaliou o rendimento em laminação e a qualidade dos painéis compensados de lâminas de *Criptomeria japonica* coladas com resinas fenol-formaldeído e ureia-formaldeído.

3.5 Adesivo

Na produção dos painéis de madeira, o adesivo exerce um papel fundamental, onde é responsável pela ligação entre as peças de madeira e a transferência de tensões geradas na linha de cola durante a sua utilização, sendo também responsável significativamente pelo controle dos custos de produção (IWAKIRI, CUNHA, et al., 2000).

De acordo com a ABIMCI (2003), a colagem de madeiras envolve o conhecimento de três conceitos iniciais:

- **Adesão:** fenômeno físico-químico que provê um mecanismo de interação entre superfícies sólidas;
- **Adesivo:** material com propriedades aderentes, isto é, uma substância capaz de manter unidos outros materiais em suas superfícies;
- **Aderente:** termo empregado para sólidos (madeira) unidos por adesivos.

Para Iwakiri (2005) os adesivos podem ser divididos dependendo do seu uso em:

- **Naturais:** de origem animal, caseína do leite, derivados da soja, derivados do amido, borracha natural;
- **Adesivos termoplásticos:** acetato de polivinila (PVAc), *hot-melt*, polietileno, poliestireno e borracha sintética;
- **Adesivos termoendurecedores ou termofixos:** ureia-formaldeído, melamina-formaldeído, fenol-formaldeído, resorcinol-formaldeído, tanino-formaldeído, licor sulfito e isocianato.

Adotando as formulações especificadas pelos fabricantes, os adesivos são preparados, podendo ser misturados com água e aditivos, como exemplo, retardadores de fogo, agentes conservantes, corantes, endurecedores (FERRAZ, 2013).

A qualidade do painel acabado depende muito da formulação adesiva. De acordo com o uso do painel, sua formulação pode mudar, assim uma formulação básica do adesivo compreende a adição de água, catalisadores, extensores e material de enchimento, onde a qualidade do adesivo depende de alguns fatores, que são eles: viscosidade, teor de substâncias sólidas, tempo de formação de gel, pH, dentre outros (ALMEIDA *et al.*, 2014).

3.5.1 Adesivo fenol-formaldeído (FF)

Segundo Iwakiri (2005), na década de 1930 surgiu a resina fenol-formaldeído que possui a característica de ser resistente a umidade, classificando-a como de uso externo. A resina FF se destina a fabricação de compensados estruturais à prova d'água, painéis de fibras duras, OSB (*Oriented Strand Board*) e painéis aglomerados

estruturais.

O adesivo fenol-formaldeído é um adesivo sintético, porém, apresenta alguns fatores negativos, como alto consumo de energia, porque necessita de altas temperaturas de cura, possui alto preço no mercado e também é um produto tóxico (RENZO, 2008).

A resina fenólica possui as seguintes características: teor de sólidos entre 48 a 51%, pH entre 11 a 13, coloração marrom avermelhado, viscosidade entre 300 a 600cP, cura em temperatura alta, na faixa de 130 a 150°C, e se estiver devidamente armazenada com temperatura em torno de 20°C tem sua validade datada entre 4 a 5 meses. Por possuir um valor mais alto, seu uso vai ficar restrito a vigas e painéis estruturais de uso externo (HASELEIN, 2003).

3.6 Material de Enchimento (*Filler*)

Os materiais de enchimento são substâncias adicionadas na formulação do adesivo, não possuindo a propriedade de adesão. Sua principal característica e objetivo são de aumentar o volume do adesivo e reduzir custos. Pode também controlar a penetração de adesivo na madeira e auxiliar na formação de sólidos. Em lâminas muito ásperas e secas, o material de enchimento pode se tornar importante na produção do compensado, porém, se ele for administrado em excesso, pode causar uma diminuição na resistência da linha de cola. Também chamado de carga ou *filler*, os materiais de enchimento não influenciam na viscosidade da resina, entretanto, possuem a vantagem de serem menos susceptíveis ao ataque de insetos e fungos e de absorver menor quantidade de água. Os principais materiais de enchimento são: caolina, farinha da casca de nozes, substâncias sintéticas (IWAKIRI, 2005).

Segundo Ribeiro (2008), outros materiais de enchimento são utilizados na indústria, como por exemplo: farinha de trigo, babaçu, farinha de mandioca e farinha de aveia. A farinha de babaçu junto com a farinha de trigo está sendo introduzida principalmente nos Estados do Pará e Maranhão para que ocorra o aumento de volume e conseqüente diminuição de custos na produção dos compensados (TOBASA, 2009 apud ALMEIDA, 2009).

3.7 Extensor

Segundo Iwakiri (2005), os extensores são substâncias à base de amido ou proteína, que possuem alguma ação adesiva, onde são misturados no adesivo para posterior produção de painéis compensados. Tem como objetivo ocasionar o aumento na viscosidade do adesivo e assim melhorar as condições de absorção e espalhamento; reduzir o custo do adesivo, evitar a diminuição da viscosidade na fase inicial de aquecimento, fazendo com que a madeira não absorva excessivamente o adesivo.

De acordo com SELBO (1975) apud ALMEIDA (2009), deve-se restringir o uso dos extensores porque a principal desvantagem é a diminuição da resistência da linha de cola em condições úmidas e isso pode fazer com que o painel fique susceptível ao ataque de fungos.

O principal extensor utilizado na produção de painéis compensados é a farinha de trigo. Outros materiais alternativos estão sendo usados devido ao alto custo da farinha de trigo, como: farinha de soja e milho que possuem boas propriedades; farinha de sangue coagulado que possui a característica de alta resistência a umidade; e sem o poder de adesão existem a farinha de batata, linhaça e centeio. Deve-se salientar que, para que uma substância possa ser utilizada como extensor, elas devem possuir algumas características, que são elas: de evitar a passagem do adesivo para a superfície do painel; possuir um baixo teor de cinzas; ser de difícil dispersão na resina líquida com formação de uma mistura homogênea; melhorar a capacidade de ligação e coesividade do adesivo; a viscosidade deve estar em torno de 4000 a 6500cP; pH em torno de 7 para não interferir na cura da resina e possuir partículas finas para não interferir no espalhamento do adesivo na superfície do painel (IWAKIRI, 2005).

3.8 Pêssego (*Prunus persica* L.)

O pessegueiro é uma espécie nativa do Oriente Médio e China que pertence à família das Rosáceas. Todas as cultivares comerciais pertencem à espécie *Prunus persica* (L.) Batsch sendo admitidas três variedades botânicas: (a) *vulgaris* (pêssego comum); (b) *nucipersica* (nectarina); e (c) *platicarpa* (pêssego achatado). No Brasil a produção é focada em pêssegos de caroço aderido ou tipo indústria (*clingstone*) e

caroço semi-aderido ou dupla finalidade (*semicling*) mais apropriados para conservas, mas com grande potencial para o processamento de sucos e polpas (MEDEIROS e RASEIRA, 1998).

O pessegueiro é uma planta que compõe o gênero *Prunus* que possui cerca de 200 espécies divididas em seis subgêneros (MAYER, 2008) e frutifica após três anos do plantio. Para a produção de frutos de qualidade é necessário que o pessegueiro se desenvolva sob algumas condições climáticas específicas, visto que estas podem influenciar as características físico-químicas do pêssego.

No Brasil, a área plantada com pêssego é de 23.864ha, sendo a produção de 216.236 toneladas insuficiente para o abastecimento do mercado interno, seja para a indústria de compotas ou para o mercado *in natura* (Anuário Brasileiro de Fruticultura, 2011).

A produção nacional de pêssegos concentra-se principalmente nas regiões Sul e Sudeste, sendo o Rio Grande do Sul o maior produtor, seguido de São Paulo. O estado de Minas Gerais é o terceiro maior produtor (IBGE, 2013), com plantações nas regiões Sul, Sudoeste, Zona da Mata e Campo das Vertentes, onde as condições climáticas são mais favoráveis para o seu desenvolvimento.

O Rio Grande do Sul é o principal estado brasileiro em produção e em área plantada de pessegueiros, com destaque na Região Sul (Figura 5), com um total produzido na faixa entre 218 mil e 236 mil toneladas (IBGE, 2012).

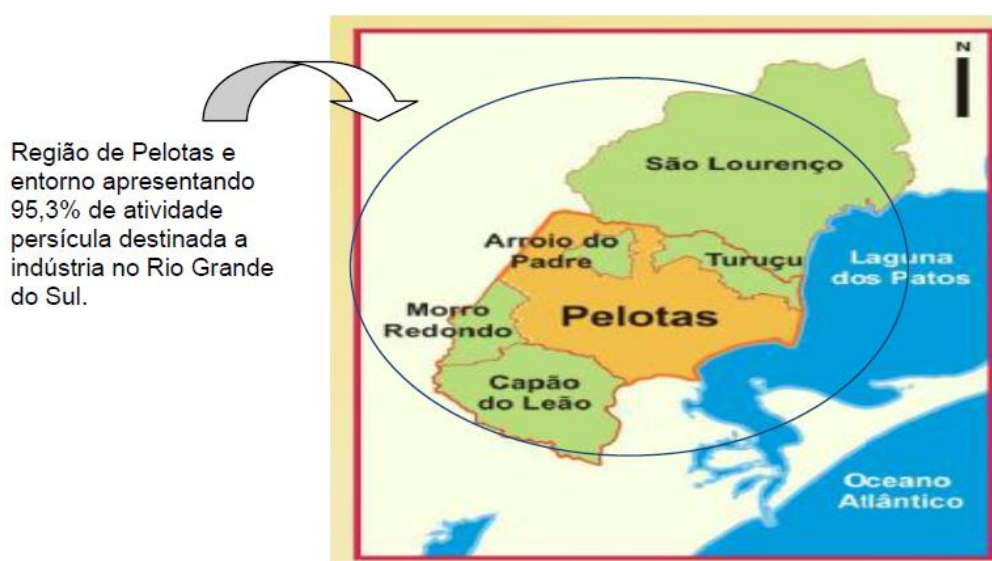


Figura 5 – Região de concentração no cultivo do pessegueiro no Rio Grande do Sul e o percentual de cultivo da região de Pelotas.

Fonte: Cerqueira, 2010.

O pêssego é uma das frutas que mais se expandiu pelo mundo, no estado do Rio Grande do Sul a cultura de pêssego cresceu principalmente no município de Pelotas, onde se adaptou ao clima. Esse crescimento causou a instalação de um parque industrial na área alimentícia, sendo o pêssego a principal matéria-prima. No que diz respeito a produção, sua principal utilização é na forma de pêssego em calda, gerando uma falta de estudos e desenvolvimento de novas tecnologias de novos produtos (Banco de Dados da Zona Sul, 2000).

Os resíduos que são muitas vezes descartados possuem grande disponibilidade na região, onde podem se tornar muito interessantes para diversos fins. Para um melhor aproveitamento na geração de energia, de insumos químicos e econômicos, os resíduos podem ser destinados corretamente, não prejudicando o ambiente.

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Material

Para produção dos painéis compensados foram utilizadas lâminas de pinus (*Pinus taeda*) e eucalipto (*Eucalyptus dunnii* Maiden) com dimensões nominais de (2x400x400)mm e (2x500x500)mm respectivamente, doadas pela empresa Palma Sola Ltda., localizada no município de Palma Sola – SC.

A resina fenol-formaldeído – FF foi fornecida pela empresa Hexion Química do Brasil (Curitiba - PR) e apresenta as propriedades físico-químicas descritas na tabela 1.

Tabela 1 – Propriedades físico-químicas da resina FF

| Resina | TS (%) | Viscosidade(mPa.s) | TFG (min) | pH | Massa específica (g/cm ³) |
|--------|--------|--------------------|-----------|-------|---------------------------------------|
| FF | 47,5 | 538,83 | 7,55 | 13,46 | 1,18 |

* TS: Teor de Sólidos; TFG: Tempo de Formação de Gel;.

A farinha de casca de coco (*Cocos nucifera* L.) foi doada pelo Laboratório de Painéis de Madeira, Departamento de Engenharia e Tecnologia Florestal (DETF) da Universidade Federal do Paraná – UFPR, com granulometria de 120mesh.

Entretanto, a farinha originada a partir do endocarpo de pêsego (*Prunus persica* L.), foi produzida no Laboratório de Painéis de Madeira – LAPAM nas fases iniciais de preparo do material e no Laboratório de Materiais de Construção do CENG, para geração da farinha utilizando a geometria empregada para produção da farinha de casca de coco (*Cocus nucifera* L.).

Os caroços de pêsego foram cedidos pela fábrica de conservas Olé, localizada no município de Pelotas – RS. A fragmentação primária do material ocorreu da seguinte forma: inicialmente foi realizado o processo de pré-secagem do caroço de pêsego, onde foram dispostos em lonas plásticas eliminando-se a umidade inicial até atingirem o teor de umidade próximo a 12%. Posteriormente a etapa de pré-secagem, os caroços foram quebrados por meio de uma prensa a frio, sendo em seguida realizada uma separação manual da amêndoa e fragmentação do endocarpo em moinho de martelo com malha de 9mm de abertura. Para que a farinha do endocarpo de pêsego atingisse a granulometria adequada, foi utilizado

um moinho de bolas, ocorrendo a última etapa de fragmentação do material e transformação em farinha durante um período de uma semana. Logo após a retirada do moinho, o material foi classificado com auxílio de uma peneira com malha de 120mesh.

O extensor utilizado na formulação do adesivo foi a farinha de trigo, doada pelo Laboratório de Painéis de Madeira Universidade Federal de Pelotas - UFPEL, e adquirida em comércio local para fins alimentícios.

4.2 Produção dos painéis compensados

Para produção dos compensados foram utilizadas 5 lâminas de pinus (*Pinus taeda* L.) e eucalipto (*Eucalyptus dunnii* Maiden), com espessura nominal de 2mm. Para a formulação do adesivo fenólico foi empregado a farinha de casca de coco (*Cocos nucifera* L.) e farinha do endocarpo de pêssigo (*Prunus persica* L.), sendo produzidos 3 chapas por tratamento, perfazendo um total de 12 painéis (Tabela 2).

Tabela 2 – Constituição dos painéis compensados por tratamento

| Tratamento | Nº Lâm. por Trat. | Material de Enchimento | Direção das Lâminas | | |
|-------------|-------------------|----------------------------------------|---------------------|----------------|---------|
| | | | Capa | Miolo | C. Capa |
| 1 P. taeda | 15 | Farinha da casca de Cocos nucifera L. | // | 90° - // - 90° | // |
| 2 P. taeda | 15 | Farinha da casca de Cocos nucifera L. | // | 90° - // - 90° | // |
| 3 E. dunnii | 15 | Farinha do caroço de Prunus pérsica L. | // | 90° - // - 90° | // |
| 4 E. dunnii | 15 | Farinha do caroço de Prunus pérsica L. | // | 90° - // - 90° | // |

As lâminas do miolo estavam com umidade próxima a 8%, as de capa e contracapa com teor de umidade em torno de 12%. O teor de umidade foi determinado em cinco pontos distribuídos nas lâminas de madeira (próximo as quatro arestas e na região central), por meio de uma amostragem aleatória, com auxílio de um medidor de umidade resistivo com eletrodos integrados à estrutura do equipamento, *Hydromette Compact*, marca *Gann*, que mede de 0,1 em 0,1%, na faixa de 4 a 30% de umidade e profundidade de medição de 25mm.

O processo de produção foi desenvolvido de acordo com as seguintes etapas apresentadas na Figura 6.



Figura 6 – Fluxograma do processo de produção do painel compensado.

Inicialmente foi realizada a classificação das lâminas, dividindo-se em lâminas de capa, contra capa e miolo de acordo com o tipo de frequência de defeito e umidade, seguindo as recomendações do Programa Nacional de Qualidade da Madeira – PNQM (2009) para todo processo produtivo.

Após a seleção da formulação empregada (Tabela 3), de acordo com especificações sugeridas por Iwakiri (2005), foram pesadas as quantidades necessárias dos materiais para a produção das chapas por tratamentos similares, sendo a batida de cola misturada e homogeneizada por meio de um agitador mecânico durante um período de 4 minutos.

Tabela 3 – Formulação empregada para produção dos painéis compensados

| Materiais | Formulação do adesivo | |
|--------------------------------|-----------------------|--|
| | (partes por peso) | |
| Resina FF | 100 | |
| Extensor | 5 | |
| Material de Enchimento* | 10 | |
| Água | 10 | |

*Farinha de casca de coco ou Farinha do endocarpo do pêssego.

Posteriormente pesou-se a quantidade necessária de adesivo para cada lâmina (40g), sendo em seguida espalhado uniformemente sobre a superfície com o auxílio de uma espátula. O adesivo foi aplicado nas lâminas de contracapa e miolo em apenas uma das faces, a montagem ocorreu na sequência com a sobreposição

cruzada das camadas até a inserção da capa (única lâmina que não recebeu adesivo). Após a montagem do painel foi realizado um período de montagem de 20 minutos, caracterizado pelo tempo transcorrido entre montagem do painel, pré-prensagem e carregamento na prensa à quente.

O processo de prensagem à quente (Tabela 4) foi realizado por meio de uma prensa hidráulica da marca Hidraumak, modelo PK4 com capacidade de 160ton, controle de tempo, temperatura e pressão por meio de CLP – Controle Lógico Programável, pratos horizontais e sistema de aquecimento elétrico.

Tabela 4 – Parâmetros de prensagem para produção dos painéis compensados

| Pré-prensagem (min) | Pressão específica (kgf/cm²) | Prensagem (min) | Temperatura (°C) |
|----------------------------|------------------------------------------------|------------------------|-------------------------|
| 10 | 10 | 7 | 140 |

4.3 Ensaio físicos

Após o processo produtivo os painéis foram armazenados em câmara climatizada com controle de temperatura e umidade relativa (temperatura de 20°C±3°C e umidade relativa de 65± 5%) por aproximadamente vinte dias.

Posteriormente a estabilização da umidade, as chapas foram esquadrejadas e os corpos de prova dimensionados de acordo com a norma brasileira (ABNT, 2011), sendo apresentados nas Figuras 7 e 8.

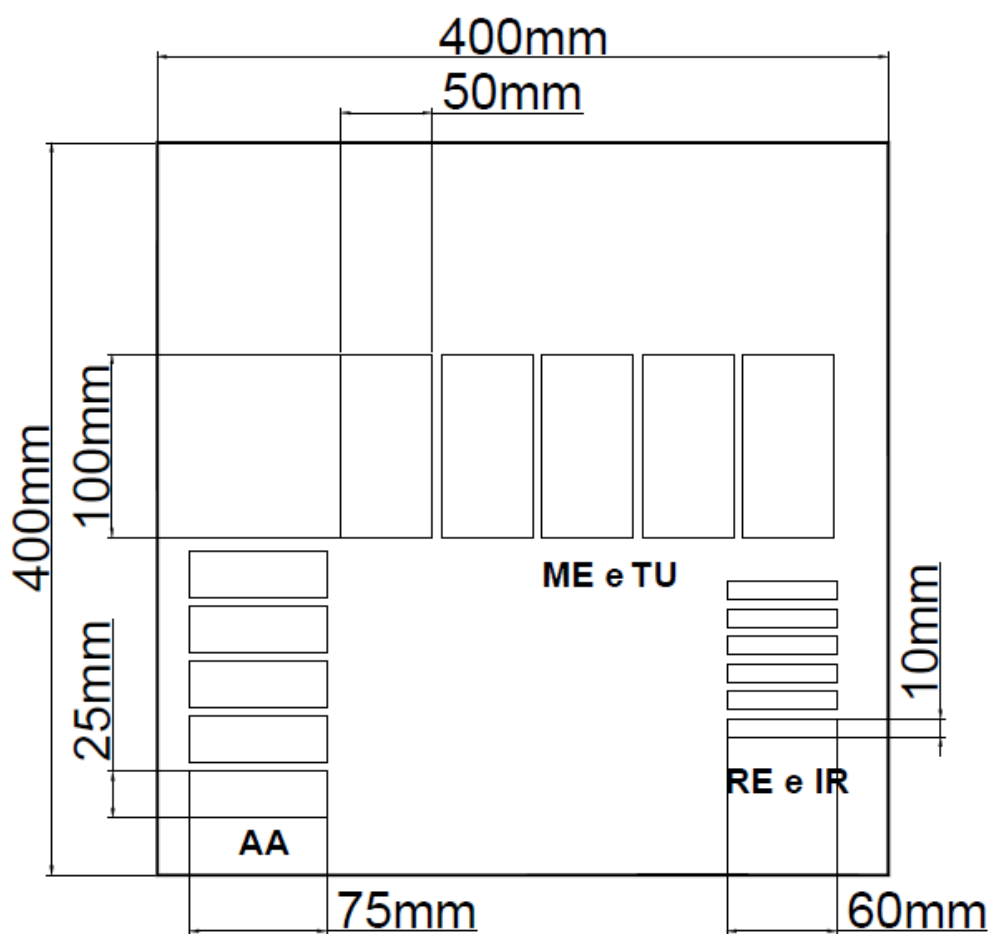


Figura 7 – *Layout* de distribuição dos corpos de prova para a avaliação das propriedades físicas analisadas nos painéis compensados de *P. taeda*.

* Me: Massa específica; TU: Teor de umidade; AA: Absorção de água; RE: Recuperação de espessura; IR: Inchamento mais Recuperação em Espessura.

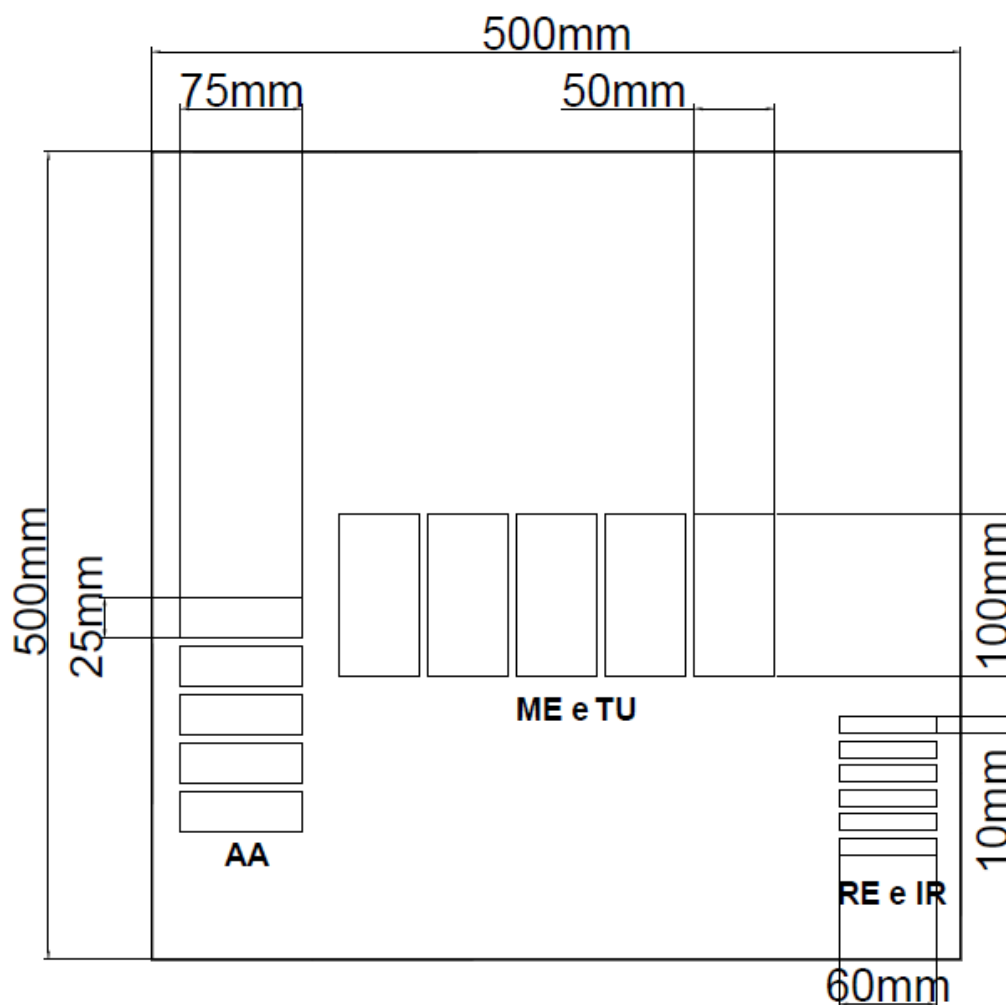


Figura 8 – *Layout* de distribuição dos corpos de prova para a avaliação das propriedades físicas analisadas nos painéis compensados de *E. dunnii*.

* Me: Massa específica; TU: Teor de umidade; AA: Absorção de água; RE: Recuperação de espessura; IR: Inchamento mais Recuperação em Espessura.

Após o dimensionamento dos corpos de prova, foram realizados os testes físicos no Laboratório de Painéis de Madeira – LAPAM. A tabela 5 apresenta especificações do material necessárias para o desenvolvimento dos ensaios.

Tabela 5 – Ensaio físicos realizados nos painéis compensados, quantidade de corpos de prova, dimensionamento e norma utilizada para avaliação das propriedades físicas dos painéis.

| Ensaio | C.P.* por painel | Dimensão (mm) | Norma |
|-------------|------------------|---------------|----------------------|
| T.U. | 5 | 50,0 x 100,0 | ABNT NBR 9484 (2011) |
| M.E. | 5 | 50,0 x 100,0 | ABNT NBR 9485 (2011) |
| A.A. | 5 | 25,0 x 75,0 | ABNT NBR 9486 (2011) |
| R.E. e I.R. | 6 | 10,0 x 60,0 | ABNT NBR 9535 (2011) |

* T.U.: Teor de umidade; M.E.: Massa específica aparente; A.A.: Absorção de água; R.E.: Recuperação de espessura; I.R.: Inchamento mais Recuperação em Espessura; C.P: Corpo de prova;

4.4 Análise estatística

O delineamento empregado foi inteiramente casualizado em arranjo fatorial com três chapas por tratamento, onde os efeitos avaliados foram os diferentes tipos de materiais de enchimento (farinha de casca de coco e farinha do caroço de pêssego) e espécies utilizadas (*Pinus taeda* e *Eucalyptus dunnii*), bem como a interação dos fatores.

A normalidade dos dados foi avaliada pelo teste de *Shapiro-Wilks* e a verificação da homogeneidade das variâncias pelo teste de *Cochran*.

Após os ensaios dos corpos de prova, os valores médios referentes a cada variável resposta avaliada foram submetidos a análise de covariância. Havendo rejeição da hipótese de nulidade pelo teste F, foi possível aplicar-se o teste Tukey ao nível 5% de significância para comparação entre as médias dos tratamentos avaliados.

A utilização da análise de covariância neste estudo se justifica pela diferença da variável massa específica aparente entre os painéis produzidos em função de características intrínsecas das espécies avaliadas, havendo desta forma, a necessidade de ajuste dos valores das propriedades observadas em torno de uma massa específica média encontrada para todo conjunto de dados.

No caso das variáveis, teor de umidade, inchamento mais recuperação em espessura e recuperação em espessura, não foi possível o emprego da estatística paramétrica, adotando-se dessa forma uma estatística descritiva.

O programa estatístico empregado para o processamento dos dados foi o *Statgraphics* versão 4.1.

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1 Teor de umidade – T.U.

Na Tab. 6 são apresentados os valores médios de teor de umidade para os quatro tratamentos.

Tabela 6 – Valores médios para o teor de umidade (T.U.) dos painéis compensados

| Tratamento | T.U. (%) | C. V. (%) |
|-------------------|-----------------|------------------|
| Pinus + FCC | 10,54 | 1,81 |
| Pinus + FCP | 10,79 | 3,34 |
| Eucalipto + FCC | 12,41 | 5,26 |
| Eucalipto + FCP | 10,51 | 8,96 |
| Total | 11,12 | 9,33 |

* FCC – Farinha de casca de coco; FCP – Farinha do endocarpo do pêssego; C.V. = Coeficiente de variação.

Na Tab. 6 nos quatro tratamentos observados, constatou-se que o compensado produzido com lâminas de *E. dunnii* e farinha da casca de coco na formulação do adesivo, foi maior em comparação aos demais tratamentos. Assim, estes valores estão de acordo com os dados apresentados pelo PNQM (Programa Nacional de Qualidade da Madeira, 2004), que é de até 18%.

Segundo Almeida et al. (2004), o resultado obtido neste trabalho pode indicar que o período de climatização dos painéis, antes dos ensaios, foi adequado para tornar imparciais os seus teores de umidade.

Com relação ao teor de umidade, os valores médios na faixa de 11 a 12%, estão dentro dos padrões requeridos para os ensaios laboratoriais. Assim, comparando com o experimento, observou-se que o teor de umidade é similar ao encontrado por Iwakiri et al. (2006).

Comparando os resultados obtidos neste trabalho com Bortoletto Junior et al. (2008) com uma média de 9,64%, pôde-se observar que os valores são relativamente similares. Portanto, conclui-se que os resultados obtidos para o teor de umidade estão dentro do encontrado na literatura para o adesivo esperado.

5.2 Massa específica Aparente – M.E.A.

Na tabela 7 são apresentados os valores médios para massa específica aparente dos painéis produzidos com resina fenol-formaldeído empregando diferentes tipos de materiais de enchimento e espécies de madeira em sua composição.

Tabela 7 - Valores médios de massa específica aparente (M.E.A) para os quatro tratamentos avaliados

| Tratamento | N | M.E.A. (g/cm ³) | C. V. (%) |
|------------|----|-----------------------------|-----------|
| P + FCC | 12 | 0,64 ^{ab} | 4,61 |
| P + FCP | 11 | 0,60 ^a | 8,49 |
| E + FCC | 15 | 0,65 ^b | 5,00 |
| P + FCP | 15 | 0,66 ^b | 4,85 |
| Total | 53 | 0,64 | 6,51 |

Onde: FCC – Farinha de casca de coco; FCP – Farinha do endocarpo do pêsego; C.V. = Coeficiente de variação; N – número de corpos de prova ensaiados; Médias seguidas pela mesma letra, na mesma coluna, não diferem significativamente entre si ao nível de 5% de significância pelo teste de Tukey.

Os valores médios encontrados para a variável massa específica variaram de 0,60 a 0,66 g/cm³. Os valores médios observados para a massa específica aparente dos painéis, nos diferentes tratamentos, diferem-se estatisticamente ao nível de 5% de significância (APÊNDICE A).

Por meio da tabela 7, observa-se uma diferença estatisticamente significativa entre o tratamento que utilizou *Pinus taeda* e farinha do endocarpo de pêsego (*Prunus persica* L.) como material de enchimento na sua produção em comparação com os demais tratamentos, sendo reflexo das propriedades anatômicas e físicas das espécies que originaram os painéis.

Os tratamentos que utilizaram material de enchimento convencional apresentaram valores médios para massa específica aparente semelhante ao valor estipulados para chapas comerciais de *Pinus taeda*, que estão na faixa de 0,476 a 0,641 g/cm³ (ABIMCI, 2002).

As tabelas 8 e 9 apresentam o teste de médias avaliando-se o efeito do fator espécie e material de enchimento utilizado na produção dos painéis.

Tabela 8 – Valores médios para massa específica aparente avaliando o efeito da espécie

| Espécie | N | M.E. A. (g/cm³) |
|--------------------------|----------|-----------------------------------|
| <i>Pinus taeda</i> | 23 | 0,62 ^a |
| <i>Eucalyptus dunnii</i> | 30 | 0,66 ^b |

Onde: N – número de corpos de prova ensaiados; Médias seguidas pela mesma letra, na mesma coluna, não diferem significativamente entre si ao nível de 5% de significância pelo teste de Tukey.

Em relação às espécies utilizadas, pode-se constatar que os painéis produzidos com *Eucalyptus dunnii* apresentaram valores superiores aos painéis de *Pinus taeda*, concluindo assim, que a espécie interferiu na massa específica do painel.

Tabela 9 – Valores médios para massa específica aparente avaliando o efeito do material de enchimento

| Material de Enchimento | N | M.E. (g/cm³) |
|-------------------------------|----------|--------------------------------|
| FCP | 26 | 0,63 ^a |
| FCC | 27 | 0,64 ^a |

Onde: N – número de corpos de prova ensaiados; Médias seguidas pela mesma letra, na mesma coluna, não diferem significativamente entre si ao nível de 5% de significância pelo teste de Tukey.

No que diz respeito a farinha utilizada, pode-se verificar que não houve uma diferença significativa para a propriedade de massa específica.

De acordo com Kollman et al. (1975) apud POLLNOW (2009), a umidade das lâminas, a espécie, temperatura e pressão de prensagem são as principais propriedades que influenciam no que diz respeito de massa específica.

Para Iwakiri et al. (2012), os valores médios de massa específica dos painéis compensados foram de 0,640 g/cm³, 0,621 g/cm³ e 0,639 g/cm³, respectivamente para *Pinus maximinoi*, *Pinus oocarpa* e *Pinus tecunumannii*. Os resultados dos tratamentos (P+FCC), (E+FCC) e (E+FCP) são similares ao encontrado no estudo citado. Vale salientar, que o trabalho utilizado nessa comparação foi produzido com lâminas de diferentes espécies.

Iwakiri, et al. (2006), constatou que os painéis produzidos com lâminas de *Eucalyptus grandis* apresentaram valor médio de massa específica de 0,70g/cm³,

para *Pinus taeda* 0,53 e para a *Araucaria angustifolia* 0,60, superiores em relação aos painéis produzidos com lâminas de *Araucaria angustifolia* e *Pinus taeda*.

Os valores médios de massa específica aparente para o *E. dunnii* foram de 0,59g/cm³, onde ocorreu uma diferença quando comparado com o presente trabalho, onde os valores encontrados no tratamento (E+FCC) foi de 0,65 e (E+FCP) de 0,66, salientando que a espécie utilizada é do mesmo gênero a comparada com Iwakiri, et al. (2007).

5.3 Absorção de água – A.A.

A Tab. 10 apresenta os valores médios para absorção de água (AA) dos painéis produzidos com resina fenol-formaldeído.

Tabela 10 - Valores médios para absorção de água (A.A.) em 24 horas para os tratamentos avaliados

| Tratamento | N | A.A. (%) | C.V. (%) |
|------------|----|--------------------|----------|
| P + FCC | 14 | 66,30 ^a | 7,16 |
| P + FCP | 13 | 64,36 ^a | 10,52 |
| E + FCC | 14 | 65,76 ^a | 3,80 |
| E + FCP | 15 | 73,35 ^b | 7,33 |
| Total | 56 | 67,61 | 7,63 |

Onde: FCC – Farinha de casca de coco; FCP – Farinha do endocarpo do pêssego; C.V. = Coeficiente de variação; N – número de corpos de prova ensaiados; Médias seguidas pela mesma letra, na mesma coluna, não diferem significativamente entre si ao nível de 5% de significância pelo teste de Tukey.

Os valores observados para a variável absorção de água variaram de 66,30% a 73,86%, havendo diferença estatisticamente significativa entre os tratamentos avaliados (APÊNDICE ANCOVA – B).

O painel compensado produzido com madeira da espécie *E. dunnii* constituído pelo material de enchimento farinha do endocarpo de pêssego (*Prunus persica* L.) apresentou valores médios superiores para esta propriedade em comparação aos demais tratamentos.

Segundo Silva et al. (2012), painéis compensados produzidos com madeira de *Pinus oocarpa* com diferentes adesivos tanino e fenol-formaldeído, obtiveram valores médios de absorção de água correspondente a 63,8% para painéis colados exclusivamente com resina fenol-formaldeído. Confirmando que o adesivo fenol-

formaldeído influencia na diminuição da capacidade de absorção de água dos painéis de madeira, tornando-os mais resistentes. O valor de 63,8% citado no trabalho foi inferior aos encontrados nos quatro tratamentos deste trabalho. O trabalho citado foi fabricado com três lâminas de *Pinus oocarpa*, diferentemente deste trabalho, que foi produzido por cinco lâminas de *Pinus taeda* e *Eucalyptus dunnii* com diferentes materiais de enchimento.

Por meio das tabelas 11 e 12 são apresentados os testes de média avaliando-se o efeito da espécie e material de enchimento.

Tabela 11 – Valores médios para absorção de água (A.A.) avaliando o efeito das espécies

| Espécie | N | A.A. (%) |
|--------------------------|----------|--------------------|
| <i>Pinus taeda</i> | 27 | 65,79 ^a |
| <i>Eucalyptus dunnii</i> | 29 | 69,29 ^b |

Onde: N – número de corpos de prova ensaiados; Médias seguidas pela mesma letra, na mesma coluna, não diferem significativamente entre si ao nível de 5% de significância pelo teste de Tukey.

Em relação às espécies, nota-se que os painéis confeccionados com *Eucalyptus dunnii* apresentaram uma tendência maior a absorver água quando comparados aos compensados produzidos com *Pinus taeda*.

Guimarães Júnior et al. (2009) mencionam que espécies de menor massa específica apresentam maior potencial de absorção de água, devido à maior porosidade da madeira que permite ocupação com uma maior quantidade de água livre em relação a um material que apresenta massa específica mais alta.

Entretanto, para este estudo, os painéis constituídos por madeira de menor massa específica (*Pinus taeda*) apresentaram desempenho inferior ao painel de *E. dunnii* com material de enchimento convencional. Porém, em comparação ao compensado de *E. dunnii* com a farinha do endocarpo de pêssigo (*Prunus persica* L.) apresentaram menor absorção de água. Dessa forma, esses painéis foram mais resistentes para essa propriedade em relação aos demais, logo, haverá melhor desempenho para uso exterior.

Tabela 12 – Valores médios para absorção de água (A.A.) avaliando o efeito do material de enchimento

| Material de Enchimento | N | A.A. (%) |
|-------------------------------|----------|--------------------|
| FCC | 28 | 66,13 ^a |
| FCP | 28 | 68,96 ^b |

Onde: FCC – Farinha de casca de coco; FCP – Farinha do endocarpo do pêssigo; N – número de corpos de prova ensaiados; Médias seguidas pela mesma letra, na mesma coluna, não diferem significativamente entre si ao nível de 5% de significância pelo teste de Tukey.

Com relação aos painéis compensados produzidos com a farinha do endocarpo de pêssigo (*Prunus persica* L.) na formulação do adesivo, houve diferença estatisticamente significativa avaliando-se este efeito (farinha), apresentando uma absorção de água superior em comparação ao material convencional farinha da casca de coco.

5.4 Inchamento mais recuperação em espessura – IR

Na tabela 13 são apresentados os valores médios para Inchamento mais recuperação em espessura (IR) dos painéis produzidos com resina fenol-formaldeído.

Tabela 13 - Valores médios para o inchamento mais recuperação em espessura (IR)

| Tratamentos | N | IR (%) | C.V. (%) |
|--------------------|----------|---------------|-----------------|
| P + FCC | 9 | 10,92 | 39,67 |
| P + FCP | 9 | 11,54 | 14,18 |
| E + FCC | 9 | 14,22 | 8,10 |
| E + FCP | 9 | 12,32 | 8,09 |
| Total | 36 | 12,25 | 21,62 |

Onde: FCC – Farinha de casca de coco; FCP – Farinha do endocarpo do pêssigo; C.V. = Coeficiente de variação; N – número de corpos de prova ensaiados; Médias seguidas pela mesma letra, na mesma coluna, não diferem significativamente entre si ao nível de 5% de significância pelo teste de Tukey.

Os valores médios para inchamento mais recuperação em espessura, variaram de 10,91% a 14,22%, assim para esta variável resposta foi observada uma tendência de variação dos valores em função dos painéis produzidos com madeira de *P. taeda* e *E. dunnii* em combinação com diferentes materiais de enchimento, onde os valores médios encontrados para a espécie de eucalipto foram superiores em comparação aos observados para madeira de pinus.

Pode-se observar também que o material de enchimento apresentou uma tendência de não influenciar nesta propriedade, onde os compensados mantiveram-se uniformes para este efeito avaliado (Apêndice C).

Entretanto, avaliando-se o efeito da espécie utilizada, nota-se que o painel produzido com a espécie de *E. dunnii* apresentou uma tendência de aumento desta propriedade, onde a espécie aparentemente tendeu a influenciar no aumento do inchamento mais recuperação em espessura (Apêndice C).

5.5 Recuperação em Espessura

A tabela 14 apresenta os valores médios para recuperação em espessura (RE) dos painéis compensados produzidos com resina fenol-formaldeído.

Tabela 14 - Valores médios para recuperação em espessura (R.E.) nos quatro tratamentos avaliados

| Tratamento | N | R.E. (%) | C. V. (%) |
|------------|----|----------|-----------|
| P + FCC | 9 | 5,48 | 61,44 |
| P + FCP | 9 | 3,58 | 50,09 |
| E + FCC | 9 | 5,78 | 24,31 |
| E + FCP | 9 | 4,71 | 29,48 |
| Total | 36 | 4,89 | 45,58 |

C.V. = Coeficiente de variação. *Médias seguidas pela mesma letra, na mesma coluna, não diferem significativamente entre si ao nível de 5% de significância pelo teste de Tukey.

Para recuperação em espessura, os valores médios variaram de 3,58% a 5,78%, onde foi observado que o material de enchimento oriundo da casca do coco (*Cocos nucifera*) apresentou valores com tendência a serem superiores ao material produzido com a farinha do endocarpo de pêssago (*Prunus persica* L.).

Com relação as espécies estudadas, verificou-se que os valores médios encontrados para o painel confeccionado com *E. dunnii*, apresentaram uma tendência maior de recuperação em espessura quando comparado com o de *Pinus taeda* (Apêndice D).

Ferreira (2004), utilizando adesivo fenólico puro, obteve valor médio para a variável resposta recuperação em espessura de 8,06%, sendo superior aos valores observados para o presente trabalho, fato que se justifica em função dos painéis do referido estudo serem constituídos por três lâminas de sumaúma (*Ceiba pentandra* L.) e possuírem massa específica aparente de 0,46g/cm³.

6. CONCLUSÕES

Com base nos resultados observados no presente estudo conclui-se que:

- O teor de umidade dos compensados multilaminados produzidos estão de acordo com os valores de referência estipulados pelo Programa Nacional de Qualidade da Madeira;
- Para a variável resposta massa específica, conclui-se que a espécie interferiu na massa específica do painel, onde os painéis de *E. dunnii* apresentaram valores superiores para esta propriedade quando comparados aos produzidos com *P. taeda*;
- Para a absorção de água, os painéis constituídos com *E. dunnii* e farinha do endocarpo de pêssigo (*Prunus persica* L.) apresentaram absorção de água superior em comparação aos painéis demais tratamentos avaliados, constatando a influência da espécie e tipo de material de enchimento nessa propriedade;
- Com relação ao inchamento mais recuperação em espessura, o material de enchimento não apresentou influência nesta propriedade. Entretanto, a madeira da espécie *E. dunnii* influenciou, proporcionando uma tendência de aumento do inchamento mais recuperação em espessura em relação ao *Pinus taeda*;
- Para a propriedade recuperação em espessura a madeira da espécie *E. dunnii* apresentou uma tendência de aumento desta variável, bem como o emprego do material de enchimento convencional;
- De modo geral, a farinha do endocarpo de pêssigo (*Prunus persica* L.) demonstrou potencial tecnológico para uso como material de enchimento alternativo na manufatura de painéis compensados de pinus e eucalipto em substituição ao material convencional avaliando-se as propriedades física dos painéis.

Referências

ABIMCI - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA MADEIRA PROCESSADA MECANICAMENTE. **Artigo técnico nº7**. Curitiba, 2003. 6p.

ABIMCI - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA MADEIRA PROCESSADA MECANICAMENTE. **Estudo Setorial. Ano Base: 2004**. Curitiba, 2005. 50 p.

ABIMCI - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE MADEIRA PROCESSADA MECANICAMENTE. **Estudo Setorial 2009 – Ano Base 2008**. Curitiba: 2009.

ABIPA - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE PAINÉIS DE MADEIRA. **Nossos produtos**. 2012. Disponível em: <<http://www.abipa.org.br/produtosMDP.php>>. Acesso em: 18 nov. 2015.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBRISO12466-1: **Madeira compensada – Qualidade de colagem - Parte 1: Métodos de ensaio**. Rio de Janeiro, 2012.

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 9484: **Compensado – Determinação do teor de umidade**. Rio de Janeiro, 2011a.

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 9485: **Compensado – Determinação da massa específica aparente**. Rio de Janeiro, 2011b.

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 9486: **Compensado – Determinação da absorção de água**. Rio de Janeiro, 2011c.

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 9535: **Compensado – Determinação do inchamento**. Rio de Janeiro, 1986.

ABF. **ANUÁRIO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA**. 2010. Santa Cruz do Sul: Editora Gazeta Santa Cruz do Sul, 2011. 128 p.

ABRAF – ASSOCIACAO BRASILEIRA DE PRODUTORES DE FLORESTAS PLANTADAS. **Anuário estatístico da ABRAF 2012**, Ano Base: 2011. Brasília: 2012. 150p.

ABRAF – ASSOCIACAO BRASILEIRA DE PRODUTORES DE FLORESTAS PLANTADAS. **Anuário estatístico da ABRAF 2013**, Ano Base: 2012. Brasília: 2013. 45p.

AGEFLOR. Associação Gaucha de Empresas Florestais. **O ciclo do Pinus, 2009**. Disponível em: <http://www.ageflor.com.br/upload/biblioteca/AN_Verde_Pinus_e_m_SC.pdf>. Acesso em: 27 out. 2015.

AGUIAR, A. V.; SOUSA, V. A.; SHIMIZU, J. Y. Espécies de pinus mais plantadas no Brasil. **REVISTA DA MADEIRA - EDIÇÃO N°135**, 2013.

ALMEIDA, V. C. **Efeito da adição de carga e extensor nas propriedades dos adesivos uréia-formaldeído e dos compensados de pinus e paricá**. Viçosa, MG: Pós-graduação em ciência florestal, Universidade Federal Viçosa; 2009.

ALMEIDA, V. C. **O uso da farinha de *Orbignya speciosa* na formulação de adesivo para compensados**. Ciência Florestal, v. 24, n. 1, p. 237-242, jan./mar. 2014.

ANGELI, A. Indicações para escolha de espécies de Eucalyptus. **REVISTA DA MADEIRA - EDIÇÃO N°95**, 2006.

BALDWIN, R. F. **Plywood manufacturing practices**. San Francisco: Miller Freeman, 1995. 388 p.

BANCO DE DADOS DA ZONA SUL – UCPel – ITEPA – EDUCAT, BOLETIM INFORMATIVO NO 12, Pelotas, RS. 2001.

BEDNARCZUK, E. **Produção de lâminas e painel compensado multilaminado com madeira de *Hovenia dulcis thunberg* (uva-do-japão)**. 2015. 71f. Dissertação (Mestrado na área de concentração em Manejo Sustentável dos Recursos Florestais) – Ciências Florestais, Universidade Estadual do Centro-Oeste–Unicentro, Iriti, 2015.

BENTEC SEMENSTES. Disponível em:<
<http://www.bentecsementes.com.br/eucalipto-dunnii/?cat=4>>. Acesso em: 08 nov. 2015.

BERTOLA, A. **Eucalipto - 100 de Brasil**, MS, p. 24.

CERQUEIRA, J.; IV SIMP: Memória, Patrimônio e Tradição, Anais, Pelotas, 2010.

CNA - Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil, C. D. A. E. P. D. B. –. **Plantio de eucalipto no Brasil: mitos e verdades**. Brasília, DF: CNA, 2011. 20p.

DIÁRIO POPULAR. **Estudo mostra que caroço do pêssigo pode ter mil e uma utilidades**. Disponível em:
http://www.diariopopular.com.br/tudo/index.php?n_sistema=3056&id_noticia=OTUMDc=&id_area=NQ==>. Acesso em: 29 nov. 2015.

DINIZ, J. et. al. Poder calorífico da casca de arroz, caroço de pêssigo, serragem de eucalipto e de seus produtos de pirolise. **Ciência e Natura**. Santa Maria, n.26, p. 25-32, 2004.

EISFELD, C. D. L. **ANÁLISE DA COMPETITIVIDADE ENTRE AS INDÚSTRIAS DE PAINEIS DE MADEIRA: COMPENSADO, MDF E OSB NO ESTADO DO PARANA**. CURITIBA , 2009.

EMATER. **Levantamento da fruticultura comercial no Rio Grande do Sul**. Porto Alegre, v. 28, p. 82, maio 2002.

EMBRAPA. Clima Temperado, Sistemas de Produção. **Cultivo do Pessegueiro**. Nov./2009 Disponível em
<<http://www.http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br>>. Acesso em: 29 nov 2015.

FERRAZ, D. B. **Caracterização física e mecânica de compensado produzido com dois diferentes adesivos em duas variações de pressão de prensagem**. 2013. 71f. Trabalho de conclusão de curso-Engenharia Industrial Madeireira, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Itapeva, 2013.

FERREIRA, E. S. **Utilização dos Polifenóis da Casca de Pinus para Produção de Adesivos para Compensados [dissertação]**. Seropédica: Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro; 2004. 101 p.

GUIMARÃES JÚNIOR, J. B.; MENDES, L. M.; MENDES, R. F.; MORI, F. A. **Painéis compensado de eucalipto: estudo de caso de espécies e procedências**. Cerne, Lavras, v. 15, n. 1, p. 10-18, 2009.

IBÁ. Indústria Brasileira de Árvores. Desempenho Industrial. **Indústria Brasileira de Árvores**, p. 37, 2015.

IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Banco de dados. <<http://www.ibge.gov.br/estadosat/>>. Acesso em: 08 nov. 2015.

IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Produção Agrícola Municipal 2001-2005**. Disponível em: <<http://www.ibraf.org.br>>. Acesso em: 30 de nov de 2015.

IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Produção Agrícola Municipal. Situação em 2010. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/estadosat/>>. Acesso em: 29 nov. 2015.

IWAKIRI, S.; NIELSEN, I. R.; ALBERTI, R. A. R. **Avaliação da influência de diferentes composições de lâminas em compensados estruturais de *Pinus elliottii* e *Eucalyptus saligna***. Cerne, Curitiba, v. 6, n. 2, p. 019-024, 2000.

IWAKIRI, S. et al. **Utilização de extensores alternativos na produção de compensados multilaminados**. Ciência Florestal, Santa Maria, v. 10, n. 1, p. 77-83, 2000.

IWAKIRI, S.; SILVA, J. C.; SILVA, 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, Viçosa, v. 26, n. 3, p.371-375, 2002.

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

IWAKIRI, S.; Jr., S. K.; PRATA, J. G., SILVANA, R. **Produção de painel compensado estrutural de *Eucalyptus grandis* e *Eucalyptus dunnii***. Floresta, Curitiba, v. 37, n. 3, set-dez. 2007.

IWARIKI, S. (2008). Produção de painéis compensados multilaminados de Eucalyptus. **Revista da Madeira - EDIÇÃO N°111**. 2008.

IWAKIRI, S.; VARGAS, C. A.; PARCHEN, C. F. A.; WEBER, C.; BATISTA, C. C.; GARBE, E. A.; CIT, E. J.; PRATA, J. G. **Avaliação da qualidade de painéis compensados produzidos com lâminas de madeira de *Schizolobium amazonicum***. Floresta, Curitiba, v. 41, n. 3, p. 451 - 458, 2011.

IWAKIRI, S.; MANHIÇA, A. A.; RAMIREZ, M. G. L.; MATOS, J. L. M.; BONDUELLE, G. M.; PRATA, J. G. **Avaliação da qualidade de painéis compensados de *pinus maximinoi*, *pinus oocarpa* e *pinus tecunumannii* com diferentes composições estruturais**. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 22, n. 2, p. 315-321, abr-jun. 2012.

IWAKIRI, S.; CUNHA, A. B.; TRIANOSKI, R.; BRAZ, R. L.; CASTRO, V. G.; KAZMIERCZAK, S.; PINHEIRO, E.; RANCATTI, H.; SANCHES, F. L. **Produção de painéis compensados fenólicos com lâminas de madeira de *Sequoia sempervirens***. Floresta e Ambiente, V. 20, N. 2, P. 264-270, 2013.

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

MAYER, N. A.; LEMOS, E. G. M.; PEREIRA, F. M.; WICKERT, E. **Caracterização de três genótipos de umezeiro (*Prunus mume* Sieb. et Zucc.) por marcadores RAPD**. Revista Brasileira de Fruticultura, v.30, n.4, p.1045-1050, 2008.

MEDEIROS, C e RASEIRA, M. (Org.). **A cultura do pessegueiro**. Brasília: SPI,1998.

MEDINA, J. C. **Efeito da temperatura de aquecimento na obtenção de lâminas por desenrolamento e sobre a qualidade da colagem de compensados fenólicos de *Pinus elliotth engelm.*** 1986. 128 P. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal), Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR.

PINTO, J. A. **Análise da viabilidade do uso da madeira de “*Cryptomeria japonica*” para laminação e produção de painéis compensado**. 2011, 102p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais), Universidade Federal do Paraná, Curitiba -PR.

POLLNOW, R. K. **Painéis de *Pinus taeda* produzidos com resina ureiaformaldeído e diferentes proporções de resina à base de tanino**

compensados. 53p. Monografia (Graduação em Engenharia Industrial Madeireira) – Universidade Federal de Pelotas, Pelotas-RS. 2010.

HASELEIN, C. R. **CADERNO DIDÁTICO DA DISCIPLINA DE TECNOLOGIA DA MADEIRA II. Adesivo, lâmina e compensados**, Santa Maria, 2003.

REMADE. Revista da Madeira: **Produção de painéis compensados multilaminados de Eucalyptus**. Edição nº 111. Março, 2008. Disponível em: <http://www.remade.com.br/br/revistadamadeira_materia.php?num=1227&subject=Eucalyptus&title=Produ%20de%20pain%20compensados%20multilaminados%20de%20Eucalyptus>. Acesso em: 10 nov. 2015.

RENZO, R. **Painel estrutural de lâminas paralelas (PLP) de Eucalyptus grandis utilizando adesivo resorcinólico, taninos e poliuretano derivado de óleo de mamona**. 2008. 116f. Pós-graduação em ciência e tecnologia da madeira- Universidade Federal de Lavras, Minas Gerais.

RIBEIRO, S. T. **Produção de painéis compensados de Pinus taeda com resina uréia-formaldeído utilizando diferentes extensores**. Saropedica, RJ: UFRRJ, 2008. Monografia. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, 2008.

ROCHA, M. P. **Eucalyptus grandis Hill ex Maiden e Eucalyptus dunnii Maiden como fontes de matéria-prima para serrarias**. 185 f. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) - Setor e Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2000.

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

SEMENSTES CAIÇARA. Disponível em: <<https://sementescaicara.bbshop.com.br/pinus-taeda>>. Acesso em: 27 out. 2015.

SHIMIZU J.Y. **Cultivo do Pinus**. Embrapa, novembro de 2005, disponível em: <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Pinus/CultivodoPinus/03_especies_mais_plantadas_no_brasil.htm> Acesso em: 15 outubro de 2015.

SILVA D. A., TOMASELLI I., IWAKIRI S. **Influência da umidade na resistência da linha de cola e estabilidade dimensional do compensado utilizando resina de alta reatividade**. Scientia Forestalis, IPEF – ESALQ – Universidade de São Paulo. nº54 p.69-80. dezembro de 1998.

SILVA, D. F. et al. **Ensacamento de frutos sobre a qualidade e produtividade de novas cultivares e seleções de pêsego no sul de Minas Gerais.** Lavras, MG. 2014. p530-540.

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

Apêndice

Apêndice A – Análise de variância (ANOVA) para variável massa específica nos tratamentos avaliados

| Fonte de variação | Soma dos quadrados | GL | Quadrado médio | F | P |
|-------------------|--------------------|-----------|----------------|-------|--------|
| Entre os grupos | 0,00169732 | 1 | 0,00169732 | 1,28 | 0,2638 |
| Dentro dos grupos | 0,0163196 | 1 | 0,0163196 | 12,28 | 0,0010 |
| Total | 0,0908075 | 52 | | | |

Apêndice B – Análise de covariância (ANCOVA) para variável absorção de água nos tratamentos avaliados

| Fonte de Variação | Soma dos quadrados | GL | Quadrado médio | F | P |
|--------------------|--------------------|-----------|----------------|-------|--------|
| Covariância | 845,058 | 1 | 845,058 | 85,26 | 0 |
| EFEITOS | | | | | |
| A: Farinha | 110,555 | 1 | 110,555 | 11,15 | 0,0016 |
| B: Resina | 212,547 | 1 | 212,547 | 21,45 | 0 |
| INTERAÇÃO | | | | | |
| AB | 268,425 | 1 | 268,425 | 27,08 | 0 |
| RESÍDUO | 505,471 | 51 | 9,9112 | | |
| TOTAL | 1465,03 | 55 | | | |

Apêndice C – Valores médios por tipo de material de enchimento e espécie empregados para variável inchamento mais recuperação em espessura (IR)

| Farinha | N | Médias (%) |
|----------------|----------|-------------------|
| FCP | 19 | 12,03 |
| FCC | 17 | 12,61 |
| Espécie | | |
| | N | Médias (%) |
| Pinus | 19 | 11,32 |
| Eucalipto | 17 | 13,31 |

Apêndice D – Valores médios por tipo de material de enchimento e espécie empregados para variável recuperação em espessura (R.E.)

| Farinha | N | Médias (%) |
|----------------|----------|-------------------|
| FCP | 19 | 4,16 |
| FCC | 17 | 5,75 |
| Espécie | | |
| | N | Médias (%) |
| Pinus | 19 | 4,54 |
| Eucalipto | 17 | 5,36 |