SCIENTIA
FORESTALIS

Avaliação física e mecânica de painéis reconstituídos compostos por partículas de galhos secos de *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze e madeira de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden

Physical and mechanical review of particleboard composed of dry particles of branches of *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze and wood of *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden

Polliana D´Angelo Rios[1], Helena Cristina Vieira[2], Ângela Maria Stupp[3], Daniella Del Castanhel Kniess[3], Marlon Henrique Borba[3] e Alexsandro Bayestorff da Cunha[1]

Resumo

Neste trabalho objetivou-se analisar quimicamente as partículas de galhos secos de *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze e avaliar a resistência físico-mecânica dos painéis reconstituídos produzidos com os mesmos e com a madeira de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden. Foram utilizados galhos secos de *Araucaria angustifolia* provenientes de fazendas localizadas próximas ao Município de Lages, Santa Catarina e madeira de árvores de *Eucalyptus grandis* com 13 anos. Na produção dos painéis com densidade nominal de 0,70 g/cm³ e com dimensões de 40 cm x 40 cm x 1,5 cm de largura, comprimento e espessura, respectivamente, foram utilizadas partículas com umidade inferior a 5%, 12% de adesivo uréia-formaldeído e 1% de parafina. Os parâmetros de prensagem foram 160ºC de temperatura, com tempo de 18 minutos e pressão de 40 kgf/cm², parâmetros estes tradicionalmente utilizados para painéis aglomerados com adesivo uréia formaldeído. Os tratamentos foram compostos por galho secos (1)e *Eucalyptus grandis* (2) nas proporções: 100%(1); 100%(2); 75%(1):25%(2); 50%(1):50%(2) e 25%(1):75%(2). As propriedades físicas analisadas foram: densidade do painel, absorção de água (AA) após 2 e 24 horas e inchamento em espessura (IE) após 2 e 24 horas. Os testes mecânicos realizados foram: módulo de elasticidade à flexão estática (MOE), módulo de ruptura à flexão estática (MOR) e ligação interna (LI). Os painéis produzidos com galhos secos de *Araucaria angustifolia*, de uma maneira geral, indicam a viabilidade técnica para a produção de painéis como fonte não convencional de matéria prima, principalmente considerando as propriedades físicas que atendem aos requisitos exigidos pelas normas de comercialização. Para as propriedades mecânicas, os melhores resultados foram obtidos quando os galhos foram associados à madeira.

Palavras-chave: Araucária, painéis, madeira, eucalipto.

Abstract

The present work aimed to chemically analyze particles dry branches of *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntz, evaluate the physical-mechanical resistence of the agglomerated panels composed by dry branches of *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntz and in association with *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden wood. The dry branches of *Araucaria angustifolia* used in this work proceeded from local farms located near the municipality of Lages - Santa Catarina and the 13-year aged wood from *Eucalyptus grandis* was provided by Klabin S.A. The production of the panels with nominal density of 0,70 g/cm³ and dimensions of 40 cm x 40 cm x 1,5 cm used particles with humidity lower than 5%, 12% urea-formaldehyde bandage and 1% of paraffin. The parameters of pressing temperature was 160 ° C, with time of 18 minutes and pressure of 40 kgf/cm², these parameters traditionally used for particleboard with urea-formaldehyde adhesive. The treatments were composed by dry branches (1) and *Eucalyptus grandis* (2) in the following proportions: 100%(1); 100%(2); 75%(1):25%(2); 50%(1):50%(2) and 25%(1):75%(2). The physical properties analyzed were: panel density, water absorption after 2 and 24 hours e intumenscence in density after 2 and 24 hours. The mechanical tests realised were: elasticity modulus in static bending, modulus of rupture in static bending and internal binding. The panels produced with dry branches of *Araucaria angustifolia,* in general, indicate the technical feasibility for the production of panels as non-conventional source of raw material, specially considering the physical properties that attend the quality required by the norms of commercialization. For the mechanical properties, the best results were obtained when the branches were associated with wood.

Keywords: Araucaria, panels, wood, eucalyptus.

[1]Professor(a) Doutor(a) do Departamento de Tecnologia da Madeira. UDESC - Universidade do Estado de Santa Catarina. Av. Luiz de Camões, 2090, Bairro Conta Dinheiro, Lages, SC. E-mail: polliana.rios@udesc.br; alexsandro.cunha@udesc.br.

[2]Graduando em Engenharia Florestal. UDESC - Universidade do Estado de Santa Catarina. Av. Luiz de Camões, 2090, Bairro Conta Dinheiro, Lages, SC. E-mail: lenacristin@hotmail.com.

[3]Mestranda em Engenharia Florestal. UDESC - Universidade do Estado de Santa Catarina. Av. Luiz de Camões, 2090, Bairro Conta Dinheiro, Lages, SC. E-mail: angela.stupp@hotmail.com, danikniess@hotmail.com, marlonhborba@yahoo.com.br.

INTRODUÇÃO

A *Araucaria angustifolia* é conhecida como pinheiro do paraná, pinheiro brasileiro, pinho, pinho do paraná, pinheiro ou araucária (GURGEL; GURGEL, 1965; REITZ et al.,1979; SHIMIZU; OLIVEIRA, 1981; CARVALHO, 1994; CERVI et al., 2005). No Brasil, sua distribuição ocorre desde o oeste do Estado de Minas Gerais até o Rio Grande do Sul. Porém, as maiores concentrações desta espécie encontram-se nos Estados do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul (MACHADO; SIQUEIRA, 1980; CARVALHO, 1994).

A importância econômica da *Araucaria angustifolia* foi condicionada em torno da produção de madeira serrada e laminada, sendo esses produtos importantes na exportação brasileira pela sua alta qualidade. Era utilizada para construções em geral, fabricação de móveis, laminados, polpa de celulose entre outros (RIZZINI; MORS, 1995). Devido à intensa exploração no passado, atualmente a espécie encontra-se ambientalmente protegida (DANNER et al., 2012) no entanto, o cultivo da *Araucacia angustifolia* com planos de manejo adequados e viabilidade econômica tem sido elaborados, como alternativa para a perpetuação da espécie, contribuindo para estimular a regeneração natural (BRDE, 2005; HESS et al., 2010; SANQUETTA, 2008). Partindo dessa premissa, o manejo florestal da araucária tem sido intensificado nos Estados do Paraná e Santa Catarina. Coordenado pela Embrapa Florestas foi criado um plano de manejo participativo, baseado no "Uso e conservação da araucária na agricultura familiar", com o plantio de milhares de mudas da espécie".

A espécie apresenta potencial florestal não madeireiro, com importância social e econômica com a exploração principalmente de pinhão. Também podem ser aproveitados os resíduos como os galhos secos que são conhecidos popularmente como grimpa ou grinfa. As árvores adultas costumam lançar para o solo galhos secos com muitas acículas pontiagudas (BRAINE et. al., 2011). Devido seu alto poder calorífico e inflamabilidade estes galhos secos atualmente são utilizados como material combustível (BEUTLING, 2013).

O galho seco pode ser utilizado como material lignocelulósico para produção de painéis reconstituídos já que apresenta-se como resíduo das araucárias e podem ser facilmente coletadas (OSTAPIV, 2011). Além de apresentar inúmeras vantagens, como: agregação de valor a um produto antes descartado, menor custo com a secagem do material, visto que o galho seco cai no solo naturalmente, com aproximadamente 11% de umidade.

Para tal, o potencial de utilização dos galhos secos da *Araucaria angustifolia* implica no conhecimento de suas características químicas como material lignocelulósico e sua possível utilização para a produção de painéis reconstituídos. A obtenção de tais informações torna-se indispensável para o seu desenvolvimento tecnológico.

Sendo assim, este trabalho tem como objetivo analisar quantitativamente a constituição química dos galhos secos da *Araucaria angustifolia* e avaliar a resistência físico-mecânica dos painéis reconstituídos compostos por galhos secos de *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze e com a madeira de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden.

MATERIAL E MÉTODOS

Coleta e preparação do material

Para a confecção dos painéis utilizou-se galhos secos de *Araucaria angustifolia* provenientes de floresta nativa, localizadas próximas ao Município de Lages, Santa Catarina e madeira de árvores de *Eucalyptus grandis* com 13 anos, provenientes de floresta plantada (2,0 x 2,0 espaçamento) em Telêmaco Borba, Paraná.

Os indivíduos de *Eucalyptus grandis* foram seccionados em toras de 1,5 metros até a altura comercial e a madeira foi transformada em cavacos em um picador industrial. Tanto os cavacos de madeira, quanto os galhos secos de *Araucaria angustifolia* foram posteriormente triturados em moinho de facas do tipo Willey.

Análise química

Para a padronização das amostras moídas, o material utilizado foi aquele que passou pela peneira de 40 mesh e ficou retido na peneira de 60 mesh. As partículas padronizadas foram mantidas em sala de climatização, com umidade relativa de 60 ± 5% e temperatura de 20 ± 3 °C. Seguindo a norma ABNT (2004), foram determinados o teor de extrativos em: etanol-tolueno (1:2); etanol e água quente, sequencialmente em ordem de polaridade crescente. Ainda, foram determinados os teores de cinzas e lignina. Utilizando as normas TAPPI (1993): T413 om-06 e T222 om-08, respectivamente. O teor de holocelulose foi determinado por diferença dos demais componentes (Holocelulose= 100 - (Extrativos totais + Teor de cinzas +Teor de lignina)).

Delineamento experimental

O delineamento utilizado foi de 5 tratamentos (Tabela 1), com produção de 4 painéis, com densidade nominal de 0,70 g/cm³ e dimensões de 40 cm x 40 cm x 1,5 cm, respectivamente, de largura, comprimento e espessura. Os painéis foram compostos por galho secos (1) e madeira de *E. grandis* (2) nas proporções:100%(1); 100%(2); 75%(1):25%(2); 50%(1):50%(2) e 25%(1):75%(2).

Tabela 1. Composição dos painéis por tratamento.
Table 1. Composition of panels per treatment.

Tratamentos	Composição do Painel
T1	100% Galhos secos de *Araucaria angustifolia*
T2	100% Madeira de *Eucalyptus grandis*
T3	75% Galhos secos e 25% Madeira
T4	50% Galhos secos e 50% Madeira
T5	25% Galhos secos e 75% Madeira

Produção dos painéis

Todas as partículas foram secas em estufa de circulação forçada de ar a temperatura de 100 ± 2°C. Para a produção dos painéis utilizou-se somente partículas com umidade inferior a 5%. Os painéis foram produzidos no Laboratório de Tecnologia da Madeira do Departamento de Engenharia Florestal, na Universidade do Estado de Santa Catarina.

Utilizou-se 12% de adesivo uréia formaldeído e 1% de parafina, com teor de sólidos de 69% e 62%, respectivamente. A aspersão do adesivo e da parafina nas partículas ocorreu em uma encoladora tipo tambor giratório, dotado de um copo graduado e uma pistola a ar comprimido.

A prensagem foi realizada em duas fases distintas. A primeira fase é considerada a pré-prensagem a frio, esta foi realizada em uma prensa hidráulica normal, com o objetivo principal de acomodar as partículas.

A segunda fase é a prensagem a quente, o ciclo de prensagem utilizado foi efetuado em uma prensa hidráulica automática, modelo MA 098. A temperatura de prensagem foi de 160°C, com tempo de 18 minutos e pressão de 40 kgf/cm².

Os painéis foram para a sala de climatização, seguindo a norma da ABNT (2006b), com temperatura de 20 ± 3°C e umidade relativa de 65 ± 5%. Os corpos de prova foram confeccionados de acordo com as normas ASTM (1999).

Testes físicos e mecânicos

As dimensões dos corpos de prova e as normas utilizadas estão representadas na Tabela 2.

Foram realizados os seguintes testes físicos: densidade do painel, absorção de água (AA) após 2 e 24 horas e inchamento em espessura (IE) após 2 e 24 horas. Os testes mecânicos realizados foram: ligação interna, módulo de elasticidade à flexão estática (MOE) e módulo de ruptura à flexão estática (MOR).

Para todas as variáveis foi utilizado o teste de normalidade Shapiro-Wilk e posteriormente foi realizado o Delineamento Inteiramente Casualizado (DIC). As análises estatísticas foram feitas no Sisvar® - Sistema de análise de variância (FERREIRA, 2000), ao nível de 5% de probabilidade para o teste de Scott-Knott.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Caracterização química

Na Tabela 3 estão representados os valores médios obtidos para extrativos em etanol:tolueno, etanol e água, extrativos totais, teor de lignina, teor de cinzas e teor de holocelulose.

O alto valor encontrado para extrativos nos galhos secos nesse trabalho pode influenciar as propriedades físicas e mecânicas dos painéis. De acordo com Cloutier (1998), as espécies com alto teor de extrativos são propensas a estouros do painel, no final do ciclo de prensagem, e podem interferir na cura do adesivo, além de proporcionar uma ligação de baixa resistência entre as partículas. De acordo com Trianoski (2010), a alta quantidade de extrativos também pode interferir nos processos de acabamentos dos painéis, quando se aplica tintas e vernizes a base de água ocasionando manchas no produto final.

Tabela 2. Dimensões dos corpos de prova e normas utilizadas para os testes físico-mecânicos.
Table 2. Dimensions of the specimens and standards used for physical mechanical testing.

Propriedade avaliada	Norma utilizada	Dimensões dos corpos de prova
Densidade	ASTM 1037 (1999)	5 x 5 cm
Absorção de água 2 e 24 horas		15 x 15 cm
Inchamento em espessura 2 e 24 horas		
Ligação interna	ASTM 1037 (1999)	5 x 5 cm
Módulo de elasticidade à flexão estática	DIN 52362 (1982)	25 x 5 cm
Módulo de ruptura à flexão estática		

Tabela 3. Análise química dos galhos secos de *Araucaria angustifolia* e da madeira de *Eucalyptus grandis*.
Table 3. Chemical analysis of the dried branches of *Araucaria angustifolia* and *Eucalyptus grandis*.

Análise Química	Galhos secos			Madeira de *E. grandis*		
Extrativos	**(%)**	**DP**	**CV (%)**	**(%)**	**DP**	**CV (%)**
Etanol-Tolueno (1)	12,57	1,65	13,13	2,36	0,35	14,83
Etanol (2)	1,37	0,38	27,74	1,41	0,35	24,82
Água quente (3)	11,01	1,44	13,08	1,56	0,15	9,62
Extrativos total (1+2+3)	24,95	2,32	9,30	5,33	0,09	1,69
Cinzas	5,13	1,04	20,27	1,05	0,41	39,05
Lignina	47,41	1,99	4,20	26,50	0,95	3,58
Holocelulose	22,51	3,32	14,75	67,12	1,34	2,00

*Onde: %em relação à massa seca, DP: Desvio Padrão; CV: Coeficiente de Variação.

O alto teor de cinzas (5,13%) encontrado, também pode influenciar no pH dos painéis que deve situar-se na faixa de 3 a 6, prejudicando o desenvolvimento de resistência e coesão da linha de cola (IWAKIRI, 2005).

Em contrapartida, o alto teor de lignina apresentado (47,41%) pode contribuir para melhorar a adesão entre as partículas dos painéis, consequentemente resultando em uma melhor colagem (JOSELEAU et al. 2004). Ainda, durante o processo de prensagem para a formação dos painéis em altas temperaturas provem a plastificação da lignina, que atua como elemento aglomerante das partículas lignocelulósicas, melhorando a adesão e, consequentemente a ligação interna dos painéis.

Os resultados encontrados para a madeira de *Eucalyptus grandis* para extrativos em etanol:tolueno, extrativos em etanol e extrativos em água, foram de 2,36%, 1,37%, e 1,56%, respectivamente. Totalizando assim, uma média de 5,29% de extrativos totais. O teor de cinzas foi de 1,05%, de lignina 26,50% e de holocelulose 67,16%.

Estes resultados se assemelham aos obtidos por Silva et al. (2005) ao estudarem a influência da idade e da posição ao longo do tronco na composição química da madeira de *Eucalyptus grandis* e também por Mendes et al. (2013) realizando a análise química da madeira de *Eucalyptus grandis* para a produção de painéis reconstituídos.

Testes físicos

A Tabela 4 apresenta os valores médios da densidade dos painéis, os resultados dos testes de absorção de água e inchamento em espessura após 2 e 24 horas de imersão.

De acordo com os resultados encontrados, a densidade média para os tratamentos foi de 0,694 g/cm³ com intervalo de 0,686 a 0,734 g/cm³. O intervalo da densidade básica entre os painéis está associado ao processo de perda de partículas durante sua confecção, comum de acontecer em escala laboratorial, contudo, estatisticamente para todos os tratamentos avaliados a densidade não diferiu estatisticamente entre si. A densidade do painel para todas as composições estudadas estiveram dentro da faixa indicada pela literatura para painel de média densidade, ou seja, entre 0, 551 e 0,750 g/cm³ (ABNT, 2006a).

Para o teste de absorção em água (AA) em 2 horas os tratamentos não diferiram estatisticamente entre si, exceto para o tratamento 25% galhos: 75% madeira. Para a teste de AA em 24 horas, os tratamentos apresentaram diferença significativa para 100% galhos e 75% galhos:25% madeira e relação aos demais tratamentos, ou seja, utilizando uma maior porcentagem de galhos, mesmo em associação com a madeira, a absorção em água é maior. Portanto, cabe destacar que a norma CS 236-66 (COMMERCIAL STANDARD, 1968) não estipula valo-

Tabela 4. Densidade, testes de absorção de água e inchamento em espessura dos painéis produzidos.
Table 4. Density, water absorption and thickness swelling tests of the panels produced.

Tratamentos	Densidade	AA		IE	
		2 h	24h	2h	24h
100% Galhos de *A. angustifolia*	0,686 a (8,18)	8,91 b (31,23)	38,98 b (38,16)	6,63 c (18,35)	23,62 d (10,7)
100% Madeira de *E. grandis*	0,692 a (4,07)	7,01 b (29,81)	21,04 a (21,61)	3,04 a (24,24)	7,16 a (13,29)
75%Galhos: 25%Madeira	0,705 a (5,96)	7,31 b (28,03)	34,07 b (32,79)	7,08 c (13,69)	22,95 d (13,97)
50%Galhos: 50%Madeira	0,718 a (6,98)	7,18 b (21,31)	24,09 a (19,58)	5,41 b (10,86)	18,26 c (8,09)
25%Galhos: 75% Madeira	0,734 a (5,29)	4,19 a (18,44)	15,90 a (13,89)	3,12 a (18,29)	11,30 b (13,57)

*Onde: Densidade (g/cm³); AA: Absorção de água (%); IE: Inchamento em espessura (%); Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste Scott-Knott a um nível de significância de 5%. Os valores entre parênteses correspondem ao coeficiente de variação.

res para as propriedades AA 2h e AA 24h, contudo os valores apresentados no estudo, mesmo para os tratamentos que absorveram mais água estão abaixo aos resultados obtidos por outros autores. Mendes et al. (2013) obtiveram para painéis aglomerados de *Eucalyptus grandis* com uréia formaldeído valores médio de AA 2 horas de 77,90% e para AA 24 horas de 105,90%. Iwakiri et al. (1996), obtiveram para painéis aglomerados de *Pinus taeda* e *Eucalyptus dunnii*, valores médios de AA 24 horas de 75,04% e 80,05%, respectivamente.

Para o teste de inchamento em espessura (IE) em 2 horas os tratamentos que continham uma maior porcentagem de madeira incharam menos que os demais. Os tratamentos que continham 100% galhos e 75% galhos:25%madeira foram os que apresentaram maiores valores para o teste. Contudo, a norma ABNT (2006b) estabelece valores para IE 2h de 8%, demonstrando resultados satisfatórios para o teste realizado. Praticamente, o mesmo comportamento ocorreu para o IE 24h, onde a norma CS 236-66 (COMMERCIAL STANDARD, 1968) estabelece valor máximo aceitável de 35% para painéis produzidos com adesiva uréia formaldeído. Os resultados de IE 24h obtidos nesta pesquisa foram equivalentes aos valores apresentados na literatura. Naumann et al. (2008) obtiveram para painéis de *Eucalyptus urophylla* e *Schizolobium amazonicum*, valores médios de 16,8% e 17,1%, respectivamente. Mendes et al. (2013) obtiveram valores para os mesmos testes de 26,20%. Guimarães Junior et al. (2013) estudando a produção de painéis aglomerados da madeira de desrama de *Acacia mangium* observou-se que as propriedades físicas dos painéis aglomerados foram superiores as encontradas tradicionalmente no mercado.

Diante dos resultados discutidos para as propriedades físicas, os galhos secos apresentam potencial para produção de painéis reconstituídos, principalmente quando associados a madeira.

Testes mecânicos

Na Tabela 5 são apresentados os valores de módulo de elasticidade (MOE), módulo de ruptura (MOR) e ligação interna (LI) para todos os tratamentos.

O tratamento compostos por 100% madeira e o tratamento composto por 25% galhos:75% madeira possuem maior resistência para o MOE.

Já para os demais tratamentos compostos por 100% galhos, 75% galhos: 25% madeira e 50% galhos: 50% madeira são inferiores aos valores recomentados pela norma CS 236-66 (COMMERCIAL STANDARD, 1968), que estabelece para painéis de média densidade valores mínimos de 2.402,63 MPa.

Costa et al. (2005) ao produzirem painéis aglomerados com resíduos do processamento mecânico da madeira de *Pinus elliottii* encontraram valores de 8470,56 kgf/cm² para MOE. Entretanto, Mendes et al. (2013) encontraram valores mais próximos aos desse trabalho, produzindo painéis de madeira de *Eucalyptus grandis* com valor médio de 2.332,53 MPa.

Para os testes de MOR, praticamente todos os tratamentos diferiram entre si. Apenas os tratamentos 100% galhos e 75% galhos: 25% madeira não atenderam as normas que estabelecem valores para MOR de 10,98 MPa. Para LI os painéis 100% madeira apresentaram resultados superiores aos demais. Os painéis com uma maior porcentagem de galhos não apresentaram resultados satisfatórios quando comparados a norma, que estabelece valores de 0,41 MPa. Tal efeito pode estar relacionado à grande quantidade de extrativos das partículas de galhos interferindo negativamente na adesão das partículas, como mencionado por Cloutier (1998).

Guimarães Junior et al. (2013) encontraram resultados para painéis aglomerados com 100% madeira de *Eucalyptus grandis* superiores aos exigidos pela norma para todas as propriedades mecânicas analisadas nesses trabalho. Contudo, quando os mesmos autores, nas mesmas condi-

Tabela 5. Valores encontrados para os testes de módulo de ruptura à flexão estática, módulo de elasticidade à flexão estática e ligação interna.
Table 5. Values for the tests of bending rupture, modulus of elasticity and static modulus internal linking.

Tratamentos	MOE (MPa)	MOR (MPa)	LI (MPa)
100% Galhos de *A. angustifolia*	1.047,89 c (32,33)	5,83 d (34,49)	0,16 d (20,92)
100% Madeira de *E. grandis*	2.516,02 a (20,90)	15,40 b (19,01)	0,54 a (23,96)
75%Galhos: 25%Madeira	1.270,94 c (33,58)	6,75 d (36,66)	0,11 d (24,27)
50%Galhos: 50%Madeira	1.751,88 b (30,05)	10,13 c (26,68)	0,25 c (20,40)
25%Galhos: 75% Madeira	2.760,03 a (21,39)	18,28 a (20,04)	0,45 b (13,09)
*CS (1968)	2.402,63	10,98	0,41

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste Scott-Knott a um nível de significância de 5%. Os valores entre parênteses correspondem ao coeficiente de variação. *CS – Representa o valor mínimo exigido pela norma Commercial standard (1968).

ções, utilizaram galhos de *Acacia mangium* (desrama) encontraram valores superiores apenas para MOR e Ligação Interna.

Para os testes mecânicos os painéis produzidos com galhos não apresentaram bons resultados em relação aos produzidos apenas por madeira e em associação com a madeira.

CONCLUSÕES

A constituição química dos galhos secos de *Araucaria angustifolia*, de maneira geral, apresentou elevado teor de extrativos para a produção dos painéis, porém, o elevado teor de lignina encontrado pode contribuir com a adesão das partículas.

Os galhos secos de *Araucaria angustifolia* podem ser utilizados como fonte não convencional de matéria prima para a produção de painéis aglomerados, principalmente considerando as propriedades físicas que atendem aos requisitos exigidos pelas normas de comercialização. Para as propriedades mecânicas, os melhores resultados foram obtidos quando os galhos foram associados à madeira.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14660:** Madeira – Amostragem e preparação para análise. Rio de Janeiro, 2004.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14810:** Chapas de madeira aglomerada - parte 1: Terminologia. Rio de Janeiro, 2006a.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14810:** Chapas de madeira aglomerada - parte 2: Requisitos. Rio de Janeiro, 2006b.

ASTM - AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIAL. **D 1037**: Standard methods of evaluating the properties of wood-base fiber and particle panel materials. Philadelphia, 1999.

BEUTLING, A. **Caracterização para modelagem de material combustível superficial em reflorestamentos de *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze**. 2013. 112 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2013.

BRAINE, J. W.; AGUIAR, A. C.; BREDNARZUK, M. H.; WACHOWICZ, C. M. Germinação de sementes de alface na presença de acículas de *Araucaria angustifolia* (Araucariaceae). **Estudos de Biologia**, Curitiba, v. 32/33, n. 76/81, p. 67-72, 2011.

BRDE – BANCO REGIONAL DE DESENVOLVIMENTO DO EXTREMO SUL, SC. **Cultivo da *Araucaria angustifolia*:** viabilidade econômico-financeira e alternativas de incentivo. Florianópolis, 2005, 53 p.

CARVALHO, P. E. R. **Espécies florestais brasileiras:** recomendações silviculturais, potencialidades e uso da madeira. Colombo: EMBRAPA – CNPF; Brasília: EMBRAPA – SPI, 1994. 640 p

CERVI, A. C.; PACIORNIK, E. F.; VIEIRA, R. F.; MARQUES, L. C. Espécies vegetais de um remanescente de floresta de araucária (Curitiba, Brasil): Estudo preliminar I. **Acta Biológica Paranaense,** Curitiba, v. 18, p. 73-114, 2005.

CLOUTIER, A. Oriented strandboard (OSB): raw material, manufacturing process, properties and uses. In: INTERNATIONAL SEMINAR ON SOLID WOOD, 1., 1998, Belo Horizonte. **Proceedings…** Viçosa: SIF/UFV, 1998. p. 173-185.

CS - COMMERCIAL STANDARD. **CS 236-66**: Mat formed wood particleboard. 1968.

DACOSTA, L. P. E.; HASELEIN, C. R.; SANTINI, E. J.; SCHNEIDER, P. R.; CALEGARI, L. Qualidade das chapas de partículas aglomeradas fabricadas com resíduos do processamento mecânico da madeira de *Pinus elliottii* (Engelm.). **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 15, n. 3, p. 311-322, 2005.

DANNER, M. A.; ZANETTE, F.; RIBEIRO, J. Z. O cultivo da araucária para produção de pinhões como ferramenta para a conservação. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, v. 32, n. 72, p. 441, 2012.

DIN - DEUTSCHES INSTITUT FUR NORMUNG. **DIN 52362** - Testing of wood chipboards, bending test, determination of bending strength. Berlin, 1982. 40 p.

FERREIRA, D. F. **SisVar®**: Sistema de análise de variância para dados balanceados, Versão 4.0. Lavras: DEX/UFLA, 2000. (Software estatístico).

GUIMARÃES JUNIOR; J. B. G.; ARAÚJO, B. L. M.; LOPES, O. P.; MENDES, R. F.; MENDES, L. M. Produção de painéis aglomerados da madeira de desrama de *Acacia mangium*. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, v. 33, n. 76, p. 389-393, 2013.

GURGEL, J. T. A.; GURGEL FILHO, O. A. Evidências de raças geográficas no pinheiro-brasileiro, *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze. **Ciência e Cultura**, São Paulo, v. 17, n. 1, p. 33-39, 1965.

HESS, A. F.; CALGAROTTO, A. R.; PINHEIRO, R.; WANGINIAK, T. C. R. Proposta de manejo de *Araucaria angustifolia* utilizando o quociente de Liocourt e análise de incremento, em propriedade rural no Município de Lages, SC. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, v. 30, n. 64, p. 337-345, 2010.

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

IWAKIRI, S.; LATORRACA, J. V. F.; SILVA, D. A.; GABARDO, J. L.; KLITZKE, R. J.; FOFANO JR., A.; FABROWSKI, F.; INTERAMENSE, M. T. Produção de chapas de partículas de Madeira aglomerada de *Pinus elliottii* (Engelm) e *Eucalyptus dunnii* (Maid). **Revista do Setor de Ciências Agrárias**, Curitiba, v. 15, n. 1, p. 33-41, 1996.

JOSELEAU, J. P.; IMAI, T.; KURODA, K.; RUEL, K. Detection in situ and characterization of lignin in the G-layer of tension wood fibres of Populus deltoids. **Planta**, Berlin, v. 219, n. 2, p. 338-345, 2004.

MACHADO, S. A.; SIQUEIRA, J. D. P. **Distribuição Natural de *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. KTZE .** Curitiba: FUPEF, 1980. 9 p.

MENDES, R. F.; BALEEIRO, N. S.; MENDES, L. M.; SCATOLINO, M. V.; OLIVEIRA, S. L.; PROTÁSIO, T. P. Propriedades físico-mecânicas de painéis aglomerados produzidos com a madeira de *Eucalyptus grandis* em diferentes posições radiais. **Scientia Forestalis,** Piracicaba, v. 41, n. 99, p. 417-423, 2013.

NAUMANN, R. B.; VITAL, B. R.; CARNEIRO, A. C. O.; DELLA LUCIA, R. M.; SILVA, J. C.; CARVALHO, A. M. M. L.; COLLI, A. Propriedades de chapas fabricadas com partículas de madeira de *Eucalyptus urophylla* S.T.Blake e *Schizolobium amazonicum* Herb. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 32, n. 6, p. 1143-1150, 2008.

OSTAPIV, F. **Resistência mecânica do material compósito: madeira de eucalipto lâmina de bambu**. 2011. 148 p. Tese (Doutorado em Engenharia Mecânica na área de Materiais) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá, Guaratinguetá, 2011.

REITZ, R.; KLEIN, R. M.; REIS, A. **Madeiras do Brasil**: Santa Catarina. Florianópolis: Editora Lunardelli, 1979. 320 p.

RIZZINI, C. T.; MORS, W. B. **Botânica econômica brasileira.** 2.ed., Rio de Janeiro: Âmbito cultural, 1995. 248 p.

SANQUETTA, C. R. **Manual para instalação e medição de parcelas permanentes nos Biomas Mata Atlântica e Pampa.** Curitiba: Funpar, 2008. 43 p.

SHIMIZU, J. Y.; OLIVEIRA, Y. M. M. **Distribuição da variação e usos de recursos**: genética de araucária no Sul do Brasil. Curitiba, 1981, 9 p. (EMBRAPA-URFCS, Documento, 4)

SILVA, J. L.; MATOS, J. T. D. M., OLIVEIRA, W. V. S. Influência da idade e da posição ao longo do tronco na composição química da madeira de *Eucalyptus grandis* Hill ex. Maiden. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 29, n. 3, p. 455-460, 2005.

TAPPI - TECHNICAL ASSOCIATION OF THE PULP AND PAPER INDUSTRY. **TAPPI 413**: Ash in wood, pulp, paper and paperboard: combustion at 900°C, Test Method. Atlanta Tappi Press, 1993. 4 p.

TRIANOSKI, R. **Avaliação do potencial de espécies florestais alternativas, de rápido crescimento, para produção de painéis de madeira aglomerada.** 2010. 260 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2010.

Recebido em 28/02/2014
Aceito para publicação em 17/03/2015