

RAZÕES MOLARES NÃO CONVENCIONAIS DE ADESIVO URÉIA FORMALDEÍDO NA PRODUÇÃO DE PAINÉIS DE FIBRAS DE MÉDIA DENSIDADE - MDF¹

Gustavo Nunes Teles², Aleksandro Bayestorff da Cunha³, Martha Andreia Brand⁴, Polliana D'Angelo Rios⁴, Rodrigo Figueiredo Terezo⁴, Camila Alves Corrêa⁵

¹ Vinculado ao projeto “Emprego de redutores da emissão de formaldeído na produção de painéis de fibras de média densidade (MDF)”

² Acadêmico do Curso de Engenharia Florestal – CAV – Bolsista PROBIC/UDESC

³ Orientador, Departamento de Engenharia Florestal – CAV – alexsandro.cunha@udesc.br

⁴ Professor pesquisador - Departamento de Engenharia Florestal - CAV

⁵ Mestranda em Engenharia Florestal – CAV

Os adesivos a base da resina ureia formaldeído são os mais utilizados na produção de painéis de fibras, em função de apresentarem vantagens como baixo custo e alta reatividade. No entanto, a aplicação deste adesivo tem como desvantagem a emissão de formaldeído, que pode ocorrer desde o preparo até o fim da vida útil do painel. Segundo a Agência Internacional de Pesquisa em Câncer, este composto pode ser classificado como grupo 1, caracterizando-o como cancerígeno a seres humanos. Deste modo, associações de classe, principalmente internacionais, tem definido limites máximos de emissão de formaldeído em painéis de madeira, o que tem pressionado as indústrias a buscarem razões molares não convencionais de uréia formaldeído e/ou adesivos alternativos, sem que haja prejuízo a suas propriedades tecnológicas.

O objetivo do estudo foi determinar a razão molar ideal do adesivo a base da resina uréia formaldeído para a produção de painéis de fibras de médias densidade, com intuito de atender as normas de qualidade em termos de emissão de formaldeído e propriedades físicas e mecânicas.

Foram utilizados como matérias primas, fibras de *Pinus* spp retiradas do processo de MDF após o desfibramento termo mecânico, as quais foram fornecidas pela Empresa Sudati, resina ureia formaldeído e emulsão de parafina fornecidas pela Empresa Bonardi. O único pré-tratamento aplicado as fibras foi o processo de secagem em estufa com circulação forçada de ar a 80°C de temperatura até atingirem 4% de umidade. O plano experimental foi caracterizado por cinco tratamentos com diferentes razões molares das resinas, sendo 1 parte de uréia para 1,3 de formaldeído, 1:1,2, 1:1,1, 1:1 e 1:0,9. Foram produzidos três painéis por tratamento, com densidade de 750 kg.m⁻³, dimensões de 40 x 40 x 1,5 cm, 12% de resina e 1% de emulsão de parafina. A pré prensagem a frio foi realizada com pressão de 5 kgf.cm⁻² durante 5 minutos; já o ciclo de prensagem a quente foi desenvolvido com temperatura de 170°C, pressão de 37 kgf.cm⁻² por um tempo de 10 minutos. O dimensionamento dos corpos de prova, bem como os procedimentos para determinação das propriedades físicas e mecânicas foram baseados na NBR 15316 (ABNT, 2019). O perfil de densidade foi realizado em um densitômetro de raio-X, enquanto que a determinação da emissão de formaldeído dos painéis por meio do método *Perforator* (EN 120, 1992). Os valores obtidos nos ensaios foram submetidos a verificação de normalidade dos dados e homogeneidade das variâncias, de forma a possibilitar o uso da estatística paramétrica. Com os pressupostos atendidos, foi aplicada a Análise da Variância e, quando necessário, Scott Knott a 95% de probabilidade de acerto. Paralelamente, os valores médios foram comparados com a norma de referência.

Como resultados das propriedades físicas dos painéis (Tabela 1), observa-se que os valores médios de densidade e espessura foram homogêneos entre os tratamentos e que ficaram próximos do estabelecido, demonstrando eficiência no processo de produção em laboratório. Para teor de umidade, foram encontrados valores dentro do intervalo definido pela norma, que é entre 4% e 11%, enquanto que para inchamento em espessura, que expressa a estabilidade dimensional dos painéis, verifica-se diferença expressiva entre dois grupos distintos, sendo que somente os painéis dos tratamentos com maiores razões molares, atenderam o valor máximo da norma, 12%. Para as propriedades mecânicas dos painéis (Tabela 2), observa-se aumento gradual dos valores médios com o aumento da razão molar, onde se destacam os painéis dos tratamentos 1:1,1, 1:1,2 e 1:1,3 que foram estatisticamente similares e atenderam a norma de referência e aos critérios mínimos das empresas produtoras de MDF.

Tabela 1. *Propriedades físicas dos painéis.*

| Razão molar (U:F) | Densidade (kg.m⁻³) | Espessura (mm) | Teor de umidade (%) | Inchamento em espessura (%) |
|--------------------------|--------------------------------------|-----------------------|----------------------------|------------------------------------|
| 1:0,9 | 752 a 3,70 | 15,51 a 1,80 | 6,95 a 3,53 | 13,28 b 06,56 |
| 1:1,0 | 774 a 4,28 | 15,49 a 3,49 | 7,08 a 3,03 | 12,67 b 09,19 |
| 1:1,1 | 749 a 6,81 | 15,54 a 3,28 | 6,86 a 4,64 | 10,27 a 10,94 |
| 1:1,2 | 761 a 3,23 | 15,35 a 2,29 | 7,17 a 3,32 | 10,00 a 09,38 |
| 1:1,3 | 749 a 3,69 | 15,67 a 2,58 | 7,26 a 2,77 | 10,23 a 07,87 |

Legenda: U:F: uréia:formaldeído. Valores subscritos: coeficiente de variação. Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste e Scott Knott a 95% de probabilidade de acerto.

Tabela 2. *Propriedades mecânicas dos painéis.*

| Razão Molar (U:F) | Flexão estática (MPa) | | Arrancamento de parafuso (N) | |
|--------------------------|------------------------------|-----------------|-------------------------------------|-------------------|
| | MOR | MOE | Topo | Superfície |
| 1:0,9 | 17,65 b 08,21 | 1833,62 c 07,68 | 535,67 b 15,07 | 843,38 c 08,96 |
| 1:1,0 | 19,36 b 11,56 | 2044,82 b 13,51 | 653,42 b 08,81 | 994,25 b 08,97 |
| 1:1,1 | 23,12 a 14,72 | 2361,54 a 07,20 | 959,50 a 13,18 | 1245,09 a 11,85 |
| 1:1,2 | 23,48 a 08,85 | 2376,85 a 04,08 | 1023,83 a 08,88 | 1229,27 a 10,13 |
| 1:1,3 | 24,00 a 05,40 | 2398,13 a 10,05 | 1097,91 a 12,55 | 1237,00 a 12,15 |

Legenda: U:F: uréia:formaldeído. MOR: módulo de ruptura. MOE: módulo de elasticidade. Valores subscritos: coeficiente de variação. Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste e Scott Knott a 95% de probabilidade de acerto.

Os menores valores médios de inchamento em espessura e maiores de resistência e rigidez, expressos pelos ensaios de flexão estática e arrancamento do parafuso, se deve ao fato da maior razão molar afetar de modo significativo a reatividade do adesivo e, por consequência, da ligação entre as fibras. Isto ocorre em consequência do conteúdo de formaldeído livre e do grau de reticulação na resina curada. O aumento da reatividade, da reticulação do adesivo e da taxa de endurecimento em adesivos de maior razão molar de formaldeído / uréia tem como resultado uma estrutura do painel mais compacta. Deste modo, pode-se dizer que a razão molar mínima da resina uréia formaldeído para produção de painéis MDF de 15 mm é de 1:1,1.

Palavras-chave: Painéis reconstituídos. Emissão de formaldeído. Propriedades tecnológicas.