

Produção de Painéis Compensados Fenólicos com Lâminas de Madeira de *Sequoia sempervirens*

Setsuo Iwakiri¹, Alexsandro Bayestorff da Cunha², Rosilani Trianoski¹,
Rafael Leite Braz³, Vinicius Gomes de Castro³, Sandra Kazmierczak³,
Edson Pinheiro³, Heloisa Rancatti³, Felipe Luis Sanches³

¹Departamento de Engenharia e Tecnologia Florestal, Universidade Federal do Paraná – UFPR, Curitiba/PR, Brasil

²Departamento de Engenharia Florestal, Universidade Estadual de Santa Catarina – UDESC, Florianópolis/SC, Brasil

³Programa de Pós-graduação em Engenharia Florestal, Universidade Federal do Paraná – UFPR, Curitiba/PR, Brasil

RESUMO

Esta pesquisa teve como objetivo avaliar a qualidade dos painéis compensados multilaminados produzidos com lâminas de madeira de *Sequoia sempervirens*. Foram produzidos em laboratório compensados com cinco lâminas de 2,0 mm de espessura, coladas com resina fenol-formaldeído, com duas diferentes formulações: (A) FF = 100; E = 5; CC = 5; A = 5, e (B) FF = 100; E = 15; CC = 15; A = 15, e duas gramaturas: 280g/m² e 320 g/m². Os painéis foram prensados com pressão específica de 10 kgf/cm², temperatura de 130 °C e tempo de prensagem de dez minutos. Foram avaliadas as propriedades de resistência da linha de cola aos esforços de cisalhamento e de flexão estática (módulo de elasticidade e módulo de ruptura, paralelo e perpendicular às fibras). De uma forma geral, as diferentes formulações de cola e gramaturas não afetaram significativamente as propriedades dos painéis, o que representa um aspecto importante sob o ponto de vista econômico. A resistência ao cisalhamento e a percentagem de falhas na madeira dos painéis produzidos com a formulação (B) atenderam aos requisitos mínimos da norma EN 314-2 (1993) para painéis de uso externo. Os resultados indicam que as lâminas de *Sequoia sempervirens* podem ser utilizadas para compor o miolo de painéis compensados para uso externo.

Palavras-chave: resina fenol-formaldeído, resistência da linha de cola, formulação de cola.

Production of Phenolic Plywood Using Veneers of *Sequoia sempervirens*

ABSTRACT

The aim of this research was to evaluate the quality of plywood made from wood veneers of *Sequoia sempervirens*. Plywood with five 2.0 mm thick veneers were produced in laboratory and bonded with phenol-formaldehyde resin using two different formulations: (A) resin = 100, extender = 5, filler = 5, and water = 5; and (B) resin = 100, extender = 15, filler = 15, and water = 15, with two different amounts of glue spread: 280 g/m² and 320 g/m². The panels were pressed with specific pressure of 10 kgf/cm², temperature of 130 °C, and pressing time of 10 minutes. The properties of the glue line shear strength and static bending (modulus of elasticity and modulus of rupture – parallel and perpendicular to the grain) were evaluated. In general, the different glue formulations and amounts of glue spread did not significantly affect the properties of the panels, which represent an important aspect from the economic point of view. The shear strength and percentage of wood failures of the plywood produced with formulation (B) met the minimum requirements of the EN 314-2 (1993) standard for panels for external use. Results indicate that *Sequoia sempervirens* veneers can be used to compose the core of plywood for external use.

Keywords: phenol-formaldehyde resin, glue line strength, glue composition.

1. INTRODUÇÃO

Estudos sobre espécies de rápido crescimento para produção de lâminas e compensados têm sido amplamente realizados no Brasil desde a década de 1990, com o objetivo de aumentar a quantidade de espécies alternativas ao pinus, que é a base da matéria-prima para indústrias de painéis compensados.

Além das espécies do gênero *Eucalyptus*, vários pesquisadores têm estudado o comportamento de algumas espécies para produção de lâminas e compensados. Pinto & Iwakiri (2013) avaliou o rendimento em laminação e qualidade dos painéis compensados de *Criptomera japônica*; Bortoletto Junior & Belini (2002) estudaram o comportamento da madeira de *Schizolobium parayba* para produção de compensados e Iwakiri et al. (2011) avaliaram a qualidade de painéis compensados produzidos com lâminas de *Schizolobium amazonicum*. Apesar da baixa densidade da madeira destas espécies, os pesquisadores encontraram resultados que indicam a sua potencialidade para produção de lâminas e compensados.

A *Sequoia sempervirens* (sequoia) é uma espécie nativa dos Estados Unidos da América e sua madeira apresenta cerne marrom avermelhado e alburno com tonalidade branca. A sua madeira, apesar da densidade baixa (0,31 g/cm³), possui boa estabilidade dimensional e resistência à deterioração, além de outras características favoráveis para fabricação de painéis e produção de celulose (Diel & Frizzo, 2002; Sloan & Boe, 1974). Spichinger (2004) relata que a madeira de sequoia apresenta como características: boa usinabilidade e boa aderência para tintas e vernizes, além de não apresentar resinas, típicas de madeira de coníferas. Estas qualidades tornam a madeira de sequoia atrativa para a produção de painéis e o uso na indústria moveleira.

As limitações relacionadas à baixa densidade da madeira de espécies de florestas plantadas de rápido crescimento e aos pequenos diâmetros das árvores podem ser minimizadas com uso de tecnologias de colagem para fabricação de produtos de madeira reconstituída, como painéis laminados de madeira. Bendsten (1978) afirma que, para se alcançar êxito no uso dos recursos florestais, provenientes de florestas plantadas, os conceitos tradicionais devem

ser modificados e adaptados às características da matéria-prima disponível.

Na produção de compensados, os fatores relacionados à tecnologia devem ser avaliados com muita atenção, principalmente quanto ao processo físico-químico envolvido na colagem de lâminas de madeira (Marra, 1992). O tipo de resina empregado na colagem deve ser adequado ao ambiente de utilização do painel, podendo ser ureia-formaldeído para ambiente interno e fenol-formaldeído para ambiente externo. A formulação da batida de cola e a gramatura são parâmetros que irão influenciar diretamente na qualidade da colagem e, ao mesmo tempo, no custo de produção do compensado (Baldwin, 1995; Sellers, 1993). Os autores afirmam que a densidade da madeira é um fator importante na definição destes parâmetros, tendo em vista as interações que ocorrem entre a porosidade da madeira e a absorção do adesivo na formação da ligação adesiva entre as lâminas. De acordo com Marra (1992), madeiras de baixa densidade absorvem maior quantidade de adesivo em função de sua maior porosidade; portanto, a viscosidade do adesivo deve ser aumentada para evitar a formação da linha de cola “faminta”. Outros fatores, como pH e extrativos presentes na madeira, são também importantes, podendo interferir na cura do adesivo durante o processo de prensagem do painel na prensa quente. Segundo Marra (1992), o pH muito baixo de algumas espécies pode retardar a polimerização da resina fenol-formaldeído que cura no meio alcalino, reduzindo a resistência da ligação adesiva. Baldwin (1995) afirma que alguns extrativos presentes nas lâminas podem dificultar, durante a prensagem a quente, o processo de movimentação de água na forma de vapor de uma linha de cola para outra, destas para as bordas do painel, e posterior liberação para o ambiente externo. Este processo, sendo muito lento, terá como consequência o aumento da pressão interna de vapor, resultando no “estouro” no momento da abertura da prensa e da delaminação do painel.

Este trabalho teve como objetivo avaliar o potencial de uso da madeira de *Sequoia sempervirens* para produção de lâminas e painéis compensados para uso externo, com diferentes formulações e gramaturas do adesivo fenol-formaldeído.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Foi utilizada madeira de *Sequoia sempervirens*, com 18 anos de idade, em plantio experimental com espaçamento de 2,0 × 2,0 m, localizado na Estação Experimental da EPAGRI de São Joaquim, Estado de Santa Catarina. Para a laminação, foram utilizadas seis toras com comprimento de 0,60 m, obtidas a partir de três árvores coletadas aleatoriamente no plantio. As toras foram descascadas e submetidas ao processo de aquecimento à temperatura em torno de 60 °C, por período de 12 horas. As lâminas foram obtidas a partir de um torno piloto com espessura de 2,5 mm e seccionadas em uma guilhotina pneumática com dimensões de 600 mm × 600 mm. Os rendimentos de laminação foram determinados pela relação entre o volume da tora sem casca e após arredondamento e o volume das lâminas classificadas. A massa específica aparente e a massa específica básica da madeira foram determinadas em amostras retiradas de lâminas com dimensões de 20 mm × 300 mm.

Para a produção de painéis compensados, as lâminas foram secas em estufa com o teor de umidade

médio de 6% e esquadrejadas em dimensões finais de 500 mm × 500 mm. Os painéis foram produzidos com cinco lâminas, utilizando-se a resina fenol-formaldeído, com formulações de batida de cola com teores de sólidos de 42,60% e 37,72%, e gramaturas de 280 g/m² e 320 g/m², conforme apresentado na Tabela 1. Os painéis foram prensados à temperatura de 130 °C, pressão específica de 10 kgf/cm² e tempo de permanência na prensa de dez minutos. Foram produzidos dois painéis por tratamento.

Após a prensagem, os painéis foram esquadrejados e acondicionados em câmara climática à temperatura de 20 + 3 °C e umidade relativa de 65 + 5%, até sua estabilização. Para cada tratamento, foram retirados cinco corpos de prova para ensaios de flexão estática com a direção das fibras das lâminas da capa paralela ao comprimento do corpo de prova, e cinco corpos de prova na direção perpendicular. Para os ensaios de resistência da linha de cola aos esforços de cisalhamento, foram retirados dez corpos de prova para teste seco e dez para teste de fervura. Os ensaios foram conduzidos de acordo com as Normas Europeias EN 320 e EN 314, respectivamente. Na Figura 1, encontra-se

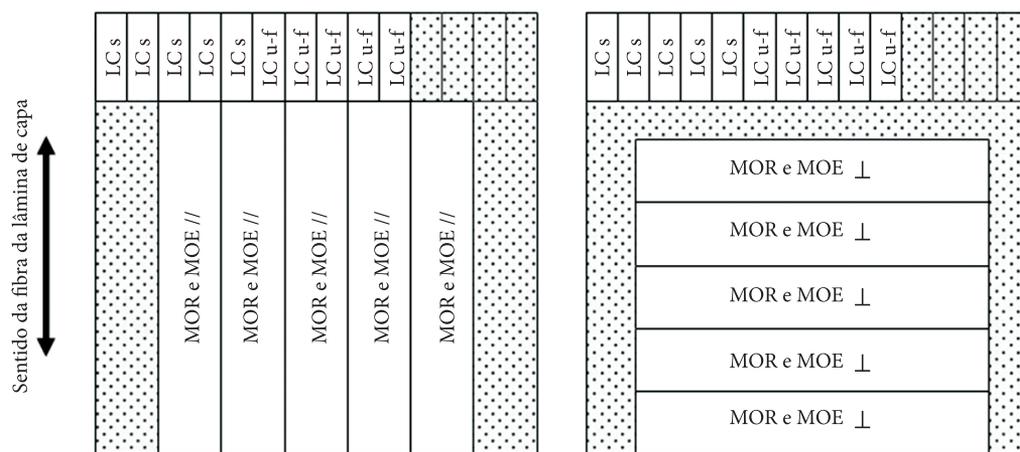


Figura 1. Representação do gabarito utilizado para retirada dos corpos de prova.

Figure 1. Representation of the template used for samples cutting.

Tabela 1. Delineamento experimental.

Table 1. Experimental design.

Tratamento	Formulação	Gramatura (g/m ²)
T1	A: FF = 100; E = 5; CC = 5; A = 5	280
T2	A: FF = 100; E = 5; CC = 5; A = 5	320
T3	B: FF = 100; E = 15; CC = 15; A = 15	280
T4	B: FF = 100; E = 15; CC = 15; A = 15	320

FF: resina fenol-formaldeído; E: extensor – farinha de trigo; CC: casca de coco; A: água.

ilustrado o esquema de retirada de corpos de prova nos dois painéis de cada tratamento.

O delineamento estatístico utilizado foi o inteiramente casualizado e os resultados dos ensaios foram analisados por meio da Análise de Variância e do Teste de Tukey, no nível de probabilidade de 95%.

3. RESULTADOS E DICUSSÕES

3.1. Rendimento e qualidade das lâminas de madeira

Os valores médios de massa específica aparente e massa específica básica da madeira de sequoia determinados a partir de lâminas foram, respectivamente, de 0,340 g/cm³ e 0,290 g/cm³. Os valores obtidos nesta pesquisa estão próximos do valor de massa específica básica citada por Marchiori (1996) de 0,310 g/cm³ e de 0,348 g/cm³ mencionado por Cown & Mickney (2009), para madeira de sequoia com 38 anos de idade.

O rendimento total médio obtido para as seis toras laminadas foi de 41,21%, com base no volume das toras sem casca, e o rendimento efetivo médio foi de 55,67%, com base no volume das toras após o arredondamento. Esta diferença entre os rendimentos pode ser atribuída ao alto grau de conicidade das toras. As avaliações da qualidade das lâminas demonstraram a presença de nós em 100% das lâminas, sendo um indicativo de que as árvores destes plantios experimentais não passaram por procedimentos de podas. Foram observadas também presença de lâminas com rugosidades e fendas superficiais.

Os resultados de rendimento obtidos nesta pesquisa foram próximos daqueles encontrados por outros autores, para espécies de pinus e eucaliptos provenientes de plantios florestais. Almeida et al. (2004) obtiveram, para clones I e II de *Eucalyptus grandis* × *Eucalyptus urophylla*, rendimento médio de 51,74% e 56,81%, respectivamente. Pio (1996) encontrou, para espécies de *Eucalyptus scabra* e *Eucalyptus robusta*, rendimento médio de 36,47% e 44,00%, respectivamente. O autor cita ainda, como fontes de referências, os rendimentos médios para as seguintes espécies de pinus: *Pinus elliottii* - 42,40%, *Pinus taeda* - 55,50% e *Pinus strobus* - 54,40%. Interanmense (1998) obteve para espécies de *E. viminalis*, *E. cloeziana* e *E. maculata* valores médios de rendimento de 50,00%, 50,43% e 44,86%, respectivamente.

3.2. Resistência da linha de cola às tensões de cisalhamento

Os valores médios de resistência da linha de cola e percentagem de falhas na madeira dos painéis estão apresentados na Tabela 2.

Os resultados dos ensaios de cisalhamento da linha de cola no teste seco indicam que houve influência significativa da formulação da batida de cola apenas nos painéis produzidos com gramatura de 280 g/m². Os painéis produzidos com menor teor de sólidos (formulação B - T3) apresentaram média estatisticamente superior em relação aos painéis produzidos com a formulação B (T1), com maior teor de sólidos. Este resultado contraria a teoria qualitativa sobre a colagem, tendo em vista que a formulação (A) possui maior percentagem de resina fenólica na sua composição. O aumento na gramatura

Tabela 2. Resultados dos ensaios de cisalhamento da linha de cola dos painéis compensados de *Sequoia sempervirens*. **Table 2.** Results of the glue line shear tests of the *Sequoia sempervirens* plywood.

Tratamento	Teste seco			Teste fervura		
	Média (MPa)	CV (%)	FM (%)	Média (MPa)	CV (%)	FM (%)
T1	1,13 ^b	20,60	43	0,66 ^b	27,18	38
T2	1,30 ^{ab}	8,70	60,9	0,94 ^a	23,14	31,1
T3	1,37 ^a	10,58	52	0,81 ^{ab}	38,19	71,3
T4	1,24 ^{ab}	18,82	59,7	0,92 ^{ab}	12,56	73

Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si, a 95% de probabilidade. CV: coeficiente de variação; FM: falha na madeira.

de 280 g/m² para 320 g/m² não influenciou de forma positiva a resistência da linha de cola dos painéis no teste seco.

Para o teste de fervura, não foram constatadas diferenças estatisticamente significativas entre os painéis produzidos com diferentes formulações da batida de cola (T1 × T3 e T2 × T4). A igualdade estatística entre os resultados obtidos indica a possibilidade de colagem de painéis com menor teor de sólidos da batida de cola (formulação B), o que representa redução nos custos de produção. Em relação à gramatura, constatou-se diferença significativa apenas para os painéis produzidos com 280 g/m², sendo que o aumento na gramatura para 320 g/m² resultou em maior valor médio de resistência ao cisalhamento.

Em relação aos resultados apresentados na literatura, os valores médios de resistência ao cisalhamento no teste de fervura obtidos nesta pesquisa, entre 0,66 e 0,94 MPa, estão abaixo dos valores médios encontrados por Iwakiri et al. (2002) para painéis compensados de *Pinus taeda* produzidos com resina fenol-formaldeído, situados entre 0,94 e 1,26 MPa. Por outro lado, Bortoletto Junior (2003) obteve, para painéis compensados fenólicos produzidos com 11 espécies de eucalipto, resistência da linha de cola no teste de fervura na faixa de 1,91 a 2,12 MPa, porém com percentagem de falhas na madeira abaixo de 20%. Os menores valores de resistência ao cisalhamento obtidos nesta pesquisa podem ser atribuídos à baixa densidade da madeira de sequoia (0,340 g/cm³), que contribuiu para maior absorção do adesivo, resultando na redução da espessura da linha de cola e, conseqüentemente, da resistência da ligação adesiva entre as lâminas.

Na avaliação comparativa com a Norma Europeia EN 314-2 (1993), todos os tratamentos apresentaram, para o teste seco, valores médios de resistência ao cisalhamento superiores ao valor mínimo de 1,0 MPa, independentemente de percentagem de falhas na madeira. Diversamente, para o teste de fervura, apenas os painéis produzidos com a formulação B (T3 e T4) atingiram o requisito mínimo da norma na referência que estabelece valores de resistência ao cisalhamento entre 0,6 e 1,0 MPa, associados à percentagem de falhas na madeira superior a 40%.

3.3. Flexão estática paralela

Na Tabela 3, estão apresentados os valores médios de massa específica, módulo de elasticidade (MOE//) e módulo de ruptura (MOR//) paralelo dos painéis compensados de madeira de sequoia.

Para estas amostras de painéis, os valores médios de massa específica variaram de 0,394 a 0,419 g/cm³.

Tanto para o MOE// quanto para o MOR//, não foram constatadas diferenças estatisticamente significativas entre os painéis produzidos com diferentes formulações de batida de cola e gramaturas. Também em termos de médias absolutas, não se podem observar correlações diretas sobre os efeitos destes dois parâmetros do processo produtivo nas propriedades dos painéis avaliados. Estes resultados indicam vantagens em termos econômicos, tendo em vista a possibilidade de redução no consumo de cola.

Os resultados de MOE// e MOR// obtidos para os painéis compensados de sequoia foram inferiores quando comparados com os valores obtidos por Iwakiri et al. (2002) para painéis de *Pinus taeda*, cujos valores médios foram, respectivamente, de 5.800 MPa e 58,4 MPa. As diferenças observadas

Tabela 3. Resultados de massa específica e flexão estática paralela dos painéis compensados de *Sequoia sempervirens*.
Table 3. Results of the density and parallel static bending of the *Sequoia sempervirens* splywood.

Tratamento	ME (g/cm ³)		MOE// (MPa)		MOR// (MPa)	
	Média	CV (%)	Média	CV (%)	Média	CV (%)
T1	0,415	2,76	3.289 ^a	8,28	29 ^a	17,52
T2	0,419	1,93	3.651 ^a	6,78	24 ^a	20,48
T3	0,394	2,88	3.188 ^a	9,35	26 ^a	19,25
T4	0,414	3,59	3.624 ^a	18,81	28 ^a	9,96

Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si, a 95% de probabilidade. ME: massa específica; MOE//: módulo de elasticidade; MOR//: módulo de ruptura; CV: coeficiente de variação.

Tabela 4. Resultados de massa específica e flexão estática perpendicular dos painéis compensados de *Sequoia sempervirens*.**Table 4.** Results of density and perpendicular static bending of the *Sequoia sempervirens* splywood.

Tratamento	ME (g/cm ³)		MOE [⊥] (MPa)		MOR [⊥] (MPa)	
	Média	CV (%)	Média	CV (%)	Média	CV (%)
T1	0,415	3,26	1.317 ^a	11,17	16 ^a	23,16
T2	0,426	3,36	1.094 ^a	8,98	12 ^a	21,57
T3	0,423	4,82	1.014 ^a	9,73	13 ^a	46,82
T4	0,408	6,98	1.151 ^a	4,11	15 ^a	10,87

Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si, a 95% de probabilidade. ME: massa específica; MOE[⊥]: módulo de elasticidade; MOR[⊥]: módulo de ruptura; CV: coeficiente de variação.

podem ser atribuídas à menor massa específica dos painéis de sequoia, entre 0,394 e 0,419 g/cm³, em relação aos painéis de *Pinus taeda* com massa específica de 0,500 g/cm³. Em relação aos painéis comerciais de *Pinus taeda*, os dados apresentados no catálogo técnico da ABIMCI (2002) são de 6.890 MPa e 38,1 MPa, respectivamente, para o MOE// e MOR//, para painéis de massa específica de 0,53 g/cm³.

3.4. Flexão estática perpendicular

Na Tabela 4, estão apresentados os valores médios de massa específica, módulo de elasticidade (MOE[⊥]) e módulo de ruptura (MOR[⊥]) perpendicular dos painéis compensados de sequoia.

Para estas amostras de painéis, os valores médios de massa específica variaram na faixa de 0,408 a 0,426 g/cm³.

Tanto para o MOE quanto para o MOR perpendicular, não foram constatadas diferenças estatisticamente significativas entre os painéis produzidos com diferentes formulações de batida de cola e gramaturas. Da mesma forma, como nos ensaios de flexão paralelos, em termos de médias absolutas, não se podem constatar correlações diretas sobre os efeitos destes dois parâmetros do processo produtivo nas propriedades dos painéis avaliados, o que indica vantagens econômicas resultantes da redução no consumo de cola.

Os resultados de MOE[⊥] e MOR[⊥] obtidos para os painéis compensados de sequoia foram inferiores em comparação aos painéis comerciais de *Pinus taeda*, cujos valores foram de 2.839 MPa e 25,3 MPa, respectivamente. Essas diferenças podem ser atribuídas à menor massa específica dos painéis de sequoia em relação à massa específica dos painéis comerciais de *Pinus taeda*, de 0,530 g/cm³.

4. CONCLUSÕES

Os resultados de rendimento em laminação obtidos para *Sequoia sempervirens* foram próximos daqueles encontrados pelos outros autores para espécies de pinus e eucaliptos provenientes de plantios florestais.

De uma forma geral, as diferentes formulações de cola e gramaturas não afetaram significativamente as propriedades dos painéis compensados, o que representa um aspecto importante sob o ponto de vista econômico.

A resistência ao cisalhamento e a percentagem de falhas na madeira dos painéis produzidos com a formulação B atenderam aos requisitos mínimos da norma EN 314-2 (1993) para painéis de uso externo.

Os resultados indicam que as lâminas de *Sequoia sempervirens* podem ser utilizadas para compor o miolo de painéis compensados para uso externo, com a possibilidade de colagem de forma associada com lâminas de espécies com maior densidade e resistência mecânica nas capas.

AGRADECIMENTOS

Os autores expressam seus agradecimentos à EPAGRI – Estação Experimental de São Joaquim – SC, pela doação da madeira de *Sequoia sempervirens* utilizada nesta pesquisa.

STATUS DA SUBMISSÃO

Recebido: 24/01/2012

Aceito: 24/01/2013

Publicado: 30/06/2013

AUTOR(ES) PARA CORRESPONDÊNCIA

Setsuo Iwakiri

Departamento de Engenharia e
Tecnologia Florestal – DETF,
Universidade Federal do Paraná – UFPR,
Av. Lothário Meissner, 632, Jardim Botânico,
CEP 23890-000, Curitiba, PR, Brasil
e-mail: setsuo@ufpr.br

Rosilani Trianoski

Departamento de Engenharia e
Tecnologia Florestal – DETF,
Universidade Federal do Paraná – UFPR,
Av. Lothário Meissner, 632, Jardim Botânico,
CEP 23890-000, Curitiba, PR, Brasil
e-mail: rosillani@ufpr.br

REFERÊNCIAS

- Associação Brasileira da Indústria da Madeira Processada Mecanicamente – ABIMCI. *Catálogo técnico de compensados de pinus*. Curitiba; 2002. 20 p.
- Almeida RR, Bortoletto Junior G, Jankoski IP. Produção de lâminas a partir da madeira de clones do híbrido *Eucalyptus grandis x Eucalyptus urophylla*. *ScientiaForestalis* 2004; 65: 49-58.
- Baldwin RF. *Plywood and veneer-based products: manufacturing practices*. San Francisco: Miller Freeman; 1995.
- Bendsten BA. Properties of wood from improved and intensively managed tress. In: *Proceedings of the economics and financial management and timber production technical comitees of the forest products research society*; 1978; Atlanta. Atlanta; 1978. 78 p.
- Bortoletto Junior G. Produção de compensados com 11 espécies do gênero *Eucalyptus*, avaliação das suas propriedades físico-mecânicas e indicações para utilização. *ScientiaForestalis* 2003; 63: 65-78.
- Bortoletto Junior G, Belini UL. Produção de lâminas e manufatura de compensados a partir da madeira de guapuruvu (*Schizolobium parahyba* Blake) proveniente de um plantio misto de espécies nativas. *Cerne* 2002; 8(2): 1-16.
- Cown DJ, Mckiney RB. Wood properties of 38 year-old redwood from Mangatu Forest. *New Zealand Journal of Forestry* 2009; 54(2): 25-32.
- European Committee for Standardization. *EN 310: Plywood – Determination of modulus of elasticity and modulus of rupture in static bending*. EN; 1993.
- European Committee for Standardization. *EN 314-2: Plywood – Determination of shear bonding strength*. EN; 1993.
- Inteteramnense MT. *Utilização das madeiras de Eucalyptus cloeziana (F. Muell), Eucalyptus maculata (Hook) e Eucalyptus punctata DC var. punctata para produção de painéis compensados* [dissertação]. Curitiba: Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná; 1998.
- Iwakiri S, Del Menezzi CHS, Laroca, C, Venson I, Matoski, S.S. Produção de compensados de *Pinus taeda* e *Pinus oocarpa* com resina fenol-formaldeído. *Cerne* 2002; 11(2): 092-097.
- Iwakiri S, Vargas CA, Parchen CFA, Weber, C, Batista CC, Garbe EA et al. Avaliação da qualidade de painéis compensados produzidos com lâminas de madeira de *Schizolobium amazonicum*. *Floresta* 2011; 41(3): 451-458.
- Diel J, Fizzo S. *Estudos de caracterização da Sequoia sempervirens para produção de celulose Kraft*. In: *Anais do 35º Congresso e exposição anual de celulose e papel*; 2002; São Paulo. São Paulo; 2002.
- Marchiori JNC. *Dendrologia das Gimnospermas*. Santa Maria: Editora UFSM; 1996.
- Marra AA. *Technology of wood bonding: principles in practice*. New York: Van Nostrand Reinhold; 1992.
- Pinto JA, Iwakiri S. Estudo sobre a viabilidade do uso da madeira de “*Cryptomeria japonica*” para produção de painéis compensados. *Scientia Forestalis* 2013; 41(97): 29-37.
- Pio NS. *Avaliação da madeira de Eucalyptus scabra (Dum-Cours) e Eucalyptus robusta (Smith) na produção de painéis compensados* [dissertação]. Curitiba: Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná; 1996.
- Sellers T. *Plywood and adhesive technology*. New York: Marcel Dekker; 1993.
- Sloan J, Boe K. *Sequoia sempervirens* (Lamb. Ex D. Don) Endl. In: *Seeds of Woody plants in the United States*; 1974; Schopmeyer, USA. Schopmeyer; 1974.
- Spichinger OA. *Aprovechamiento em el aserrado de sequoia (Sequoia sempervirens (D. DON) Endl.) y clasificación de la madeira obtenida* [dissertação]. Santiago do Chile: Departamento de Ingeniería de La madeira, Universidad de Chile; 2004.