

RESISTÊNCIA AO ARRANQUE DE PARAFUSOS DE PAINÉIS AGLOMERADOS PRODUZIDOS COM BAGAÇO DE CANA-DE-AÇÚCAR

Flávia Maria Silva Brito¹; Geraldo Bortoletto Júnior¹; Ivaldo Pontes Jankowsky¹

¹ Departamento de Ciências Florestais, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” - ESALQ, Universidade de São Paulo (USP), Piracicaba/SP, Brasil.

* e-mail do autor correspondente: gjunior@usp.br

Resumo: O presente trabalho teve por objetivo avaliar a resistência ao arranque de parafusos de painéis aglomerados produzidos com partículas de bagaço de cana. Partículas de duas granulometrias (0,50 e 0,85 mm), com pré-tratamento (tratadas em água a 70 °C por duas horas) e sem pré-tratamento foram empregadas na produção dos painéis, cuja densidade nominal foi de 0,65g/cm³. Os parâmetros do ciclo da prensa foram 35 kgf/cm² de pressão, temperatura de 180 °C e 10 min de prensagem. Os testes mecânicos dos painéis obtidos foram realizados e seus resultados avaliados de acordo com os requisitos da norma NBR 14810 (ABNT, 2006 e 2013). Os resultados demonstraram que não houve influência dos fatores granulometria e pré-tratamento de partículas sobre a resistência dos painéis ao arranque de parafusos (superfície e topo), cujos valores médios não atendem aos requisitos mínimos da norma referida, para uso não-estrutural e interno em condições secas (painéis tipo P2).

Palavras-chave: Materiais alternativos; Granulometria; Tratamento de partículas; Painéis tipo P2.

SCREW WITHDRAWAL RESISTANCE OF PARTICLE BOARD PRODUCED FROM SUGARCANE BAGASSE

Abstract: This work aimed to evaluate the screw withdrawal resistance of particle board produced with sugarcane bagasse particles. Particles of two granulometries (0.50 and 0.85 mm), with pre-treatment (treated in water at 70°C for two hours) and without pre-treatment were used in the production of the panels, whose nominal density was 0.65 g/cm³. The press cycle parameters were: 35 kgf/cm² of pressure, temperature of 180°C and 10 min of pressing. The mechanical tests of the panels obtained were carried out and their results were evaluated according to the requirements of the NBR 14810 standard (ABNT, 2006 and 2013). The results showed that there was no influence of the factors granulometry and particle pre-treatment on the strength of the panels to the screws withdrawal (surface and top), whose average values don't meet the minimum requirements of the referred standard, for use non-structural and internal in dry conditions (P2 type panels).

Keywords: Alternatives materials; Granulometry; Particle treatment; P2 type panels.

1. INTRODUÇÃO

Os painéis aglomerados são produzidos com partículas de madeira ou de outros materiais lignocelulósicos misturados com adesivo e conformados por meio de prensagem a quente [1], os quais são amplamente utilizados na fabricação de móveis, decoração de interiores [2] e na construção civil[3].

No Brasil, os painéis aglomerados são produzidos com madeiras dos gêneros *Pinus* e *Eucalyptus* [4]. No entanto, o avanço do setor de painéis resultou em um aumento na demanda por matéria-prima para fabricação desses produtos, impulsionando as pesquisas que buscam por fontes alternativas. Nesse contexto, o bagaço de cana, um resíduo lignocelulósico derivado do processamento industrial da cana-de-açúcar, cuja cultura é abundante no País, vêm surgindo como uma possível alternativa de matéria-prima.

Nesse sentido, painéis aglomerados produzidos experimentalmente com partículas de bagaço de cana, associados ou não a outros materiais, têm demonstrado resultados promissores nas pesquisas conduzidas por [5; 6; 7; 8; e 9].

É de consenso entre os pesquisadores que a qualidade final do painel depende em parte da matéria-prima utilizada, pois, esta influencia as propriedades tecnológicas resultantes do produto. Dentre estas, destaca-se a resistência ao arranque de parafusos pela sua importância, por exemplo, quando se trata da ligação entre peças na fabricação de móveis. Desta forma, o presente trabalho teve por objetivo avaliar a resistência ao arrancamento de parafuso de painéis aglomerados produzidos com partículas de bagaço de cana em duas granulometrias (0,50 e 0,85 mm), com pré-tratamento (tratadas em água a 70 °C por duas horas) e sem pré-tratamento.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Resíduos de moagem da cana-de-açúcar (bagaço), isentos de sinais de deterioração e com coloração uniforme, foram coletadas do pátio de uma usina de açúcar localizada na cidade de Santa Bárbara D'Oeste - SP, seguindo a metodologia descrita por [9]. Após a coleta, o material foi transportado para o pátio do Laboratório de Laminação e Painéis de Madeira da ESALQ/USP, onde o bagaço foi exposto ao ar livre para secagem natural, permanecendo assim até atingir umidade próxima de 18% e, em seguida, seco em estufa (70°C, por três horas), até umidade média de 10%.

A metodologia utilizada para obtenção das partículas de bagaço de cana (granulometria de 0,50 e 0,85mm), pré-tratamento das mesmas (tratadas em água a 70°C por duas horas e não tratadas) e sua utilização na produção de painéis aglomerados colados com resina à base de ureia-formaldeído (10% de sólidos resinosos), acrescentando-se catalisador (5% de sólidos) e parafina (1% de sólidos), encontra-se descrita com detalhes no trabalho de [9].

Para a análise do experimento, adotou-se o delineamento inteiramente casualizado, com arranjo fatorial do tipo 2 x 2 para os tratamentos, cada um com três repetições, resultando em doze painéis produzidos com densidade e espessura nominais de 0,65 g/cm³ e 15,7 mm. Foram analisados 2 fatores, cada um em 2 níveis: granulometria das partículas de bagaço (0,85 mm e 0,50 mm) e pré-tratamento das partículas (tratadas em água quente e não tratadas). Para avaliar os resultados dos tratamentos foi efetuada uma análise de variância conduzida ao nível de 5% de probabilidade de erro.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores médios de arrancamento de parafusos dos painéis aglomerados encontram-se na Tabela 1.

Tabela 1: Valores médios de resistência ao arrancamento de parafusos de superfície (APS) e de topo (APT) dos painéis aglomerados de bagaço

Tratamentos	APS (N)	APT (N)
T1	620 a	366 a
T2	642 a	337 a
T3	602 a	407 a
T4	513 a	333 a
Média Geral	594	361
CV (%)	16	10

T1: Partículas com granulometria 0,50mm, sem pré-tratamento; T2: Partículas com granulometria 0,50mm, tratadas em água quente; T3: Partículas com granulometria 0,85mm, sem pré-tratamento; T4: Partículas com granulometria 0,85mm, tratadas em água quente. Médias seguidas de mesma letra, nas colunas, não diferem estatisticamente ($\alpha=0,05$). CV: Coeficiente de variação

Por meio da análise de variância efetuada, verificou-se que não houve diferença estatisticamente significativa de resistência ao arranque de parafusos de superfície (APS) e topo (APT) dos painéis entre os tratamentos. Este resultado indica que não houve influência dos fatores analisados (granulometria e tratamento de partículas), tanto de forma isolada quanto interativamente, sobre as propriedades avaliadas.

Os valores médios de APS mostraram-se mais elevados que os obtidos para o APT (Tabela 1). Segundo [10], o APS tende a apresentar maiores valores de resistência em função do gradiente de densidade do painel ao longo da espessura, formado durante a etapa da prensagem. [11] esclarecem que valores mais elevados para o APS se devem ao fato de que neste caso o parafuso traspassa toda a espessura do painel e, no caso do APT, o parafuso é inserido apenas na camada central, região na qual a densidade do painel é inferior em relação à densidade das camadas das faces e, então, oferece menor resistência ao arranque.

[12] avaliaram a qualidade de painéis manufacturados nas mesmas condições citadas no presente trabalho, porém, misturaram as duas granulometrias (0,50 e 0,85 mm) e utilizaram diferentes proporções de partículas de bagaço de cana e de bambu (*Dendrocalamus asper*) para produção de painéis aglomerados. Para os painéis constituídos por 100% de partículas de bagaço de cana (granulometrias de 0,5 e 0,85 mm misturadas), os autores obtiveram valores superiores aos obtidos no presente trabalho, sendo 820 N para o APS e 483 N para o APT, cujo resultado pode ser justificado pela melhor distribuição das partículas de granulometrias diferentes, ocupando de modo mais efetivo os espaços vazios na estrutura dos painéis. Isso pode indicar ser mais vantajoso utilizar a mistura das duas granulometrias na manufatura dos painéis, ao invés do uso isolado.

[11] avaliaram o efeito de quatro classes granulométricas ($< 0,5$ e $\geq 0,420$ mm; $< 0,420$ e $\geq 0,297$ mm; $< 0,297$ e $\geq 0,250$ mm; $< 0,250$ e $\geq 0,210$ mm) de partículas de bambu (*Dendrocalamus asper*), em diferentes proporções de mistura, sobre as propriedades dos painéis aglomerados. Os autores concluíram que a granulometria das partículas empregada nas composições dos painéis não teve efeito estatisticamente significativo sobre a resistência ao arranque de parafusos (APS e APT). Contudo, observaram que houve uma ligeira tendência de redução dos valores de ambas as propriedades à medida que aumentou a proporção de partículas de menor granulometria nos painéis.

A norma [13], atual, não define valores mínimos de resistência ao arranque de parafusos e trata tal propriedade como suplementar, ou seja, específica para certas aplicações, e apenas sugere que o fabricante de painéis deve fornecer este tipo de informação caso for requerida por eventual parte interessada.

Já a norma [14] estipulava valores mínimos de resistência ao arranque de parafusos iguais a 1.020 N (APS) e 800 N (APT), para painéis de uso não-estrutural e interno em condições secas (tipo P2). Apenas como referência, é possível observar através dos dados da Tabela 1 que os painéis de todos os tratamentos não atenderiam tais exigências, considerando ambas as propriedades avaliadas. De fato, os valores de resistência ao arranque de parafusos (superfície e topo) de todos os painéis foram baixos e esses resultados, além da granulometria das partículas, podem estar relacionados com o teor de adesivo aplicado, o qual teria sido insuficiente para recobrir toda a área superficial específica das partículas de bagaço de cana, cuja densidade ($0,12 \text{ g/cm}^3$) é baixa, conforme dados da [15].

O bagaço de cana é constituído basicamente de celulose, hemicelulose e lignina, e adicionalmente, extrativos, os quais podem ser removidos com diferentes solventes. Ainda que o pré-tratamento das partículas de bagaço em água quente possa ter removido parte dos extrativos

presentes, isso não resultou em favorecimento significativo da resistência ao arranque de parafusos, ou seja, em última análise, não resultou em melhoria da ligação colada entre as partículas.

4. CONCLUSÕES

Os resultados obtidos indicam que não houve influência da granulometria e do pré-tratamento das partículas de bagaço de cana em água quente sobre a resistência ao arrancamento de parafusos da superfície e topo dos painéis, cujos valores médios não atendem aos requisitos mínimos da norma de referência, para uso não-estrutural e interno em condições secas (painéis tipo P2);

O aumento do teor de adesivo, aplicado às partículas para manufatura dos painéis, constitui um fator a ser testado visando a melhoria dos valores destas propriedades que foram avaliadas.

5. REFERÊNCIAS

- [1] Suwan, A; Sukhawipat, N; Uthaipan, N; Saetung, A; Saetng, N. Some properties of experimental particleboard manufactured from waste bamboo using modified recycled palm oil as adhesive. *Prog Org Coat* 149:e.105899, 2020.
- [2] Owodunni, A.A, Lamaming J, Hashim R, Taiwo O.F.A., Hussin M.H, Mohamad K.M.H., Hiziroglu, S. Adhesive application on particleboard from natural fibers: a review. *Polym Compos* 41:4448–4460, 2020.
- [3] Tascioglu, C; Umemura, K; Yoshimura, T. Seventh-year durability evaluation of zinc borate incorporated wood-plastic composites and particleboard. *Compos B Eng* 137:123–128, 2018.
- [4] Sozim, P.C.L.; Napoli, L.M.; Ferro, F.S.; Mustefaga, E.C.; Hillig, E. Propriedades de painéis aglomerados produzidos com madeiras de *Ligustrum lucidum* e *Pinus taeda*. *Pesquisa Florestal Brasileira*, v. 39, e201801696, 2019.
- [5] Silva, M.R.; Pinheiro, R.V.; Christoforo, A.L.; Panzerad, T.H.; Lahr, F.A.R. Hybrid sandwich particleboard made with sugarcane, *Pinus taeda* thermally treated and malva fibre from Amazon. *Materials Research*, v. 21, n. 1, e20170724, 2018. <https://doi.org/10.1590/1980-5373-mr-2017-0724>.
- [6] Brito, F.M.S.; Bortoletto Júnior, G. Thermal modification of sugarcane waste and bamboo particles for the manufacture of particleboards. *Revista Árvore*, v. 43, n. 1, e430112, 2019.
- [7] Buzo, A.L.S.C.; Sugahara, E.S.; Silva, S.A.M.; Morales, E.A.M.; Azambuja, M.A. Painéis de pinus e bagaço de cana empregando-se dois adesivos para uso na construção civil. *Ambiente Construído*, v. 19, n. 4, p. 183-193, 2019.
- [8] Nakanishi, E.Y.; Cabral, M.R.; Fiorelli, J.; Santos, V.; Christoforo, A. L.; Savastano Junior, H. Study of the production process of 3-layer sugarcane-bamboo-based particleboards, *Construction and Building Materials*, v. 183, p. 618 – 625, 2018.
- [9] Brito, F.M.S., Bortoletto Júnior, G. Surdi, P.G. Properties of particleboards made from sugarcane bagasse particles. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, v.16, n.1, e8783, 2021.
- [10] Surdi, P.G. Aproveitamento de resíduos do processamento mecânico de madeiras amazônicas para a produção de painéis aglomerados de alta densificação. 2015. 200 p. Tese (Doutorado em Ciências) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2015.
- [11] Bazzetto, J.T.L; Bortoletto Júnior, G. Effect of particle size on bamboo particle board properties. *Floresta e Ambiente*, 26(2): e20170125, 2019.



- [12] Brito, F.M.S., Bortoletto Junior, G., Paes, J.B., Belini, U.L. Tomazello Filho, M. Technological characterization of particleboards made with sugarcane bagasse and bamboo culm particles. *Construction and Building materials*. V. 262, e 120501, 2020.
- [13] ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 14810: Chapas de madeira aglomerada. Parte 2: Requisitos e métodos de ensaio. Rio de Janeiro: ABNT; 2013.
- [14] ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 14810: Chapas de madeira aglomerada. Parte 2: Requisitos. Rio de Janeiro: ABNT; 2006.
- [15] PETROBRÁS. Dados Técnicos de Biomassas. Rio de Janeiro: PETROBRÁS. Depto. Industrial, Divisão de Fontes Energéticas Alternativas, n. 29, 65p, 1982.