

Avaliação do potencial de utilização da madeira de *Schizolobium amazonicum* "Paricá" e *Cecropia hololeuca* "Embaúba" para produção de painéis aglomerados

Setsuo IWAKIRI¹, Florian ZELLER², Juliana Afonso PINTO³, Maria Guadalupe Lomeli RAMIREZ⁴, Marina Moura SOUZA⁵, Rodrigo SEIXAS⁶

RESUMO

Esta pesquisa teve por objetivo avaliar o potencial de utilização de madeira de *Schizolobium amazonicum* (Paricá) e *Cecropia hololeuca* (Embaúba) para produção de painéis aglomerados. Foram produzidos painéis experimentais com densidade nominal de 0,70 g/cm³, utilizando a resina uréia-formaldeído e partículas de madeira de Paricá e Embaúba, e mistura destas, em proporções de 75, 50 e 25%. A madeira de *Pinus taeda* foi utilizada como testemunha. Os painéis foram prensados com pressão específica de 40 kgf/cm², temperatura de 160°C e tempo de prensagem de 8 minutos. Os resultados das avaliações de propriedades de absorção de água, inchamento em espessura, ligação interna, módulo de elasticidade e módulo de ruptura, indicaram que as madeiras de *Schizolobium amazonicum* (Paricá) e *Cecropia hololeuca* (Embaúba) são tecnicamente viáveis para produção de painéis aglomerados.

PALAVRAS-CHAVE: Aglomerados, Paricá, Embaúba.

Evaluation of potential use of the wood of *Schizolobium amazonicum* "Paricá" and *Cecropia hololeuca* "Embaúba" to particleboard manufacture

ABSTRACT

This research was developed to evaluate the potential use of the woods *Schizolobium amazonicum* (Paricá) and *Cecropia hololeuca* (Embaúba) for manufacturing particleboard. Were made panels with the densities of 0.70 g/cm³, using mixtures of urea-formaldehyde resin and wood particles of Paricá and Embaúba, in proportions of 75, 50 and 25%. The *Pinus taeda* wood was used as the reference. The panels were pressed at the temperature of 160°C, pressure of 40 kgf/cm², for 8 minutes. The evaluations of the properties of water absorption, thickness swelling, internal bond, modulus of elasticity and modulus of ruptures, showed that the woods of *Schizolobium amazonicum* (Paricá) e *Cecropia hololeuca* (Embaúba) are technically feasible for particleboard manufacture.

KEYWORDS: Particleboard, Paricá, Embaúba.

¹ Universidade Federal do Paraná, E-mail: setsuo@ufpr.br

² Universidade Federal do Paraná, E-mail: f_zeller@gmx.net

³ Universidade Federal do Paraná, E-mail: ju_sebaio@yahoo.com.br

⁴ Universidade Federal do Paraná, E-mail: glomeli12@hotmail.com

⁵ Universidade Federal do Paraná, E-mail: mouraflorista@yahoo.com.br

⁶ Cikel Brasil Verde Madeiras Ltda, E-mail: rodrigoexeixas@cikel.com.br

INTRODUÇÃO

O setor de painéis de Madeira reconstituída no Brasil tem apresentado um grande crescimento a partir da década de 90, com aumento expressivo na capacidade produtiva em função das implantações de novas unidades industriais de aglomerados e MDF. Grandes investimentos têm sido realizados também na implantação de novas áreas de plantios florestais para assegurar o suprimento de madeira requerido em grande escala pelas indústrias. De acordo com o estudo setorial do BNDES, a produção brasileira de painéis aglomerados cresceu de 866 mil m³/ano em 1995 para 2,098 milhões de m³ em 2005. O crescimento neste período foi de 9,3% ao ano, sendo um percentual bem superior ao 4,5% do nível mundial. A produção de painéis aglomerados no Brasil representa quase 46% do total de produção de painéis de madeira, incluindo-se os painéis compensados (BNDES, 2008). O grande crescimento do setor de painéis de madeira reconstituída pode ser atribuído à demanda crescente dos setores moveleiro e da construção civil.

As principais espécies utilizadas na produção de painéis aglomerados e MDF no Brasil são as dos gêneros *Pinus* e *Eucalipto*, as quais são plantadas em grande escala nas regiões sul e sudeste do país, onde estão localizadas as indústrias. Nas regiões norte, nordeste e centro-oeste do país, além da ausência de pólos moveleiros que demandam grande quantidade de painéis, os plantios florestais em escala comercial ainda são restritos a pequenas áreas. Entretanto, a partir da década de 90, começaram a implantação de pequenas áreas de plantios de *Schizolobium amazonicum* (Paricá), visando o seu aproveitamento industrial, principalmente para produção de laminas para painéis compensados.

Os plantios em escala comercial de Paricá – *Schizolobium amazonicum* Huber ex. Ducke estão concentrados no Estado do Pará, especialmente na região de Paragominas. De acordo com dados da SBS (2006), estima-se que a área de plantios seja superior a 50 mil ha. A sua madeira apresenta coloração branca e tem densidade média de 0,40 g/cm³. O Paricá é uma espécie de madeira tropical que apresenta um crescimento acelerado, podem ser implantados em plantios homogêneos ou consorciados, e apresentam vantagens de ser resistente ao ataque de pragas e doenças. A sua produtividade média anual é na faixa de 20 a 30 m³/ha/ano, estando na mesma faixa de crescimento das espécies de *Pinus* que é de 25 a 30 m³/ha/ano, e superior a teca com 15 a 20 m³/ha/ano. A outra espécie com grande potencial para produção de aglomerados é a *Cecropia hololeuca* – Embaúba. Nas áreas de florestas nativas as árvores de Embaúba são eretas, sem ramificações, podendo atingir até 15 m de altura. A sua madeira é muito leve e esbranquiçada, com densidade em torno de 0,43 g/cm³.

Na escolha de espécies de madeira para produção de painéis de madeira reconstituída devem ser considerados

alguns parâmetros importantes como: densidade, pH e extrativos (Maloney, 1993; Tsoumis, 1993). A densidade da madeira é um dos requisitos básicos na escolha de espécies para produção de painéis aglomerados, por influenciar diretamente na sua razão de compactação. Segundo os autores, a razão de compactação é a relação entre a densidade do painel e densidade da madeira e, esta relação, deve ser de no mínimo 1,3 para que ocorra uma densificação suficiente para a formação do painel. Kelly (1977), afirma que, para painéis de mesma densidade, produzidos com madeira de baixa densidade, as propriedades mecânicas serão superiores, entretanto, a sua estabilidade dimensional será inferior em comparação aos painéis produzidos com madeira de maior densidade. Segundo o autor, nos painéis com maior razão de compactação, há maior quantidade de partículas de madeira e, conseqüentemente, ocorrerá maior densificação do painel, resultando em maior inchamento higroscópico da madeira e liberação das tensões de compressão geradas durante o processo de prensagem.

A mistura de diferentes espécies na composição do painel aglomerado é muito importante no sentido de ampliar a oferta de matéria-prima para estas indústrias que requerem grandes volumes de madeira. Diferentes características físico-químicas das espécies podem ser consorciadas através da mistura homogênea das partículas de madeira para viabilizar o processo de colagem e formação do painel. Moslemi (1974) apresenta uma fórmula para o cálculo da densidade média da madeira resultante da mistura de várias espécies com diferentes densidades:

$$Dm = [Dm_1 \times (\%) + Dm_2 \times (\%) + \dots + Dm_n \times (\%)] : n$$

Onde:

Dm: densidade da madeira resultante da mistura de espécies

Dm_{1, 2, ..., n}: densidade da madeira das espécies

(%): percentagem da espécie na mistura

Vários estudos têm sido realizados para avaliação da mistura de espécies para produção de painéis aglomerados. Iwakiri *et al.* (1996) analisaram a influência da mistura de partículas de madeira de *Pinus taeda* com *Eucalyptus dunnii* nas proporções de 100, 75, 50, 25 e 0% de *Pinus* em relação ao *Eucalipto* nas propriedades de painéis aglomerados experimentais. Os resultados indicaram a possibilidade de mistura de *E. dunnii* em proporções de até 50% com *P. taeda* sem prejudicar as propriedades físicas e mecânicas dos painéis aglomerados. Iwakiri *et al.* (1995) avaliaram também a influência da mistura de partículas de madeira de *Pinus taeda* com *Mimosa scabrella* (bracatinga) nas proporções de 100, 75, 50, 25 e 0% de *pinus* em relação à bracatinga sobre as propriedades de painéis aglomerados estruturais do tipo "waferboard". Os resultados apontaram para melhora

na estabilidade dimensional dos painéis com o aumento na proporção de partículas de bracinga na mistura com partículas de pinus.

Este trabalho teve como objetivo avaliar o potencial de utilização da madeira de *Schizolobium amazonicum* (Paricá) e *Cecropia hololeuca* (Embaúba) para produção de painéis aglomerados.

MATERIAL E MÉTODOS

MATERIAL

Foram utilizadas nesta pesquisa madeiras de *Schizolobium amazonicum* (Paricá), *Cecropia hololeuca* (Embaúba) e *Pinus taeda*, sendo esta, empregada como base referencial para comparações de resultados, tendo em vista ser a espécie mais consumida na produção industrial de painéis aglomerados no Brasil.

As madeiras de paricá e embaúba foram coletadas na região de Paragominas, Estado do Pará, sendo a primeira, proveniente de plantios florestais e, a segunda, de uma área de floresta nativa. As toras foram transformadas em tábuas com uma polegada de espessura e transportadas até o local de estudos. A madeira de *Pinus taeda* foi coletada na forma de partículas numa indústria de painéis aglomerados localizada no Município de Araucária, Estado do Paraná. Para a colagem de partículas foi utilizada a resina uréia-formaldeído com teor de sólidos de 65%, pH 7,8 e viscosidade Brookfield de 450 cP.

METODOLOGIA DE PESQUISA

Os painéis aglomerados foram produzidos em escala laboratorial de acordo com o plano experimental apresentado na tabela 1.

Tabela 1 – Plano experimental

Tratamento	Espécie	Proporção de mistura
T1	Pinus	100%
T2	Paricá	100%
T3	Embaúba	100%
T4	Paricá / Embaúba	75% / 25%
T5	Paricá / Embaúba	50% / 50%
T6	Paricá / Embaúba	25% / 75%

As partículas de madeira foram geradas num picador de disco na forma de "flakes" com as seguintes dimensões nominais: comprimento de 25mm, espessura de 0,7mm e largura variável. Após a secagem ao teor de umidade médio de 3%, as partículas "flakes" foram reprocessadas no moinho de martelo e classificadas em peneira de malha 0,6 para retirada de finos.

A resina líquida após catalisada com sulfato de amônia foi aplicada sobre as partículas em quantidade de 8% de sólidos

em relação ao peso seco das partículas. Para a formação do colchão de partículas foi utilizada uma caixa formadora vazada com dimensões laterais de 50 x 50 cm. Os cálculos para definição de quantidade de materiais para formação de um painel foram feitos para densidade nominal de 0,75 g/cm e dimensões de 50 x 50 x 1,5 cm. Os painéis foram prensados à temperatura de 160°C, pressão específica de 40 kgf/cm² e tempo de prensagem de 8 minutos. Foram produzidos dois painéis por tratamento, perfazendo um total de doze painéis experimentais.

Após a prensagem, os painéis foram esquadrejados e acondicionados em câmara climática com temperatura de 20 ± 2°C e umidade relativa de 65 ± 3%, até sua estabilização ao teor de umidade médio de 12%.

Para a avaliação das propriedades físico-mecânicas dos painéis foram retirados de cada painel quatro corpos-de-prova para os ensaios de flexão estática visando determinação de módulo de elasticidade (MOE) e módulo de ruptura (MOR); cinco para ligação interna; e cinco para absorção de água e inchamento em espessura após 24 horas de imersão em água. Os ensaios foram realizados de acordo com os procedimentos descritos na Norma Européia EN 310, EN 319 e EN 317, respectivamente.

A análise estatística foi realizada segundo um delineamento inteiramente ao acaso e os resultados foram avaliados através da análise de variância e teste de Tukey ao nível de probabilidade de 95%.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

RAZÃO DE COMPACTAÇÃO

As densidades médias das espécies em estudo foram de 0,42 g/cm³, 0,32 g/cm³ e 0,27 g/cm³, respectivamente para madeiras de Pinus, Paricá e Embaúba. Na tabela 2 estão apresentadas as densidades médias da madeira após a mistura de espécies em diferentes proporções de Paricá e Embaúba, determinadas com base na fórmula apresentada por Moslemi (1974).

Para o tratamento T4 com 75% de Paricá e 25% de Embaúba, a densidade média da madeira foi de 0,307 g/cm³. Para as misturas em proporções de 50% x 50% e 25% x 75% de Paricá e Embaúba, as densidade médias foram respectivamente de 0,295g/cm³ e 0,282 g/cm³.

Os valores de razão de compactação obtidos em relação à densidade do painel e densidade da madeira variaram de 1,609 a 2,429. Pode-se constatar que com o aumento na proporção da madeira de Embaúba em relação a madeira de Paricá (T4, T5 e T6), resultam em valores superiores de razão de compactação. Esta variação ocorre devido à menor densidade da madeira de Embaúba. Iwakiri et al. (1995)

encontraram para painéis aglomerados produzidos com mistura de madeira de *Pinus taeda* com *Eucalyptus dunnii*, valores de razão de compactação variando de 1,03 a 1,74 com o aumento na proporção de madeira de *P. taeda* em relação a madeira de *E. dunnii*.

Tabela 2 – Razão de compactação dos painéis

Tratamento	DM (g/cm ³)	DP (g/cm ³)	RC
T1 – Pi 100	0,420	0,676	1,609
T2 – Pa 100	0,320	0,687	2,146
T3 – Em 100	0,270	0,684	2,533
T4 – Pa 75 / Em 25 *	0,307	0,680	2,214
T5 – Pa 50 / Em 50 *	0,295	0,687	2,328
T6 – Pa 25 / Em 75 *	0,282	0,685	2,429

Pi: pinus; Pa: paricá; Em: embaúba; DM: densidade da madeira (* mistura de espécies); DP: densidade do painel; RC: razão de compactação.

PROPRIEDADES FÍSICAS DOS PAINÉIS

Na tabela 3 estão apresentados os valores médios de absorção de água e inchamento em espessura após 24 horas de imersão em água dos painéis aglomerados.

Tabela 3 – Resultados de absorção de água e inchamento em espessura – 2 e 24 horas.

Tratamento	AA – 24H	IE – 24H
T1–Pi100	90,66 b (8,50)	26,93 a (9,36)
T2–Pa100	80,57 a (7,36)	28,42 a (8,25)
T3–Em100	79,22 a (7,58)	26,19 a (8,25)
T4–Pa75/Em25	82,22 ab (8,35)	28,66 a (7,65)
T5–Pa50/Em50	79,73 a (6,98)	27,57 a (6,84)
T6–Pa25/Em75	80,75 a (9,33)	27,73 a (8,25)

Pi: pinus; Pa: paricá; Em: embaúba; AA: Absorção de água; IE: inchamento em espessura; (...) coeficiente de variação (%).

Os resultados de absorção de água após 24 horas de imersão em água indicam para os painéis de Pinus, valor médio estatisticamente superior em comparação aos painéis de Paricá e Embaúba. Para os painéis produzidos com a mistura de madeiras de Paricá e Embaúba em diferentes proporções, não foram constatadas diferenças significativas entre as médias obtidas para esta propriedade. Pode-se constatar também que, a mistura de madeira de Embaúba em diferentes proporções com a madeira de Paricá, resultou em médias estatisticamente iguais em relação aos painéis produzidos com 100% de Embaúba e 100% de Paricá.

Os valores médios de absorção de água de 79,73% a 90,66%, obtidos neste estudo, estão compatíveis com os valores na faixa de 75,04% a 80,05%, encontrados por Iwakiri

et al. (1996), para painéis produzidos com mistura de madeiras de *P. taeda* e *E. dunnii*. Os valores um pouco superiores obtidos para o Paricá e Embaúba, podem ser atribuídos a menor densidade da madeira destas espécies, resultando em maiores quantidades de partículas de madeira na composição do painel, contribuindo para o aumento na área de absorção de água.

Com relação ao inchamento em espessura 24 horas, não foram constatadas diferenças estatisticamente significativas entre as médias dos tratamentos. Os valores médios foram muito próximos entre os tratamentos, variando de 26,19% para painéis de Embaúba (T3) e 28,66% para painéis produzidos com 75% de Paricá e 25% de Embaúba (T4).

Nos estudos realizados por Iwakiri et al. (1996) para painéis produzidos com mistura de madeiras de *P. taeda* e *E. dunnii*, os valores médios de inchamento em espessura variaram na faixa de 30,15% 35,09%. Embora os valores de razão de compactação dos painéis produzidos com madeiras de Paricá e Embaúba tenham sido bem superiores aos valores obtidos para os painéis de *P. taeda* e *E. dunnii*, as diferenças nos valores de inchamento em espessura não foram tão significativas. Portanto, não pode ser comprovada para este caso, a influência da maior quantidade de partículas de madeira e liberação de maiores tensões residuais de compressão sobre o inchamento em espessura dos painéis.

PROPRIEDADES MECÂNICAS DOS PAINÉIS

Na tabela 4 estão apresentados os valores médios obtidos para as propriedades de ligação interna, módulo de elasticidade e módulo de ruptura dos painéis aglomerados.

Tabela 4 – Resultados de ligação interna, módulo de elasticidade e módulo de ruptura.

Tratamento	LI (MPa)	MOE (MPa)	MOR (MPa)
T1 – Pi 100	0,58 a (8,65)	1.886,61 a (7,65)	12,03 a (9,32)
T2 – Pa 100	0,76 bc (6,59)	1.982,98 a (6,95)	15,59 ab (7,36)
T3 – Em 100	0,68 ab (9,32)	2.148,50 a (8,42)	16,65 b (8,35)
T4 – Pa 75 / Em 25	0,81 bc (8,12)	2.012,53 a (9,32)	16,44 b (7,36)
T5 – Pa 50 / Em 50	0,88 c (7,98)	2.081,72 a (8,78)	16,29 b (8,75)
T6 – Pa 25 / Em 75	0,88 c (6,58)	2.006,86 a (6,35)	15,02 ab (8,25)

Pi: pinus; Pa: paricá; Em: embaúba; LI: ligação interna; MOE: módulo de elasticidade; MOR: módulo de ruptura; (...) coeficiente de variação (%).

Os painéis produzidos com madeira de Paricá apresentaram valor médio de ligação interna estatisticamente superior em relação aos painéis de Pinus e igual aos painéis de Embaúba. Não foi constatada diferença significativa entre as médias de ligação interna para os painéis de Pinus e de Embaúba.

Para os painéis produzidos com diferentes proporções de mistura de Paricá e Embaúba não foram constatadas diferenças estatisticamente significativas entre os valores médios de ligação interna. Em termos de médias absolutas, as três diferentes proporções de mistura de Paricá e Embaúba resultaram em painéis com valores superiores de ligação interna em relação aos painéis produzidos com 100% de Pinus, Paricá e Embaúba. Os painéis produzidos com misturas Paricá x Embaúba de 50% x 50% (T5) e 25% x 75% (T6) apresentaram médias estatisticamente superiores em relação aos painéis com 100% de embaúba.

Os valores médios de ligação interna entre 0,68 a 0,88 MPa, obtidos para os painéis produzidos com 100% de Paricá e Embaúba, e com diferentes proporções de misturas, atendem ao requisito mínimo de 0,35 MPa, estabelecido pela Norma Européia EN 312-3: 1996.

Como parâmetros de referências apresentados na literatura, Iwakiri et al. (1996) encontraram para os painéis produzidos com mistura de madeiras de *P. taeda* com *E. dunnii* nas proporções de 75%, 50% e 25%, valores médios de ligação interna na faixa de 0,87 a 0,91 MPa. Cabral et. al. (2007) encontraram para painéis produzidos com mistura de *E. urophylla* com *P. elliotii* e *E. cloeziana* com *P. elliotii*, valores médios de ligação interna de 0,45 e 0,56 MPa, respectivamente.

Com relação ao módulo de elasticidade (MOE), não foram constatadas diferenças estatisticamente significativas entre os valores médios obtidos para os painéis produzidos integralmente com as madeiras de Pinus, Paricá e Embaúba, e com a mistura destas espécies em diferentes proporções. Os valores médios de MOE variaram de 1.886,61 MPa a 2.148,50 MPa, sendo o valor mínimo obtido para painéis de Pinus e o máximo para painéis de Embaúba. Estes valores atendem ao requisito mínimo de 1.600 MPa, estabelecido pela Norma Européia EN 312-3: 1996.

Os resultados de MOE referenciados na literatura são bastante abrangentes. Iwakiri et al. (1996) encontraram valores médios entre 2.208 a 2.530 MPa para painéis produzidos com mistura de madeiras de *P. taeda* com *E. dunnii*, nas proporções de 75%, 50% e 25%. Num outro estudo realizado por Iwakiri et. al. (2004) o valor médio de MOE obtido para painéis produzidos com madeira de *Grevilea robusta* foi de 1.463 MPa.

Os valores médios de módulo de ruptura (MOR) variaram de 12,03 MPa a 16,65 MPa, sendo o valor mínimo obtido para painéis de Pinus e o valor máximo para painéis de Embaúba. Com exceção do tratamento testemunha de Pinus, todos os demais painéis produzidos com madeiras de Paricá e Embaúba, e misturas destas espécies, atendem ao requisito mínimo de 13 MPa, estabelecido pela Norma Européia EN 312-3: 1996.

Os painéis produzidos com madeira de Embaúba apresentaram média estatisticamente igual em relação aos painéis de Paricá e superior em relação aos painéis de Pinus. Não houve diferença estatística entre os valores médios de MOR obtidos para os painéis de Paricá e Pinus. A mistura entre as madeiras de Paricá e Embaúba nas três diferentes proporções não resultaram em diferenças significativas entre os valores médios de MOR. As proporções de mistura de 75% e 50% de Paricá em relação a Embaúba, resultaram em valores médios de MOR estatisticamente superiores em comparação aos painéis testemunhas de Pinus.

Os resultados de MOR obtidos neste estudo estão compatíveis com os valores referenciados na literatura. Cabral et al. (2007) encontraram para painéis produzidos com misturas de madeira *E. urophylla* com *P. elliotii* e *E. cloeziana* com *P. elliotii*, valores de MOR de 16,7 MPa e 17,9 MPa, respectivamente. Iwakiri et al. (2004) obtiveram para painéis aglomerados de *Grevilea robusta*, valor médio de MOR de 10,3 MPa. Já, Batista et al. (2007) encontraram para painéis produzidos com madeira de *P. elliotii* e casca de *E. pellita*, valor de MOR de 5,0 MPa, considerado baixo em função da influência negativa da presença de casca na sua composição. Num outro estudo, Iwakiri et al. (1996) encontraram para painéis produzidos com mistura de *P. taeda* com *E. dunnii*, valores médios de MOR variando na faixa de 15,48 MPa a 16,75MPa.

CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Com base nos resultados obtidos nesta pesquisa, as seguintes conclusões podem ser apresentadas:

- Os painéis produzidos com madeiras de Paricá e Embaúba apresentaram menor absorção de água em relação aos painéis testemunhas de Pinus. Não foram constatadas diferenças estatisticamente significativas nos valores de inchamento em espessura para todos os tratamentos avaliados.

- Os resultados de ligação interna, módulo de elasticidade e módulo de ruptura dos painéis produzidos com madeiras de Paricá e Embaúba, e mistura destas, foram estatisticamente iguais ou superiores em relação aos painéis testemunhas produzidos com madeira de Pinus.

- O aumento na razão de compactação dos painéis aglomerados não influenciou de forma significativa nas suas propriedades físicas e mecânicas.

- Os resultados desta pesquisa indicam que as madeiras de *Schizolobium amazonicum* (Paricá) e *Cecropia hololeuca* (Embaúba) são tecnicamente viáveis para produção de painéis aglomerados.

AGRADECIMENTOS

Os autores expressam seus agradecimentos às empresas Cikel Brasil Verde Madeiras Ltda e Hexion Química Indústria e Comércio Ltda, pelas doações de madeiras e resina utilizadas nesta pesquisa.

BIBLIOGRAFIA CITADA

- Batista, D.C.; Brito, E.O.; Setubal, V.G.; Góes, L.G. 2007. Three-layer particleboard production with *Pinus elliottii* Engelm wood and the addition of *Eucalyptus pellita* F. Muell bark. *Cerne*, 13(2): 178-187 (in Portuguese, with abstract in English).
- BNDES. 2008. Technical Report. Wood panels in the Brazil: overview and perspectives. Rio de Janeiro. p. 121-156 (in Portuguese).
- Cabral, C. P.; Vital, B. R.; Lucia, R. M. D.; Pimenta, A. S. 2007. Properties of particleboards manufactured with mixed particles from *Eucalyptus* spp and *Pinus elliottii*. *Árvore*, 31(5): 897-905 (in Portuguese, with abstract in English).
- EUROPEAN COMMITTEE FOR STANDARDIZATION. Norma EN. 1993.
- Iwakiri, S.; Klock, U.; Rocha, M.P.; Severo, E.T.D.; Rincoski, C.R.; Bortoletto, G.; Pio, N.S. 1995. Waferboard manufacture with species mixture. *Agrárias*, 14(1-2): 107-114 (in Portuguese, with abstract in English).
- Iwakiri, S.; Latorraca, J.V.F.; Silva, D.A.; Gabardo, J.L.; Klitzke, R.J.; Fofano, A.; Fabrowski, F.; Interanmense. M.T. 1996. Particleboard manufacture from *Pinus elliottii* (Engelm) and *Eucalyptus dummii* (Maid). *Agrárias*, 15(1): 33-41 (in Portuguese, with abstract in English).
- Iwakiri S.; Shimizu, J.; Silva, J.C.; Del Menezzi, C.H.S; Puehringer, C.A.; Venson, I. Laroca, C. 2004. Particleboard manufacturing from *Grevilea robusta* A. Cunn. *Ex. R. Br. Árvore*, 28(6): 56-60 (in Portuguese, with abstract in English).
- Kelly, M.W. 1977. Critical literature review of relationships between processing parameters and physical properties of particleboard. USDA For. Ser. Gen. Tech. Rep. FPL, Madison, USA. 66pp.
- Maloney, T. M. 1993. Modern particleboard and dry-process fiberboard manufacturing. M. Freeman, San Francisco, USA. 689pp.
- Moslemi, A.A. 1974. Particleboard vol. 1: Materials. Southern Illinois University Press, London. 244pp.
- SBS, 2007. Facts and datas of the brazilian forestry – 2006. (www.sbs.org.br). Acesso: 12/01/2009 (in Portuguese).
- Tsoumis, G. 1991. Science and technology of wood: structure, properties and utilization. Van Nostrand Reinhold, New York, USA. 494pp.

Recebido em 10/11/2008

Aceito em 03/11/2009