

**PROPRIEDADES FÍSICAS E MECÂNICAS DE PAINÉIS DE PARTÍCULAS DE BAIXA DENSIDADE DE *Pinus spp* E CASCAS DE *Aracucaria angustifolia* COLADOS COM RESINA POLIURETANA A BASE DE MAMONA**

Marine Alves Antonello, Alexsandro Bayestorff da Cunha, Marcelo Callegari Scipioni

No Brasil, os painéis aglomerados são compostos por partículas de *Pinus spp* e/ou *Eucalyptus spp*, resina ureia formaldeído e emulsão de parafina. O uso destes gêneros por outras indústrias tem elevado o valor da madeira, assim, pesquisas com materiais alternativos para compor o *mix* com as espécies tradicionais vem sendo desenvolvidas. Ao mesmo tempo, o uso de adesivos à base de formaldeído tem provocado discussões em função da sua toxicidade. O objetivo do estudo foi avaliar as propriedades físico mecânicas de painéis de partículas de baixa densidade de *Pinus spp* e cascas de *A. angustifolia* colados com resina poliuretana a base de mamona.

As partículas de *Pinus spp* foram retiradas do processo de uma empresa de painéis e as cascas de *A. angustifolia* de árvores com mais de 350 anos após queda em decorrência de tempestade. Tanto as partículas, quanto as cascas, foram processadas em moinho e classificadas em peneiras com malha 12 e 4 mesh, respectivamente. A resina poliuretana, AG 1315 da Imperveg, era composta por um pré-polímero e um polioli, que foram aplicados na proporção de 1:1,5. O plano experimental foi composto por cinco tratamentos com diferentes porcentagens de partículas de *Pinus spp* (P) e casca de *A. angustifolia* (A): 100P (T1), 75P:25A (T2), 50P:50A (T3), 25P:75A (T4) e 100A (T5). Foram produzidos painéis com densidade de 600 kg/m<sup>3</sup>, 12% de resina e ciclo de prensagem com 100°C, 35 kgf.cm<sup>-2</sup> por 10 minutos. A determinação das propriedades dos painéis foi baseada na ASTM D1037(2012), com exceção da razão e compactação, que foi determinada pela relação entre a densidade dos painéis e das partículas (380 kg.m<sup>-3</sup> para o *Pinus spp* e 410 kg.m<sup>-3</sup> para a casca de *A. angustifolia*). Os resultados foram analisados pela estatística paramétrica, aplicando à Análise de Variância e, quando necessário, o teste de Scott-Knott (95%). Paralelamente, os valores médios foram comparados com os limites da ANSI A208.1 (2016) que especifica parâmetros para painéis de baixa densidade, com exceção do inchamento em espessura, que foram comparados com a NBR 14810 (2018).

Como resultados das propriedades físicas (Tabela 1), observa-se que os valores de densidade não foram homogêneos entre os tratamentos e não atingiram a nominal, o que pode ser atribuído a dificuldade de controle das variáveis de processo no laboratório, a expansão lateral do colchão durante a prensagem e ao *springback*. Segundo a norma, os painéis de todos os tratamentos podem ser classificados como de baixa densidade (LD – *Low density*), tendo em vista que os valores médios ficaram abaixo de 640 kg.m<sup>-3</sup>. Para razão de compactação, os valores obtidos ficaram acima de 1,3, o que tende a proporcionar propriedades de resistência e rigidez satisfatórias. O teor de umidade dos painéis variou de 9,41 a 11,12%, aumentando de forma significativa com o aumento de partículas da casca da *A. angustifolia*, no entanto, ficaram acima do limite máximo da norma, que é de 10% no momento em que os painéis forem encaminhados para o comprador. Para inchamento em espessura, evidencia-se resultados positivos com a resina poliuretana, tendo em vista que os painéis de todos os tratamentos ficaram abaixo de 22%; observa-se também que o aumento da proporção de casca, resultaram menores porcentagens de inchamento em espessura.

**Tabela 1.** Propriedades físicas e estabilidade dimensional dos painéis.

| Tratamento                         | Densidade    | Razão de Compactação | Teor de umidade (%) | Inchamento espessura (%) |
|------------------------------------|--------------|----------------------|---------------------|--------------------------|
| T <sup>1</sup> 100P-0A             | 528 c (4,18) | 1,39 c (4,18)        | 9,41 a (1,07)       | 13,78 b (8,65)           |
| T <sup>2</sup> 75P-25A             | 533 c (6,19) | 1,37 c (6,19)        | 9,89 a (1,56)       | 14,58 b (7,21)           |
| T <sup>3</sup> 50P-50 <sup>a</sup> | 572 b (6,27) | 1,45 b (6,27)        | 10,19 b (0,99)      | 17,64 c (5,22)           |
| T <sup>4</sup> 25P-75 <sup>a</sup> | 614 a (3,81) | 1,52 a (3,81)        | 10,69 c (1,26)      | 13,99 b (14,15)          |
| T <sup>5</sup> 0P-100 <sup>a</sup> | 612 a (7,22) | 1,61 a (7,22)        | 11,12 d (0,78)      | 10,71 a (34,90)          |

Legenda: P: *Pinus spp*; A: *Araucaria angustifolia*; siglas sobrescritas: número do tratamento; valores subscritos e entre parênteses: coeficiente de variação (%); médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si.

Para módulo de ruptura (MOR) e elasticidade (MOE), tabela 2, os melhores tratamentos foram compostos por painéis com maior quantidade de *Pinus spp*, o que pode ser decorrente das maiores dimensões destas partículas, no entanto, somente os painéis do tratamento T<sup>5</sup> não atingiram os limites mínimos de 2,8 MPa pra MOR e 500 MPa para MOE. Na tração perpendicular, os valores médios foram equivalentes e superiores ao mínimo da ANSI A208.1 (2016) que é de 0,10 MPa para a classe LD1 e 0,14 para a LD2, No arrancamento do parafuso, apesar dos valores superiores dos tratamentos com maior quantidade de *Pinus spp*, os painéis de todos os tratamentos atingiram ao estabelecido pela norma que é de 360 N para a LD1 e 520 N para a LD2, ambos para arrancamento de face; exceção feita ao tratamento T<sup>5</sup> na classe LD2.

**Tabela 2 . Propriedades de resistência e rigidez.**

| Tratamento             | Flexão estática (MPa) |                  | TP<br>MPa      | Arrancamento de parafuso (N) |                  |
|------------------------|-----------------------|------------------|----------------|------------------------------|------------------|
|                        | MOR                   | MOE              |                | Topo                         | Fa               |
| T <sup>1</sup> 100P-0A | 4,41 a (24,29)        | 1052,04 a (9,48) | 0,26 a (9,65)  | 674,29 a (20,88)             | 832,43 a (19,80) |
| T <sup>2</sup> 75P-25A | 4,33 a (16,40)        | 909,60 b (3,92)  | 0,23 a (7,87)  | 738,14 a (17,67)             | 772,29 a (9,59)  |
| T <sup>3</sup> 50P-50A | 3,57 b (17,97)        | 779,85 c (14,60) | 0,27 a (14,76) | 565,29 a (19,18)             | 665,86 b (17,24) |
| T <sup>4</sup> 25P-75A | 3,03 b (9,31)         | 621,90 d (2,53)  | 0,30 a (17,46) | 646,14 b (17,27)             | 591,43 b (18,81) |
| T <sup>5</sup> 0P-100A | 1,55 c (30,87)        | 408,48 e (16,88) | 0,27 a (13,12) | 440,57 b (29,40)             | 490,14 c (18,44) |

Legenda: P: *Pinus spp*; A: *Araucaria angustifolia*; MOR: módulo de ruptura; MOE: módulo de elasticidade; TP: Tração perpendicular. siglas sobrescrita: número do tratamento; valores subscritos e entre parênteses: coeficiente de variação (%); médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si.

Diante dos resultados obtidos, conclui-se que os painéis de partículas de baixa densidade com partículas de casca de *A. angustifolia* apresentam potencial de utilização quando em *mix* com *Pinus spp* e quando colados com resina poliuretana de origem vegetal. Ressalta-se que o teor de umidade dos painéis deve ser ajustado no processo para enquadramento em norma.

**Palavras-chave:** Resíduo florestal; adesivo sustentável; propriedades tecnológicas.

---

**DADOS CADASTRAIS**

---

**BOLSISTA:** Marine Alves Antonello

**MODALIDADE DE BOLSA:** PROBIC/UDESC

**VIGÊNCIA:** 12/2024 a 8/2025 – Total :9 meses

**ORIENTADOR(A):** Alexsandro Bayestorff da Cunha

**CENTRO DE ENSINO:** CAV

**DEPARTAMENTO:** Engenharia Florestal

**ÁREAS DE CONHECIMENTO:** Ciências agrárias/ Recursos Florestais e Engenharia Florestal

**TÍTULO DO PROJETO DE PESQUISA:** Emprego de redutores da emissão de formaldeído na produção de painéis de fibras de média densidade (MDP)

**Nº PROTOCOLO DO PROJETO DE PESQUISA:** NPP3792-2021