

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE FLORESTAS
CURSO DE ENGENHARIA FLORESTAL

“PRODUÇÃO DE PAINÉIS COMPENSADOS DE *Pinus taeda* COM RESINA
URÉIA-FORMALDEÍDO UTILIZANDO DIFERENTES EXTENSORES”

THARCIA SILVA RIBEIRO

SEROPÉDICA - RJ
JULHO/2008

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE FLORESTAS
CURSO DE ENGENHARIA FLORESTAL

THARCIA SILVA RIBEIRO

“PRODUÇÃO DE PAINÉIS COMPENSADOS DE *Pinus taeda* COM RESINA
URÉIA-FORMALDEÍDO UTILIZANDO DIFERENTES EXTENSORES”

Monografia apresentada ao Curso de
Engenharia Florestal, como requisito para
obtenção do Título de Engenheira Florestal,
Instituto de Florestas da Universidade
Federal Rural do Rio de Janeiro.

ORIENTADOR: PROF. DR.ROBERTO CARLOS COSTA LELIS
CO-ORIENTADORA: ÉRIKA DA SILVA FERREIRA

Produção de painéis compensados de *Pinus taeda* com resina uréia-formaldeído
utilizando diferentes extensores

Tharcia Silva Ribeiro

Monografia aprovada em: 21/07/2008

Prof. Dr. Roberto Carlos Costa Lelis (Orientador)
DPF/IF/UFRRJ

Prof. Dr. Edvã Oliveira Brito
DPF/IF/UFRRJ

Prof. Dr. Alexandre Monteiro de Carvalho
DPF/IF/UFRRJ

Aos meus pais, Mário José Ribeiro e Vilma da Costa Silva Ribeiro, dedico.

AGRADECIMENTOS

A Deus, pelas oportunidades, pela graça da vida, pelo amor infinito e pelo reconhecimento de Sua criação em especial as florestas e seus recursos;

Aos meus pais, Mário José Ribeiro e Vilma da Costa Silva Ribeiro, por terem acreditado na minha escolha e principalmente pelo carinho e empenho na minha formação tanto humana quanto teológica e científica;

Aos meus orientadores Professor Roberto Carlos C. Lelis e a Professora Érika da Silva Ferreira, pela amizade e paciência, pela dedicação e incentivo empregados neste trabalho de monografia;

Ao Engenheiro Florestal que acompanha a minha vida acadêmica desde a 2ª semana do 1º período. Aquele que tem sido meu grande incentivador. A este agradeço o carinho, paciência e diligência. Meu namorado Djeison Cesar Batista;

Ao meu jovem irmão, Thiago Silva Ribeiro, que me inspira a ter paciência e por compartilhar a vivência de família;

À UFPR (Universidade Federal do Paraná) por disponibilizar os recursos de laboratório e todo material utilizado nos experimentos deste trabalho;

Aos funcionários Ademir e Vítor da UFPR, que foram de suma importância para realização prática dos experimentos;

Ao Engenheiro Florestal Dirney Rodrigues Araújo “meu chefe”, como grande colaborador e incentivador das atividades extra-acadêmicas, por acreditar na minha competência e pela amizade;

À “casa em cima da padaria”, Viviane, Aline, Juliana e Raquel, que me acolheram com muito carinho e tornaram a estadia na Rural mais leve e irreverente.

Aos meus inúmeros amigos que se espelharam por esta universidade imensa, que por sua diversidade, me fez encontrá-los, perdê-los e reencontrá-los;

“... e ainda que eu conheça todos os mistérios e todas as ciências; ainda que eu tenha tamanha fé, a ponto de transportar montes, se não tiver amor, eu nada serei.”

I Coríntios 13:2

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi avaliar o potencial de uso das farinhas de babaçu, aveia e mandioca como extensor alternativo à farinha de trigo para produção de painéis compensados. Foram produzidos 12 painéis de *Pinus taeda* compostos por cinco lâminas de 2,0 mm de espessura, utilizando-se resina uréia-formaldeído e gramatura de 180 g/m² (linha simples). Os parâmetros de prensagem dos painéis foram: temperatura de 110°C, pressão específica de 10 kgf/cm² e tempo de prensagem de 9 minutos. Foram avaliadas a resistência da linha de cola aos esforços de cisalhamento – teste seco e úmido e percentagem de falha na madeira (Norma EN 314-1:1993 e EN 314-2:1993). Os resultados de resistência da linha de cola no teste seco indicaram que os painéis produzidos com farinha de trigo apresentaram médias estatisticamente superiores em relação aos demais extensores utilizados. Para o teste úmido, a utilização da farinha de babaçu possibilitou a obtenção de valores de resistência da linha de cola (RLC) estatisticamente iguais aos valores encontrados com o extensor farinha de trigo. Os valores médios variaram de 16,53 a 21,20 kgf/cm² para o teste seco, e de 9,50 a 14,17 kgf/cm² para o teste úmido.

Palavras-chave: *Pinus taeda*, painéis compensados, resina uréia-formaldeído, extensores.

ABSTRACT

The objective of this work was evaluated the potential of babaçu, oat and manioc flour's as alternative extenders to wheat flour for plywood manufacturing. Twelve plywoods were produced using *Pinus taeda* and five venners with 2,0 mm of thickness, urea-formaldehyde resin and amount of adhesive applied of 180 g/m² (simple line). The press parameters were: 110°C of temperature, 10 kgf/cm² of especific press and 9 minutes of press time. There were evaluated the bonding line shear test of the adhesive – dry and wet test –and percentage of wood failure (EN 314-1: 1993 and EN 314-2: 1993). The results of bonding line shear dry test for the panels produced with wheat flour showed higher means in relation of the others extenders used. For the wet test, the use of babaçu flour makes possible to achieve statistically equal values of glue line resistance (GLR) to those achieved by the extender wheat flour. The means values varied of 16.53 to 21.20 kgf/cm² for dry test, and 9.50 to 14.17 kgf/cm² for wet test.

Key words: *Pinus taeda*, plywood, urea-formaldehyde resin, extenders.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS.....	x
LISTA DE TABELAS.....	xi
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. OBJETIVOS.....	2
3. REVISÃO DE LITERATURA.....	2
3.1. Compensados.....	2
3.2. Adesivo.....	3
3.2.1. <u>Características físico-químicas do adesivo</u>	3
3.2.1.1. <i>Tempo de formação de gel</i>	3
3.2.1.2. <i>Viscosidade</i>	3
3.2.1.3. <i>Teor de sólidos</i>	4
3.2.1.4. <i>pH</i>	4
3.2.2. <u>Resina uréia-formaldeído</u>	4
3.3. Extensores.....	5
3.3.1. <u>Farinha de trigo</u>	5
3.3.2. <u>Babaçu</u>	6
3.3.3. <u>Farinha de mandioca</u>	6
3.3.4. <u>Farinha de aveia</u>	7
4. MATERIAL E MÉTODOS.....	7
4.1. Tratamentos.....	7
4.2. Avaliação das características físico-químicas da resina uréia-formaldeído.....	7
4.2.1. <u>Viscosidade</u>	7
4.2.2. <u>Teor de sólido</u>	8
4.2.3. <u>Tempo de formação de gel</u>	8
4.2.4. <u>pH</u>	8
4.3. Características das lâminas.....	8
4.4. Confeção dos painéis compensado.....	8
4.5. Ensaio de cisalhamento na linha de cola e percentagem de falha na madeira.....	9
4.6. Análise estatística.....	11
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	11
5.1. Características físico-químicas da resina uréia formaldeído.....	11
5.2. Resistência da linha de cola (RLC) e percentagem de falha na madeira.....	11
5.2.1. <u>Teste seco</u>	11
5.2.2. <u>Teste úmido</u>	12
6. CONCLUSÕES.....	14
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	15
ANEXOS.....	18

LISTA DE FIGURAS

1. Pesagem da quantidade de cola por lâmina.....	9
2. Espalhamento da cola com auxílio de uma espátula.....	9
3. Corpo-de-prova em ensaio.....	10
4. Corpos-de-prova ensaiados.....	10
5. Comparação entre valores médios de resistência da linha de cola dos compensados nos testes seco e úmido.....	13
6. Comparação entre valores médios de porcentagem de falha na madeira dos compensados nos testes seco e úmido.....	14
7. Evolução Histórica da Produção e Consumo do Compensado (1997-2007).....	19
8. Exportações Brasileiras de Compensados.....	19

LISTA DE TABELAS

1. Delineamento experimental.....	7
2. Variação das constantes velocidade <i>versus</i> fator de conversão, utilizadas para o cálculo da viscosidade do aparelho de Brookfield para o <i>spin</i> 3.....	7
3. Média das características físico-química da resina uréia-formaldeído (UF).....	11
4. Valores médios da resistência da linha de cola (RLC) e percentagem de falha na madeira para o teste seco nos diferentes tratamentos.....	12
5. Valores médios da resistência da linha de cola (RLC) e percentagem de falha na madeira para o teste úmido nos diferentes tratamentos.....	12
6. Resumo da análise de variância dos valores de resistência da linha de cola aos esforços de cisalhamento teste seco.....	20
7. Resumo da análise de variância dos valores de resistência da linha de cola aos esforços de cisalhamento teste úmido.....	20

1. INTRODUÇÃO

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 (MATTOS et al., 2008).

O mercado nacional de compensado de pinus apresentou grande variação nos últimos anos, de forma que em 1997 o consumo representava 78% da produção do país e em 2006 somente 27% da produção foi consumido. Neste período, a produção aumentou em 217%, de 750 mil m³ para cerca de 2,4 milhões de m³, enquanto o consumo variou de 587 mil m³ para 639 mil m³, ou seja, apenas 9%. A produção do compensado de pinus apresentou uma leve queda de 3,5% de 2005 para 2006, embora os níveis de consumo deste produto tenha aumentado no mercado interno, passando de 565 mil m³ para 639 mil m³, o que representa um acréscimo de 13,1%. Diante deste retrato é possível constatar que os níveis de produção do compensado de pinus estão praticamente estagnados desde 2004, com um ligeiro aumento nos níveis de consumo (ABIMCI, 2007).

As exportações brasileiras de compensado de madeira de pinus sofreram reduções da ordem de 15% em termos de volume (m³) e 14% em valor (USD) entre 2005 e 2006. Tal fato deve-se ao reflexo da perda de competitividade do produto brasileiro no exterior, causado, entre outros fatores, pela valorização do Real frente ao Dólar Americano e ao Euro (ABIMCI, 2007).

Os dados da evolução histórica da produção e consumo do compensado (1997-2007) e exportações brasileiras de compensados, abordados nos parágrafos anteriores, podem ser também visualizados respectivamente nas Figuras 7 e 8, no anexo.

De acordo com Sellers Jr. (1985), a madeira utilizada na produção de painel compensado responderá pelas características e propriedades tecnológicas do produto final, interferindo nas propriedades de colagem, estabilidade dimensional, resistência mecânica, entre outras.

A utilização cada vez maior de pinus na produção de lâminas é favorecida principalmente em razão da existência de grandes áreas de plantios na região Sul do país e do seu rápido crescimento. Outro fator determinante é o custo de transporte de madeiras tropicais da região Norte para a região Sul, além dos aspectos relativos à preservação ambiental e da certificação florestal (IWAKIRI et al., 2002).

A necessidade de melhorar o aproveitamento da madeira e a produtividade das empresas levou as indústrias de produtos de madeira a maximizar a utilização da matéria-prima através do aperfeiçoamento das técnicas de colagem (REVISTA DA MADEIRA, 2005).

As indústrias de compensados no Brasil utilizam como extensor a farinha de trigo, que é um produto que, além de ser quase que totalmente importado, é matéria-prima para indústria alimentícia.

Por força dos acordos do Mercosul algo em torno de 90% das nossas necessidades de importação de trigo são satisfeitas pela Argentina, que vem adotando medidas desestimuladoras de exportação de trigo em grão, em benefício da farinha.

Tais medidas elevaram a pauta de exportação, de US\$ 156/tonelada para US\$ 182/tonelada, em 2006, aumentando assim a base de cálculo para o imposto de 20% sobre as exportações de trigo, pressionando os preços do trigo exportado; outra medida restritiva às importações brasileiras de trigo argentino foi a redução da tarifa de exportação da farinha de trigo, de 20% para 10%, mantendo os 20% para o grão de trigo, tornando estas medidas especialmente nocivas para o Brasil (SILVA, 2007).

2. OBJETIVOS

O presente trabalho teve como objetivo geral estudar a viabilidade técnica da utilização dos seguintes extensores alternativos na produção de painéis compensados de uso interior:

- Farinha de babaçu;
- Farinha de mandioca;
- Farinha de aveia;

Os objetivos específicos foram:

- Avaliar as propriedades de colagem do adesivo UF;
- Fabricar painéis compensados com madeira de *Pinus taeda* utilizando a resina UF e extensor convencional de farinha de trigo e os diferentes extensores alternativos;
- Determinar a resistência da linha de cola aos esforços de cisalhamento dos painéis pelo teste seco e úmido;
- Avaliar a porcentagem de falha nos compensados fabricados.

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1. Compensados

A fabricação de compensado no Brasil tem cerca de 80 anos. No início, utilizou-se como matéria-prima a madeira de Pinheiro-do-paraná (*Araucaria angustifolia*) de florestas nativas do Sul, principalmente do estado do Paraná. Na década de sessenta, a fabricação transferiu-se para a região amazônica e passou-se a empregar a madeira de folhosas oriunda de florestas nativas. Nos anos noventa, novas mudanças ocorreram, e as plantações de pinus no Sul do país tornaram-se uma fonte importante de matéria-prima para a indústria do compensado (PRATA, 2006).

Acredita-se que o próximo passo será o uso, também, de folhosas provenientes de plantações de eucalipto e outras espécies. Hoje, portanto, o país produz compensado de pinus, proveniente de florestas plantadas nas regiões Sul e Sudeste e compensado tropical de madeira proveniente de florestas nativas, nas regiões Norte e Centro-Oeste (MATTOS et al., 2008).

Os compensados são classificados basicamente em três tipos, de acordo com a sua utilização e tipo de resina utilizada: uso interior, produzido com a resina uréia-formaldeído, uso intermediário, produzidos com resina melamina-formaldeído, e uso exterior, produzido com a resina fenol-formaldeído. São encontrados no mercado sete tipos principais de compensado: laminados, sarrafeados, decorativos, industrial, naval, resinado e plastificado (IWAKIRI et al., 2005).

O processo de produção do compensado se inicia com a seleção de árvores na floresta, em termos de diâmetro e forma do fuste. Elas são transformadas em toras, descascadas, aquecidas e laminadas ou faqueadas (de acordo com o tipo de compensado). Então, as lâminas são submetidas à secagem. Para a formação do compensado, as lâminas são coladas sobrepostas, formando ângulo de 90° entre as fibras das diferentes lâminas e pré-prensadas a frio. Esta pré-prensagem visa facilitar as operações de carregamento e melhorar a distribuição do adesivo nas lâminas, antes da prensagem final, a quente. Os painéis seguem uma seqüência de operações de acabamento depois da prensagem a quente: acondicionamento, esquadreamento, calibração e lixamento, para posterior classificação e armazenamento (ABIMCI, 2003).

O compensado é extensamente utilizado na indústria de móveis e construção civil. O seu preço varia conforme a espécie e o adesivo utilizados, a qualidade das faces e o número de lâminas que o compõe.

Os compensados apresentam vantagens sobre os demais painéis industrializados, pois são maleáveis e podem ser encurvados.

A forma peculiar de construção do compensado confere maiores estabilidade dimensional e resistência mecânica do que a madeira sólida, que por ser heterogênea e anisotrópica, apresenta algumas limitações quanto à utilização. Isto ocorre em virtude da elevação da densidade do painel em relação à madeira maciça, resultando em produtos com melhor estabilidade dimensional e melhor distribuição da resistência nos sentidos longitudinal e transversal (IWAKIRI et al., 2005).

3.2. Adesivo

O adesivo é uma substância capaz de manter materiais juntos por união superficial, isto é, por adesão superficial, onde adesão é a atração entre dois corpos sólidos ou plásticos, com superfícies de contato comuns, produzida pela existência de forças atrativas intermoleculares de ação a curta distância. A seleção do adesivo deve ser baseada nos tipos de materiais que serão colados (BRASKEM, 2002).

A colagem de madeiras envolve o conhecimento de três conceitos iniciais, a saber (ABIMCI, 2003):

- 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 usado para sólidos (madeira) unidos por adesivos.

Muitos adesivos podem ser utilizados na união de peças de madeira, mas o desempenho satisfatório depende da consideração cuidadosa destes fatores: compatibilidade física e química do adesivo e do substrato, requisitos de processamento, propriedades mecânicas, durabilidade, facilidade de uso, cor e custo (VICK, 1987).

3.2.1 Características físico-químicas do adesivo

3.2.1.1 Tempo de formação de gel

O tempo de formação de gel é a velocidade com que um adesivo se converte de um líquido a um sólido. Esta velocidade depende dos mecanismos químicos do adesivo e das condições físicas presentes na linha de cola (MARRA, 1992).

A importância da velocidade está relacionada à vida útil do adesivo, quando se atinge o ponto de máxima viscosidade admissível para a sua aplicação. Está também relacionada à reatividade do adesivo, que por sua vez, influenciará no tempo de prensagem (ALBUQUERQUE et al., 2005).

3.2.1.2 Viscosidade

A viscosidade é um termo comumente conhecido, que descreve as propriedades de escoamento de um fluido, ou seja, o atrito das camadas internas do fluido que impõe a resistência a fluir (BRASEQ, 2005).

De acordo com Albuquerque et al. (2005), as diferenças na viscosidade do adesivo resultam em diferentes interações com as características de utilização. Adesivos com alta viscosidade resultarão nas seguintes situações:

- Maior dificuldade de espalhamento, devido à baixa fluidez;
- Condições desfavoráveis de umectação;
- Menor penetração do adesivo na estrutura capilar da madeira, com a formação da linha de cola mais espessa, ocasionando ligação insuficiente no sistema madeira-adesivo e qualidade inferior da colagem;

De maneira geral, maior viscosidade significa que o adesivo está armazenado por um período de tempo maior.

Na condição de baixa viscosidade do adesivo, ocorrerá o seguinte:

- Maior penetração do adesivo e sua adsorção pela madeira;
- Pode significar o efeito da maior temperatura do ambiente.

3.2.1.3 *Teor de sólidos*

O teor de sólidos é definido como a quantidade de sólido contido na resina. A resina é composta por sólidos e líquidos voláteis (constituídos de solventes orgânicos). Com a prensagem a quente, ocorre a evaporação dos componentes líquidos e a solidificação da resina, formando a linha de cola, que é responsável pela ligação entre os substratos e a transferência de tensões geradas no sistema da madeira (ALBUQUERQUE et al., 2005).

O calor afeta a taxa de transição de líquido para sólido e, portanto, reduz o período de prensagem. Após o adesivo endurecer, os sólidos adquirem propriedades diferentes e assumem um novo papel. Durante a colagem, eles devem desenvolver a coesão. Ao fazer isso, eles se tornam mecanismos de união entre duas superfícies a serem juntadas. Duas propriedades, então, são adquiridas: resistência e durabilidade (MARRA, 1992).

3.2.1.4 *pH*

O conceito de pH foi introduzido por Sørensen em 1909, com o intuito de quantificar os valores de acidez e basicidade de uma solução (FIORUCCI et al., 2001).

Tratando-se de colagem de madeiras, é importante considerar a influência do pH tanto da madeira quanto da resina. Um pH muito baixo pode provocar uma formação excessiva de espuma na mistura, prejudicando sensivelmente a aplicação do adesivo. Já madeiras de alta acidez podem provocar uma pré-cura da resina uréia-formaldeído durante a prensagem (ALBUQUERQUE et al., 2005).

3.2.2 Resina uréia-formaldeído

A história das resinas de uréia começa com esforços de vários laboratórios e a patente da resina para colagem de madeiras, principalmente compensados, foi obtida pelo antigo I.G. Farbenindustrie AG em 1929 na Alemanha (KOLLMANN et al., 1975).

De acordo com Albuquerque et al. (2005), esta resina foi desenvolvida no início da década de 30 e 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 resina, tendo em vista o seu baixo custo em relação às outras resinas.

Resinas uréicas são notavelmente versáteis. Elas podem ser formuladas para curar à temperatura ambiente ou a temperaturas elevadas; podem ser altamente diluídas com

extensores ou enriquecida com outras resinas; elas podem ser utilizadas para colar todos os elementos da madeira (MARRA, 1992).

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, até atingir uma viscosidade esperada.

Segundo Vick (1987), a resina sintética uréia-formaldeído é vendida como pó seco ou na forma líquida, pode ser misturada com outras resinas, como a melamina. É moderadamente durável sob condições úmidas, possui moderada a baixa resistência em temperaturas superiores a 120 °F (49 °C) e tem coloração branca ou bronzeada. Na forma seca (pó), é preparada diluindo-se em água, podendo ser adicionados endurecedores, cargas e extensores. É usada tipicamente para colagem em madeira de compensado e mobiliário de uso interior.

3.3. Extensores

Os extensores são materiais funcionais que muitas das vezes reduzem o custo global do adesivo. São considerados extensores os materiais que possuam alguma propriedade adesívica e cuja adição melhora a capacidade de adesão da resina. O termo extensor é a terminologia mais amplamente utilizada na literatura, nas patentes e nas indústrias, e é muitas vezes usado indiscriminadamente para se referir a cargas, a menos que exista uma diferença muito distinta entre os usos. São considerados cargas os materiais que não possuem propriedades adesívicas próprias, mas cuja adição é de grande importância no controle das funções de mobilidade da resina, principalmente o espalhamento e penetração, e no aumento da capacidade do adesivo em preencher os espaços vazios e irregularidades na superfície das lâminas (SANTANA & SOBRAL FILHO, 1983 ; SELLERS JR., 1985).

A utilização de extensores apresenta algumas vantagens como (ABIMCI, 2003):

- Efeito moderado de desgaste sobre as ferramentas de corte;
- Custos reduzidos e plasticidade à linha de cola devido aos extensores;
- Evita tensões interiores que poderiam ocasionar empenamentos.

Em contrapartida, algumas desvantagens são associadas ao uso de extensores:

- Possibilidade de ataque de microrganismos na linha de cola que contenha farinha como extensor;
- Tempo de cura da cola maior em virtude de excesso de água e farinha.

O uso do extensor deve se restringir a casos onde o painel não precise ser muito resistente à umidade, pois sua principal desvantagem é diminuir a resistência da linha de cola em condições úmidas (ARCHER, 1971 ; SELBO, 1975 *apud* JANKOWSKY, 1980).

De acordo com Marra (1992) e Baldwin (1981) *apud* Iwakiri (2000), são as principais exigências para um material ser utilizado como extensor:

- Fácil dispersão em resinas líquidas, resultando numa mistura uniforme e mantendo sua viscosidade durante a aplicação;
- Melhorar a coesividade e capacidade de ligamento do adesivo, aumentando a sua vida útil;
- Auxiliar no espalhamento, evitando a ultrapassagem do adesivo pela superfície da lâmina externa e derramamento excessivo pelas bordas.

3.3.1 Farinha de Trigo

A farinha de trigo (*Triticum* sp.) é consumida em quantidades muito maiores que qualquer outra farinha de cereal. Isto se deve ao fato de o trigo poder ser cultivado debaixo de condições climáticas amplamente variáveis e por sua aceitação quase universal como um

artigo de alimentação básico. Quando a farinha de trigo é misturada com água, forma-se uma massa viscosa e elástica (COMPTON'S, 1996).

Na indústria de compensados, a colagem das lâminas de madeira para a fabricação de chapas requer um produto ligante usado como extensor da cola - a farinha de trigo, por exemplo. Somente no Pará existem mais de 20 indústrias que exportam compensados para os mercados nacional e internacional. A farinha de trigo utilizada é importada do Sul do país e da Argentina. Em 1994 foram compradas 18 mil toneladas do produto (EMBRAPA, 2007).

O tipo e a formulação do adesivo utilizado irão determinar a resistência do compensado à umidade e aos esforços mecânicos. Nos adesivos à base de uréia formaldeído, é uma exigência técnica e econômica a utilização de extensores (geralmente farinha de trigo) (JANKOWSKY, 1980).

No Brasil, as indústrias de compensados utilizam como extensor a farinha de trigo, que em grande parte, ainda é importada. Tendo em vista o volume significativo de consumo desse produto, considerado como importante matéria-prima na produção de alimentos, vários estudos têm sido desenvolvidos no sentido de buscar materiais alternativos para a substituição do trigo como extensor na produção de compensados. Os materiais como farinhas de centeio, soja, milho, mandioca, sorgo, aveia, cevada, arroz, caroço de algodão, sangue de animais, batatas, entre outros, são mencionados por Moreira (1985), tendo alguns deles grande potencial de utilização.

3.3.2 Babaçu

O babaçu (*Attalea speciosa*; sin. *Orbignya phalerata*) é nativo da zona de transição entre o cerrado e as florestas abertas do sul da Amazônia, onde invadiu áreas perturbadas pelo homem e formou populações oligárquicas, e abasteceu o mercado brasileiro com óleo do tipo láurico durante muito tempo (CLEMENT et al., 2005).

3.3.3 Farinha de mandioca

A farinha constitui um dos principais produtos obtidos da mandioca (*Manihot* sp.) e seu uso é muito difundido em todo o país, fazendo parte da refeição diária de muitos brasileiros. O rendimento médio é de 25 a 30%, dependendo da variedade de mandioca e da eficiência dos equipamentos utilizados (BRAGANÇA, 2000)

Na busca de alternativas para o uso da raspa da mandioca, a Embrapa Amazônia Oriental desenvolveu tecnologia de substituição da farinha de trigo pela casca da mandioca, subproduto da fabricação da farinha de mesa. A farinha de raspa, destinada ao fabrico da cola, é obtida a partir de raspas secas e depois moídas. Sua utilização apresentou resultados superiores em relação à derivada do trigo. Mais do que isso, sua viabilidade como insumo já foi comprovada em rigorosos testes de avaliação. Na Amazônia, a mandioca, antes um símbolo do mundo agrário, foi elevada à condição de produto industrial de baixo custo (EMBRAPA, 2007).

Segundo Cardoso et al. (2003) a farinha de raspa de mandioca imprime maior resistência à colagem das lâminas de compensados; agrega valor à cadeia produtiva da mandioca, integrando a outros segmentos da indústria; substitui importações da matéria-prima para a fabricação da cola, reduzindo o custo de produção na compra da matéria-prima e transporte; reduz os custos com transporte de matéria-prima (farinha de trigo), geralmente importada do Centro-Sul do Brasil e de outros países.

3.3.4 Farinha de aveia

A cultura da aveia (*Avena* sp.) é uma alternativa técnica e economicamente viável de cultivo no período de outono/inverno/primavera, especialmente no Centro-Sul do Brasil. O crescimento da importância econômica desse cereal desafia a pesquisa, ao desenvolvimento permanente de novos cultivares, com potenciais de rendimento e qualidade industrial e nutritiva superior aos utilizados pelos produtores, e o desenvolvimento de tecnologias de manejo da cultura e de utilização na alimentação humana e animal (FLOSS et al., 2007).

4. MATERIAL E MÉTODOS

Este estudo foi realizado no Laboratório de Painéis de Madeira, do Departamento de Engenharia e Tecnologia Florestal, da Universidade Federal do Paraná.

4.1 Tratamentos

Para o estudo da viabilidade da utilização dos extensores alternativos farinha de babaçu, farinha de aveia e farinha de mandioca, foram realizados os seguintes tratamentos de acordo com a Tabela 1.

Tabela 1. Delineamento experimental

TRATAMENTO	ADESIVO PREPARADO	Nº DE PAINÉIS
T1 - TESTEMUNHA	RESINA UF + FARINHA DE TRIGO	3
T2	RESINA UF + FARINHA DE BABAÇU	3
T3	RESINA UF + FARINHA DE AVEIA	3
T4	RESINA UF + FARINHA DE MANDIOCA	3

4.2 Avaliação das características físico-químicas da resina uréia-formaldeído (UF)

4.2.1 Viscosidade

A viscosidade foi determinada com o uso de um viscosímetro do tipo Brookfield. Para isso, colocou-se 100 gramas da resina UF em um becker, onde foi testado o *spin* (haste) número 3 do equipamento, nas velocidades 2, 4 e 10. Retirou-se uma média dos três valores obtidos na escala do equipamento e posterior conversão em centiPoises (cP), com auxílio da Tabela 2, apresentada a seguir.

Tabela 2. Variação das constantes velocidade *versus* fator de conversão, utilizadas para o cálculo da viscosidade do aparelho de Brookfield para o *spin* 3

VELOCIDADE (mm/s)	SPIN 3 (FATOR DE CONVERSÃO)	VISCOSIDADE (cP)
2	500	Valor da escala x 500
4	250	Valor da escala x 250
10	100	Valor da escala x 100

4.2.2 Teor de sólidos

Depois da homogeneização da resina, pesou-se uma amostra desta em balança digital (precisão de 0,01 g) para a determinação do peso úmido (PU). Esta amostra foi levada a uma estufa de secagem, onde permaneceu por 24 horas, à temperatura de $103^{\circ} \pm 2^{\circ}\text{C}$. Decorrido este período, realizou-se uma nova pesagem, para a determinação do peso seco (PS).

A determinação do teor de sólidos foi feita em triplicata de acordo com a Equação 1.

Onde:

$$TS = \frac{PS}{PU} \times 100$$

TS = teor de sólidos (%);
PS = peso seco (g);
PU = peso úmido (g).

Equação 1

4.2.3 Tempo de formação de gel

Uma quantidade de 10 g da resina UF foi colocada em um tubo de ensaio, onde em seguida adicionou-se uma solução de sulfato de amônia (25%), na razão de 3% sobre a massa de sólidos da resina. A mistura foi homogeneizada, com auxílio de um bastão de vidro, e em seguida foi colocada em um equipamento do tipo “banho-maria” à temperatura de 90°C , até a formação de gel. Registrou-se o tempo de formação de gel com um cronômetro digital, sendo feitas três repetições.

4.2.4 pH

O pH foi determinado com a utilização de um pH-metro digital, da marca QUIMIS, à temperatura ambiente. O valor do pH foi registrado após um tempo aproximado de 4 minutos de contato do eletrodo com a resina.

4.3 Características das lâminas

Para a confecção dos painéis compensados utilizaram-se lâminas de *Pinus taeda*. As lâminas tinham espessura nominal de 2 mm, umidade inicial aproximada de 8%, escolhendo-se aquelas em melhor estado (sem rachaduras e nós).

4.4 Confecção dos painéis compensados

Foram produzidos 12 painéis, constituídos por cinco lâminas de *Pinus taeda*, com as dimensões nominais de 50 x 50 x 1 cm.

A formulação do adesivo obedeceu à proporção de resina UF, farinha e água de, respectivamente, 100: 50: 50 partes. A gramatura utilizada do adesivo preparado foi de 180 g/m².

Como catalisador utilizou-se uma solução de sulfato de amônia (NH₄)₂SO₄ a 25% à razão de 3% sobre o teor de sólidos da resina.

O adesivo foi espalhado de maneira uniforme, com o auxílio de uma espátula, em apenas uma face da lâmina (linha simples). A Figura 1 ilustra a pesagem da quantidade de cola por lâmina.



Figura 1. Pesagem da quantidade de cola por lâmina

A Figura 2 ilustra o espalhamento da cola.



Figura 2. Espalhamento da cola com auxílio de uma espátula

Depois da montagem das lâminas, estas foram pré-prensadas com a sobreposição de chapa de ferro, durante todo o tempo de pré-prensagem, que foi de 15 minutos.

Os painéis foram prensados a quente, utilizando-se uma prensa hidráulica da marca Siempelkamp, de pratos planos horizontais e aquecimento elétrico. O ciclo de prensagem obedeceu as seguintes características: temperatura da prensa: 150 °C; tempo de fechamento da prensa: 35 segundos; pressão: 10 kgf/cm² e tempo de prensagem: 9 minutos.

4.5 Ensaio de cisalhamento na linha de cola e percentagem de falha na madeira

Os ensaios de resistência da linha de cola aos esforços de cisalhamento e percentagem de falha na madeira foram realizados, respectivamente, de acordo com as normas EN 314-2 (1993) e EN 314-1 (1993).

Para tal, depois de confeccionados, os painéis foram esquadrejados e acondicionados em câmara climática, à temperatura de $20 \pm 1^\circ\text{C}$ e umidade relativa de $65 \pm 5\%$, até atingirem umidade de equilíbrio em torno de 12%.

Para os ensaios, foram confeccionados 20 corpos-de-prova de cada painel, sendo 10 corpos-de-prova destinados ao teste seco (acondicionados) e 10 para o teste úmido (imersão em água por 24 h).

Estes ensaios foram realizados no Laboratório de Tecnologia da Madeira do Departamento de Engenharia e Tecnologia Florestal – UFPR, em uma máquina de ensaios universal da marca Thüringer. As Figuras 3 e 4 ilustram o procedimento de ensaio e os corpos-de-prova ensaiados.



Figura 3. Corpo-de-prova em ensaio



Figura 4. Corpos-de-prova ensaiados

O cálculo da resistência da linha de cola aos esforços de cisalhamento foi determinado de acordo com a Equação 2.

$$Tr = \frac{Fmáx}{a \times b} \quad \boxed{\text{Equação 2}}$$

Onde:

Tr = Tensão de ruptura (kgf/cm²);

Fmáx = carga de ruptura (kgf);

a = distância entre os sulcos do corpo-de-prova (cm);

b = largura do corpo-de-prova (cm).

4.6 Análise estatística

Antes de se aplicar a análise de variância (ANOVA) aos dados, utilizou-se o teste de Cochran (teste C), para analisar a homogeneidade da variância. Em seguida, utilizou-se a análise de variância em delineamento inteiramente casualizado (DIC). Havendo rejeição da hipótese de nulidade (teste F), aplicou-se o teste de Tukey (95% de probabilidade) para a diferenciação das médias.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Características físico-químicas da resina uréia-formaldeído

Os valores médios das características de colagem da resina uréia-formaldeído são apresentados na Tabela 3.

Tabela 3. Média das características físico-químicas da resina uréia-formaldeído

CARACTERÍSTICAS	RESINA UF
VISCOSIDADE	1025 cP
TEOR DE SÓLIDOS	62,56 %
TEMPO DE FORMAÇÃO DE GEL	2' 15''
pH	7,98

Segundo ALBUQUERQUE *et al.* (2005), para resina uréica, o conteúdo de sólidos deve estar entre 60 a 70 %, a viscosidade entre 400 a 1000 cP e o pH entre 7,4 a 7,8. Dentro destes limites a vida útil da resina armazenada em 20°C é de 3 meses para resina líquida e até um ano na forma de pó. Assim, as características encontradas para a resina ficaram próximas às encontradas por Albuquerque *et al.* (2005).

Os valores encontrados ao teor de sólidos e tempo de formação de gel estão próximos aos valores registrados por Tostes (2003).

5.2 Resistência da linha de cola (RLC) e porcentagem de falha na madeira

5.2.1 Teste seco

O teste de Cochran (C=0,37^{ns}) demonstrou a existência da homogeneidade da variância entre os tratamentos do ensaio seco. Desta maneira, aplicou-se a ANOVA.

Os valores médios de resistência da linha de cola ao esforço de cisalhamento e porcentagem de falha na madeira, do teste seco, são apresentados na Tabela 4.

Tabela 4. Valores médios da resistência da linha de cola (RLC) e percentagem de falha na madeira para o teste seco nos diferentes tratamentos.

TRATAMENTO	RLC (kgf/cm ²)	CV (%)	% DE FALHA
T1 – FARINHA DE TRIGO	21,20 ^a	9,76	55,7
T2 – FARINHA DE BABAÇU	16,53 ^b	20,93	24,3
T3 – FARINHA DE AVEIA	16,99 ^b	13,83	28,7
T4 – FARINHA DE MANDIOCA	17,73 ^b	20,47	23,7

Os valores médios de resistência da linha de cola ao esforço de cisalhamento variaram de 16,53 kgf/cm² (T2) a 21,20 kgf/cm² (T1).

Na comparação dos valores médios de resistência da linha de cola entre os painéis produzidos com trigo (testemunha) como extensor e os demais tratamentos, todos os painéis apresentaram valores médios de resistência estatisticamente inferiores em nível de probabilidade de 95%.

IWAKIRI et al. (2000) cita o padrão CS-35-61 (1968), que recomenda que os valores devam estar acima do valor médio de 17,6 kgf/cm². Assim, os tratamentos com extensores trigo e mandioca, comportaram-se satisfatoriamente bem em termo de resistência da linha de cola pelo teste seco.

A percentagem de falhas pode ser comparada com a citação da norma PS-1-71, feita por Moreira (1985), que recomenda que para alcançar a qualidade de colagem tipo interior, 90% dos painéis ensaiados devem apresentar pelo menos 30% de falha na madeira. Condizente com esta norma, apenas o tratamento com trigo (T1) como extensor preencheu, satisfatoriamente, com 55,67% de falha, o requisito de colagem tipo interior.

5.2.2 Teste úmido

O teste de Cochran ($C=0,27^{ns}$) demonstrou a existência da homogeneidade da variância entre os tratamentos do ensaio úmido. Desta maneira, aplicou-se a ANOVA.

Os valores médios de resistência da linha de cola ao esforço de cisalhamento e percentagem de falha na madeira, do teste úmido, são apresentados na Tabela 5.

Tabela 5. Valores médios da resistência da linha de cola (RLC) e percentagem de falha na madeira para o teste úmido nos diferentes tratamentos.

TRATAMENTO	RLC (kgf/cm ²)	CV (%)	% DE FALHA
T1 – FARINHA DE TRIGO	14,17 ^a	19,48	22,0
T2 – FARINHA DE BABAÇU	13,63 ^a	20,23	3,3
T3 – FARINHA DE AVEIA	9,50 ^b	30,28	1,3
T4 – FARINHA DE MANDIOCA	10,24 ^b	25,00	11,7

Para este teste, os valores médios de resistência da linha de cola ao esforço de cisalhamento variaram de 9,50 kgf/cm² (T3) a 14,17 kgf/cm² (T1), onde os menores valores

foram obtidos para painéis produzidos com aveia (T4) e mandioca (T3) como extensores, sendo estatisticamente inferiores em comparação aos demais tratamentos.

Destacaram-se os valores médios de resistência da linha de cola obtidos para os tratamentos com o trigo (testemunha) e babaçu (T2) como extensor, sendo estatisticamente iguais.

Os resultados obtidos foram inferiores aos valores médios de 17,6 kgf/cm² de acordo com o padrão CS-35-61(1968) citado por Iwakiri et al. (2000).

A porcentagem de falhas não preencheu os requisitos da norma PS-1-71, mencionada por Moreira (1985), para colagem tipo interior do padrão, onde todos os resultados foram inferiores a 30% de falha na madeira.

As diferenças na resistência da linha de cola e porcentagem de falha na madeira, entre o teste seco e úmido, podem ser melhor visualizadas nas Figuras 5 e 6, respectivamente.

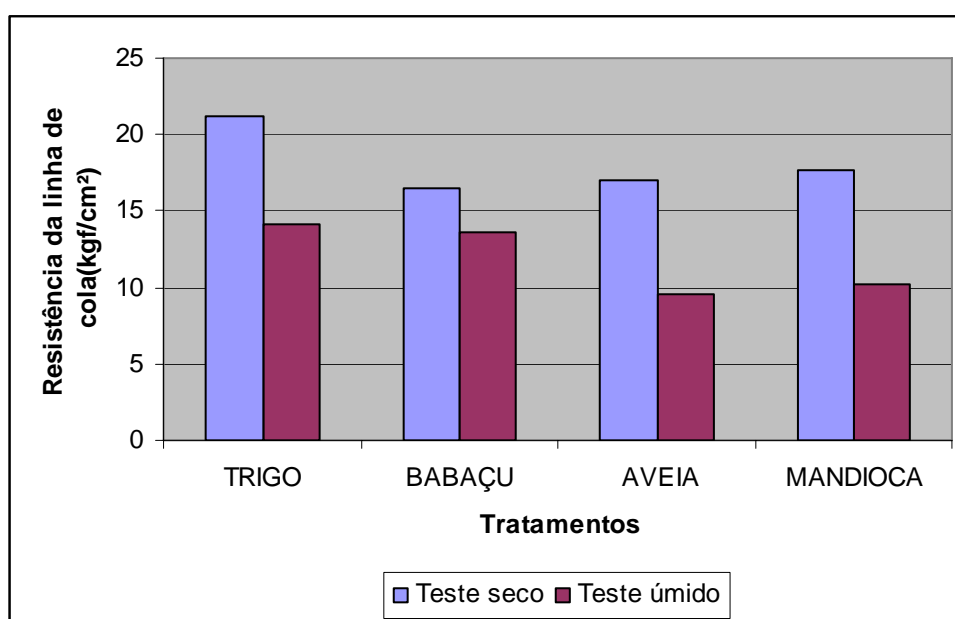


Figura 5. Comparação entre valores médios de resistência da linha de cola dos compensados nos testes seco e úmido

Observa-se que os painéis produzidos com farinha de mandioca e aveia como extensor, apresentaram os níveis mais diferenciados entre os testes seco e úmido. Esta diferença pode ter sido em virtude da alta capacidade de absorção de água e, conseqüentemente, poderá comprometer a sua utilização em ambientes de alta umidade.

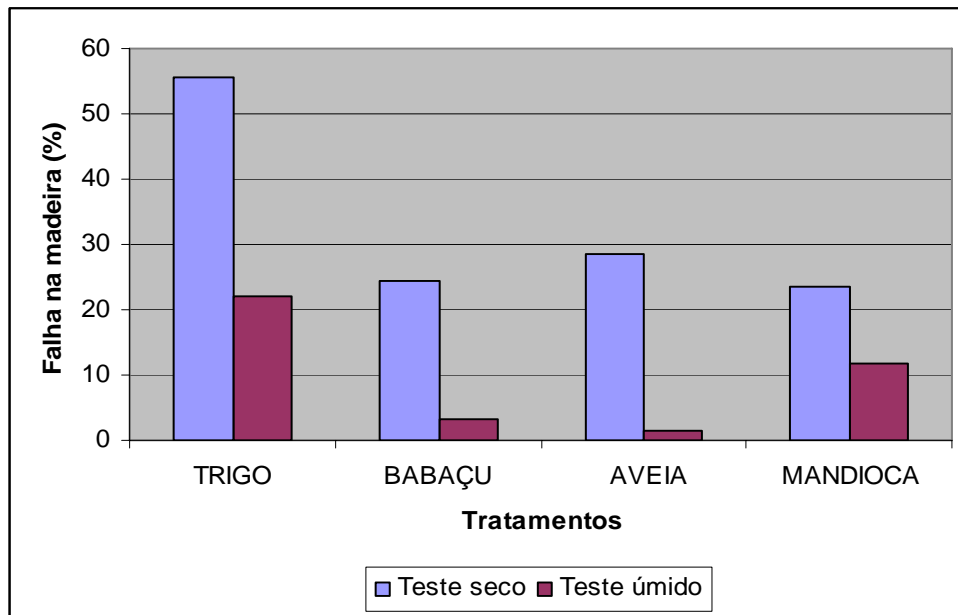


Figura 6. Comparação entre valores médios de porcentagem de falha na madeira dos compensados nos testes seco e úmido

Como se pode constatar, os painéis produzidos com farinha de babaçu e aveia como extensores apresentaram um comportamento altamente diferenciado entre os testes seco e úmido. Essa diferença deve-se ao fato que em consequência da alta capacidade de absorção de água, comprometendo as propriedades do adesivo, tornando a linha de cola suscetível ao rompimento sobre pressão.

6. CONCLUSÕES

De acordo com os resultados obtidos, as seguintes conclusões podem ser apresentadas:

- Os painéis produzidos com resina uréia-formaldeído e farinha de trigo como extensor foram os que apresentaram melhores resultados de resistência da linha de cola no teste seco;
- Com relação ao teste úmido os painéis fabricados com o extensor alternativo farinha de babaçu apresentaram valores médios de resistência da linha de cola estatisticamente iguais aos painéis produzidos com extensor convencional farinha de trigo;
- Os resultados obtidos para os painéis produzidos com a resina uréia-formaldeído e diferentes extensores apontam para a viabilidade de uso da farinha de babaçu em substituição à farinha de trigo na produção de painéis compensados multilaminados de uso interior.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABIMCI - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA MADEIRA PROCESSADA MECANICAMENTE. **Artigo técnico n°7**. Curitiba, 2003. 6p.

ABIMCI - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA MADEIRA PROCESSADA MECANICAMENTE. **Estudo Setorial, Ano Base: 2006**. Curitiba, 2007. 44p.

ALBUQUERQUE, C.E.C. de; IWAKIRI, S.; KEINERT JÚNIOR, S. Adesão e adesivos. In: IWAKIRI, S. **Painéis de madeira reconstituída**. Curitiba: FUPEF, 2005. p. 1-30.

BRAGANÇA, M. da G. L. Processamento artesanal da fabricação da farinha de mandioca. Minas Gerais. **EMATER-MG - Empreendimentos de Assistência Técnica e Extensão Rural**, 2000. 5p.

BRASEQ – BRASILEIRA EQUIPAMENTOS. **Viscosidade e reologia: noção básica**. São Paulo, 2005. Disponível em: <http://www.braseq.com.br/pdf/brookfield.pdf>. Acesso em: 28 jun. 2008.

BRASKEM – PETROQUÍMICA BRASILEIRA DE CLASSE MUNDIAL. **Boletim técnico: n° 8**. 2002.

CARDOSO, E.M.R.; AGUIAR, O.J.R. de. **Utilização da mandioca na indústria de compensados de madeira**. Belém: EMBRAPA Amazônia Oriental. 2003. 4p. (Comunicado Técnico 80). Disponível em <http://www.cpatu.embrapa.br/online/comunicado/com.tec.80.pdf>. Acesso em 26 jun. 2008.

CLEMENT, C.R. ; LLERAS PÉREZ, E.; VAN LEEUWEN, J. O potencial das palmeiras tropicais no Brasil: acertos e fracassos das últimas décadas. **Agrociencias**, Montevideu, 9(1-2), p. 67-71, 2005.

COMPTON'S INTERACTIVE ENCYCLOPEDIA. Version 4.0.2M for Windows, 1992-1995, Compton's Learning Company / Compton's NewMedia, Inc. and licensors, 1996.

Controle da qualidade na colagem de painéis de madeira. **REVISTA DA MADEIRA**. Curitiba. n° 89. 2005. Disponível em: http://www.remade.com.br/pt/revista_materia.php?edicao=89&id=728. Acesso em: 05 jun. 2008.

EUROPEAN COMMITTEE FOR STANDARDIZATION. **Plywood– Bonding Quality: part 1 - test methods**. EN 314 – 1: 1993.

EUROPEAN COMMITTEE FOR STANDARDIZATION. **Plywood – Bonding Quality: part 2 - requirements**. EN 314 – 2: 1993.

Farinha de raspa de mandioca pode substituir trigo com insumo na indústria de compensados. **EMBRAPA Amazônia Oriental**. Notícias; 2007. Disponível em: <http://www.cpatu.embrapa.br/noticias/2007>. Acesso em: 02 jul. 2008.

FIORUCCI, A. R.; SOARES, A. H. F. B.; CAVALHEIRO, E. T. G. Conceito de solução tampão. **Química Nova na Escola**, Santa Catarina, n.13, p. 18-21, 2001.

FLOSS, E. L.; VÉRAS, A. L.; FORCELINI, C. A.; GOELLNER, C.; GUTKOSKI, L. C.; GRANDO, M. F.; BOLLER, W. **Programa de pesquisa de aveia da UPF “30 anos de atividades – 1977-2007”**. Passo Fundo, 2007. Disponível em: <http://www.plantiodireto.com.br/?body=cont_int&id=785>. Acesso em: 02 jul. 2008.

IWAKIRI, S.; CUNHA, A.B.; ALBUQUERQUE, C.E.C.; GORNIKI, E.; MENDES, L. M. Utilização de extensores alternativos na produção de compensados multilaminados. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v.10, n. 1, p.77-83, 2000.

IWAKIRI, S.; MENEZZI, C. S. D.; LAROCA, C.; VENSON, I.; MATOSKI, S. S. Produção de compensado de *Pinus taeda* e *Pinus oocarpa* com resina fenol-formaldeído. **Cerne**, Lavras. v. 8, n. 2, p. 92-97, 2002.

IWAKIRI, S.; KEINERT JÚNIOR, S.; MENDES, L. M. Painéis de madeira compensada. In: IWAKIRI, S. **Painéis de madeira reconstituída**. Curitiba: FUPEF, 2005. p. 87-122.

JANKOWSKI, I.P. Variação da resistência à flexão estática do compensado de *Pinus caribaea* var. *hondurensis*, em função da quantidade de extensor e do tempo de montagem. **Circular técnica nº124. Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais – IPEF**. Piracicaba. 1980.

KOLLMANN, F. F. P.; KUENZI, E. W.; STAMM, A. J. **Principles of wood science and technology**. Berlin: Springer-Verlag. 1975. 703p.

MARRA, A.A. **Technology of wood bonding: principles in practice**. New York: Van Nostrand Reinhold, 1992. 454p.

MATTOS, R. L. G.; GONÇALVES, R. M.; CHAGAS, F. B. dos. **Painéis de madeira no Brasil: panorama e perspectivas**. Rio de Janeiro. BNDES n. 27, p. 121-156. 2008.

MOREIRA, W.S. **Extensores Alternativos para produção de compensados com resina uréia fomaldeído**. 81p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1985.

PRATA, J. G. **Desempenho de um sistema de qualidade em uma fábrica de painéis compensados**. 106p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2006.

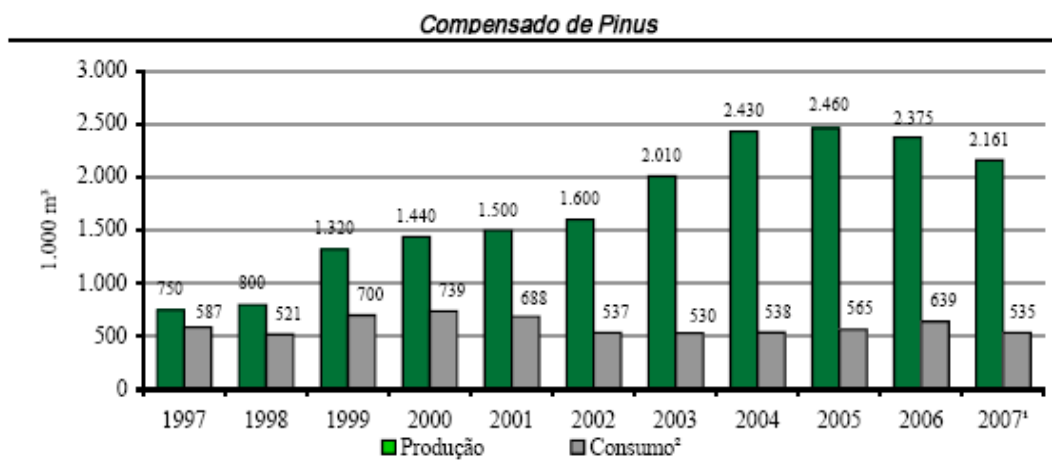
SANTANA, M. A. E.; SOBRAL FILHO, M. Desenvolvimento de adesivos tanino-formaldeído: efeito da quantidade de carga (filler) na qualidade da colagem. Curitiba. **REVISTA DA MADEIRA**. 14-23p. 1983.

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

SILVA, J.R. da. Trigo: produção paulista deverá aumentar em 2007. Disponível em: <http://www.iaea.gov.br/out/verTexto.php?codTexto=8924>. Acesso em: jul. 2008.

VICK, C. B. Adhesive bonding of wood materials. In: **Wood Handbook: wood as an engineering material**. Agric. Handb.72. Washington, DC: United States Department of Agriculture; rev. 1987.

ANEXOS

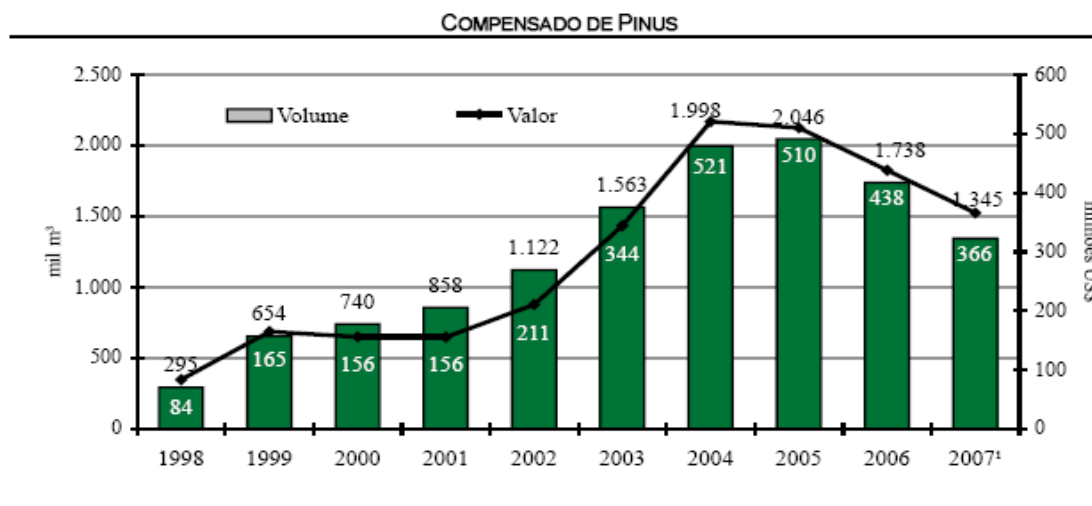


¹ ESTIMATIVA STCP

² CONSUMO APARENTE = ((PRODUÇÃO + IMPORTAÇÃO) – EXPORTAÇÃO)

Fonte: ABRAF (2007) e Banco de Dados STCP.

Figura 7. Evolução Histórica da Produção e Consumo do Compensado (1997-2007)



Estimativa STCP

Fonte: SECEX (2007), adaptado por STCP

Figura 8. Exportações Brasileiras de Compensados

Tabela 6. Resumo da análise de variância dos valores de resistência da linha de cola aos esforços de cisalhamento teste seco

F.V.	S. Q.	G.L.	Q.M.	Fc	p
TRATAMENTO	404,464	3	134,821	15,42	0,0000
RESÍDUO	1014,47	116	8,74544		
TOTAL	1418,94	119			

Tabela 7. Resumo da análise de variância dos valores de resistência da linha de cola aos esforços de cisalhamento teste úmido

F.V.	S. Q.	G.L.	Q.M.	Fc	p
TRATAMENTO	499,309	3	166,436	22,14	0,0000
RESÍDUO	872,136	116	7,51841		
TOTAL	1371,44	119			