

## AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DE PAINÉIS DE COMPENSADOS PLASTIFICADOS DE PARICÁ

Irlana Gonçalves Pinheiro, [irlana.pinheiro@tucurui.ufpa.br](mailto:irlana.pinheiro@tucurui.ufpa.br)<sup>1</sup>

Raylson Santos Amaral, [raylson.amaral@tucurui.ufpa.br](mailto:raylson.amaral@tucurui.ufpa.br)<sup>1</sup>

Carolina Coelho da Rosa, [carolinarosa@ufpa.br](mailto:carolinarosa@ufpa.br)<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal do Pará – Campus de Tucuruí, Rodovia BR 422 km 13 – Canteiro de Obras UHE – Vila Permanente, Tucuruí- PA, 68464-000.

**Resumo.** O objetivo deste trabalho foi avaliar painéis de compensado plastificados produzidos com a espécie paricá e filme fenólico de 100g/cm<sup>2</sup>, por meio dos ensaios de cura e de adesividade. Para isso, lâminas de árvores com 8 anos e resina fenólica com gramatura de 150 g/m<sup>2</sup> foram utilizadas. Os painéis foram prensados por 10 min, com pressão de 0,98 MPa e temperatura de 140 °C. Os ensaios seguiram as metodologias prescritas nas normas brasileiras. Os corpos de prova foram aprovados em todos os ensaios realizados, indicando grande potencial de mercado para o compensado produzido, além de parâmetros adequados para a sua produção.

**Palavras-chave:** Compensado. Filme Fenólico. Madeira.

**Abstract.** The objective of this work was to evaluate plasticized plywood panels produced with the paricá species and 100g/cm<sup>2</sup> phenolic film, through curing and adhesiveness tests. For this, 8-year-old tree veneers and 150 g/m<sup>2</sup> phenolic resin were used. The panels were pressed for 10 min, with a pressure of 0.98 MPa and a temperature of 140 °C. The tests followed the methodologies prescribed in the Brazilian norms. The specimens were approved in all tests carried out, indicating great market potential for the plywood produced, in addition to adequate parameters for its production.

**Keywords:** Plywood. Phenolic Film. Wood.

### 1. INTRODUÇÃO

Nos dias atuais, a evolução do mercado da construção civil e da engenharia vem acompanhada com a preocupação ambiental. O desenvolvimento de novos materiais, que possuam tecnologias mais sustentáveis visando a substituição ou melhorias nos materiais tradicionais da construção civil é uma necessidade urgente. A produção de chapas de compensado plastificado tem exatamente esse objetivo. É um material que pode ser reutilizado, reduzindo o desperdício e os resíduos da construção civil (SANCHES e IWAKIRI, 2013). Associada a questão ambiental, tem-se a alta demanda do mercado da construção civil, que procura reduzir custo nas obras substituindo produtos que aumentaram o preço devido à pandemia, as chapas de compensado plastificado são a alternativa mais viável para atender a essa necessidade.

A produção de chapas de compensado plastificado não é recente, elas foram criadas no período da segunda guerra mundial, para serem usadas como revestimento de aviões e para a reconstrução de cidades da Alemanha destruídas pela guerra (NASCIMENTO, 2007). No Brasil, o produto é produzido por muitas empresas, principalmente na Região Sul.

O estado do Pará, na região Norte, tem vivenciado um aumento no volume de florestas plantadas. A espécie paricá – que possui o nome científico *Schizolobium amazonicum* – é uma das árvores que compõem essas florestas. A espécie de madeira nativa possui características favoráveis ao plantio e ao uso para qual tem sido destinada. O uso da espécie em painéis de compensado permite significativa redução nos custos da produção devido ao baixo custo nas despesas com a colheita e o transporte, pela sua homogeneidade e local de plantio das árvores (MATOS, 2018). Ainda segundo Matos (2018), é uma espécie que apresenta um aproveitamento de 30% da madeira desdobrada na capa do compensado e o restante no miolo, sendo considerado um alto aproveitamento, ainda apresenta maior resistência natural ao ataque de xilófagos, devido aos seus extrativos, e maior resistência mecânica quando comparada a espécie como pinus.

As chapas de compensado plastificado são compostas por lâminas de madeira formando um painel reto (FERNANDES *et al.*, 2017). As lâminas são colocadas justapostas em número ímpar e coladas entre si, de modo que a direção da grã de cada camada tenha um ângulo de 90° com a camada subjacente. A colagem é feita com resina à base de fenol-formaldeído, muito utilizada na construção civil, e destinada ao uso externo. A chapa de compensado de madeira, após o esquadreamento, pode ou não ter seus defeitos de face corrigidos com massa sintética e passar pela calibração.

Posteriormente, a chapa recebe um revestimento de filme fenólico (tego filme). As chapas podem ser classificadas como de 1 ou 2 operações (ABIMCI, 2015).

No Brasil, as normas com as especificações dos compensados são ABNT NBR 17001 (ABNT, 2021), que prescreve sobre o compensado plastificado, e ABNT NBR 17002 (ABNT, 2021), que prescreve sobre os compensados em geral. A norma sobre compensado plastificado traz informações sobre o processo de fabricação do produto: características geométricas e tolerâncias, número de lâminas, colagem, prensagem, impermeabilização da borda; e, também, informações de requisitos específicos da chapa: resistência à flexão, resistência aos ataques químicos, ancoragem do filme fenólico e número mínimo de reutilizações. Os requisitos específicos servem para balizar sobre a qualidade do produto produzido.

O objetivo geral deste trabalho é avaliar a qualidade de painéis compensados plastificados produzido com a espécie paricá e filme fenólico de 100 g/cm<sup>3</sup> a partir dos ensaios de adesividade e de cura.

## 2. METODOLOGIA

A madeira, o paricá, utilizada nesta pesquisa foi obtida de plantio florestal do município de Breu Branco, no estado do Pará, com a idade de 8 anos. As toras foram transportadas pela empresa Laminadora Boaretto Ltda e após 24 horas de aquecimento em torno de 60 °C, foram obtidas as lâminas em um torno desfolhador, com espessura nominal de 2,0 mm. As lâminas ainda passaram por seleção e guilhotinamento antes de serem secas em estufa até chegar no teor de umidade médio de 1%. Os painéis foram montados com 5 e 9 lâminas para chegarem na espessura de 10 mm e 18 mm.

Para a colagem das camadas foi utilizada resina fenol-formaldeído (FF) com teor de sólidos de 49%, pH de 12,6 e viscosidade 580 cP. E para a placagem foi utilizado tego filme com 100 g/cm<sup>3</sup>, o processo ocorreu ao mesmo tempo que a colagem das camadas do compensado, sendo classificada como de 1 operação (ABIMCI, 2015). As lâminas foram coladas com a gramatura de 150 g/m<sup>2</sup> e a prensagem aplicada foi com pressão específica de 0,98 MPa, temperatura de 140 °C e o tempo de 10 minutos. Após a produção dos painéis, eles foram esquadrejados e armazenados em câmara climática à temperatura de 20±2 °C e umidade relativa do ar de 65±5% até o corte dos corpos de prova.

Os corpos de prova e os procedimentos dos ensaios seguiram as prescrições da ABNT NBR 17001 (ABNT, 2021) e da ABNT 17002 (ABNT, 2021), conforme apresentado na Tabela 1.

Tabela 1. Corpos de prova e ensaios realizados nos painéis de compensado plastificados de 10 mm e 18 mm de espessura.

| Ensaios Realizados                     | Quantidade | Dimensões (mm) |
|--|------------|----------------|
| Teor de umidade                        | 4          | 50 x 100       |
| Cura                                   | 5          | 150 x 150      |
| Adesividade – método de fervura        | 5          | 50 x 50        |
| Adesividade – método corte transversal | 5          | 100 x 100      |

Para o ensaio de teor de umidade, cada corpo de prova foi pesado em balança, com precisão de 0,01g. Em seguida, foram secos em estufa em uma temperatura de 103±2 °C e, pesados em intervalo de 6h, até a massa constante. O valor do teor de umidade foi calculado pela Eq. (1).

$$TU = \frac{M_u - M_s}{M_s} \times 100 \quad (1)$$

Onde,

TU é o teor de umidade (%);

M<sub>u</sub> é a massa úmida do corpo de prova (g);

M<sub>s</sub> é a massa seca do corpo de prova (g).

Para o ensaio de cura que serve para determinar a resistência aos ataques químicos, uma solução de NaOH, com concentração de 5%, foi preparada antecipadamente e ao todo foi utilizado 500 ml da solução para a realização com os 10 corpos de prova (5 de cada espessura). Os corpos de prova estavam limpos e secos para o procedimento. Com o uso de uma pipeta com NaOH 5% foi colocado em um copo de vidro de 100ml metade da sua capacidade (50 ml), com cuidado foi virado na superfície do corpo de prova e após um período de 2h para que a solução do copo fosse visualmente analisada. Após verificar a coloração da solução, o copo e a chapa foram limpos e secos para que a região onde a solução foi depositada fosse raspada, com o auxílio de uma faca, e passados mais 15 minutos foi realizada uma nova avaliação.

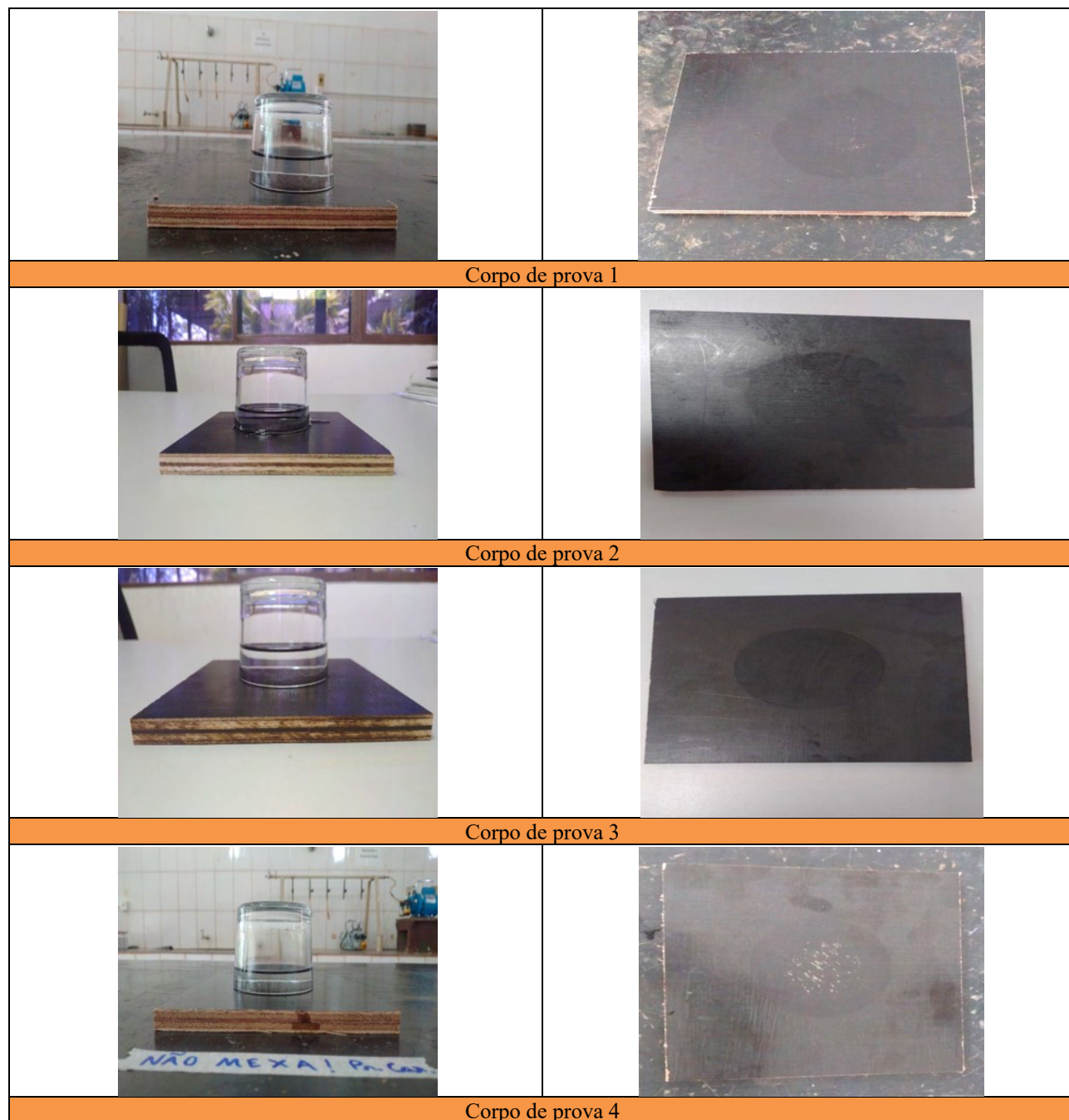
O ensaio de adesividade que serve para determinar a ancoragem do filme fenólico seguiu dois métodos: método de fervura e de corte transversal. Para o ensaio no método de fervura, os corpos de prova foram colocados dentro de uma panela com água e foi levada ao fogo por um período de fervura de 6h, após esse período, os corpos de prova foram retirados para verificação visual.

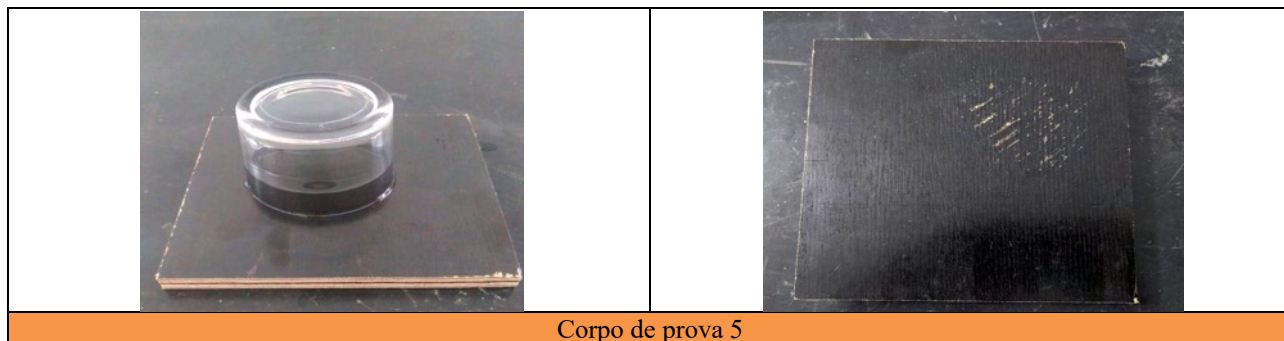
O ensaio pelo método do corte transversal, os corpos de prova sofreram na superfície cortes transversais paralelos que penetraram no substrato e que foram gerados por um estilete. Foram removidos pedaços de aproximadamente 25 cm<sup>2</sup> e observados os lados opostos a superfície laminada.

### 3. RESULTADOS

Os corpos de prova apresentaram teores de umidade média, para a espessura de 10 mm o valor foi de 9,42% e para a espessura de 18 mm o valor de 6,77%.

Para o ensaio de cura que determina a resistência aos ataques químicos, os resultados observados são apresentados na Figura 1 para os corpos de prova de 10 mm e na Figura 2 para os corpos de prova de 18 mm.



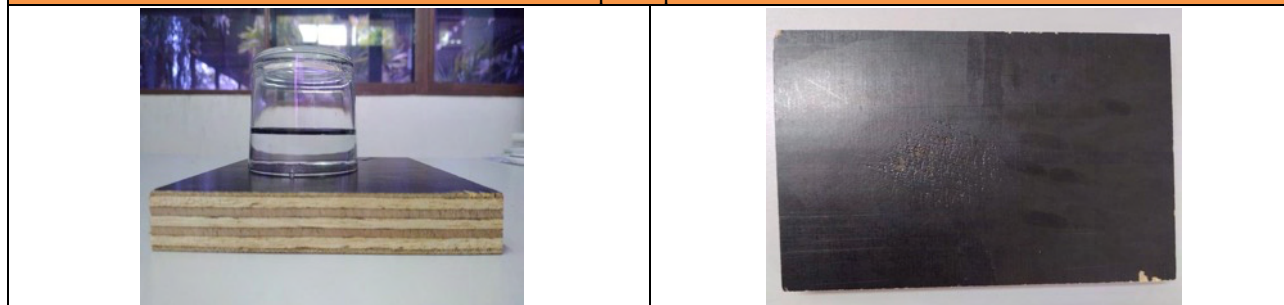


Corpo de prova 5

Figura 1. Corpos de prova com 10 mm após os ensaios de cura



Corpo de prova 1



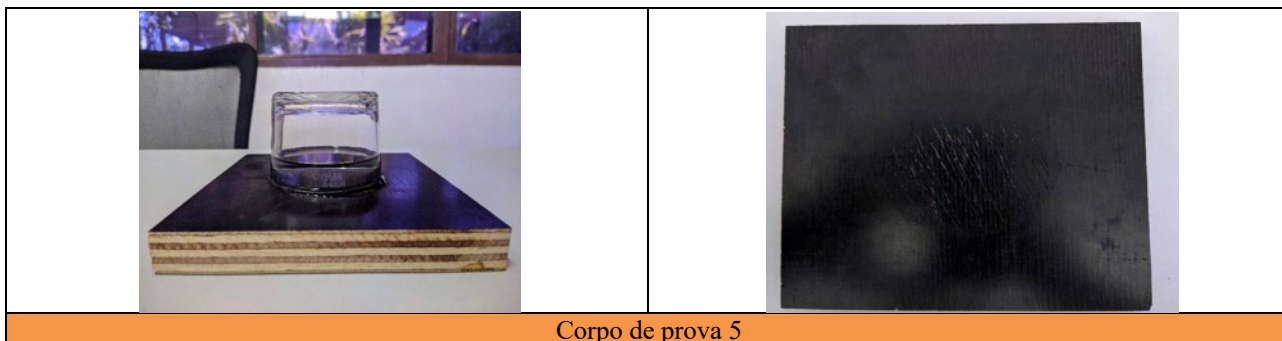
Corpo de prova 2



Corpo de prova 3



Corpo de prova 4



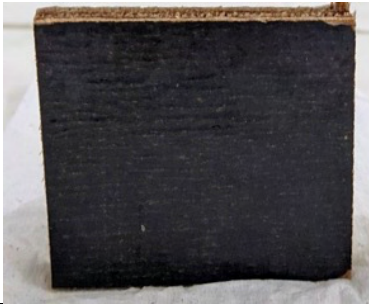

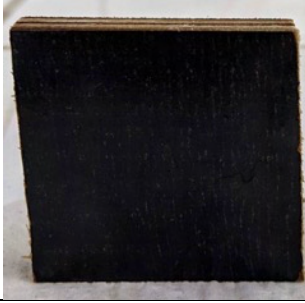

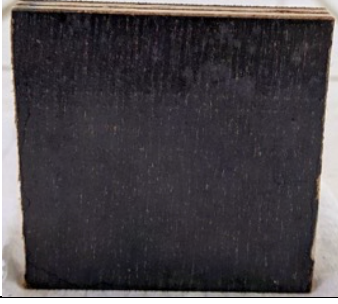
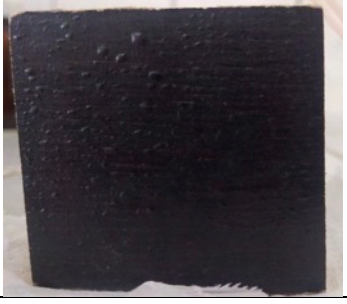
Corpo de prova 5

Figura 2. Corpos de prova com 18 mm de após os ensaios de cura

Após a finalização de todos os ensaios realizados foi observado que o solvente apresentou aspecto totalmente transparente e todas as superfícies também se apresentaram dura e lisa. Segundo a ABNT NBR 17001 (ABNT, 2021), os aspectos apresentados nos ensaios entram no grupo Totalmente Curado e, portanto, todos os corpos de prova foram aprovados.

Segundo Figueira (2008), a qualidade da cura é um fator determinante na garantia do melhor produto e por ser uma exigência do mercado se torna fundamental o seu controle. E pelo fato de todos os ensaios terem se encaixado no grupo Totalmente Curado mostra a qualidade a escolha precisa quanto ao tempo, pressão e temperatura da placagem.

Para o ensaio de adesividade pelo método de fervura, os resultados observados são apresentados na Figura 3 para os corpos de prova de 10 mm e de 18 mm.

| Corpo de prova | Para 10 mm  | Para 18 mm   |
|----------------|---|--|
| 1              |   |   |
| 2              |  |  |
| 3              |  |  |

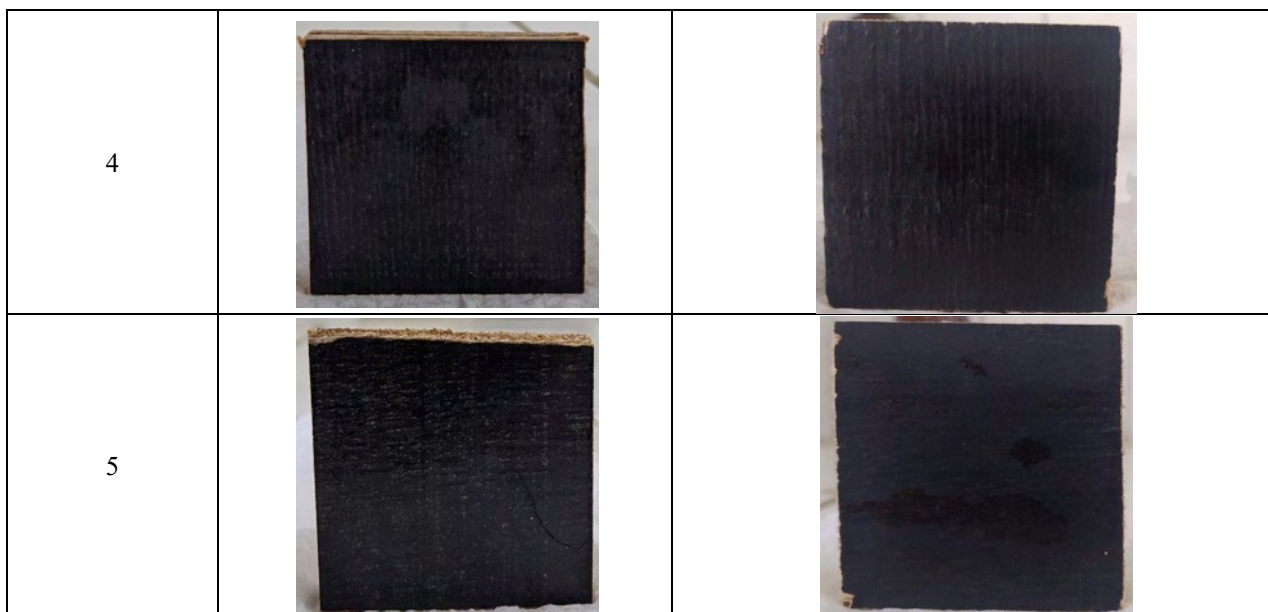


Figura 3. Corpos de prova com 10 mm e 18 mm de após os ensaios de adesividade pelo método de fervura

No ensaio de adesividade, para os corpos de prova com 10 mm, somente o corpo de prova 1 apresentou boa adesão, sendo aprovado, enquanto para os corpos de prova com 18 mm, somente os corpos de prova 2 e 5 apresentaram boa adesão e foram aprovados. Então, em um total de 10 corpos de prova, somente 3 foram aprovados. Durante o ensaio, a norma solicitava que os corpos de prova fossem mantidos no fundo da panela, mas não foi possível executar dessa forma e, portanto, pode ter interferido nos resultados. Durante o processo de fervura, os corpos de prova por terem ficado na superfície se movimentaram bastante, batendo um no outro, prejudicando o ensaio.

Para o ensaio de adesividade pelo método de fervura, os resultados observados são apresentados na Figura 4 para os corpos de prova de 10 mm e na Figura 5 para os corpos de prova de 18 mm.

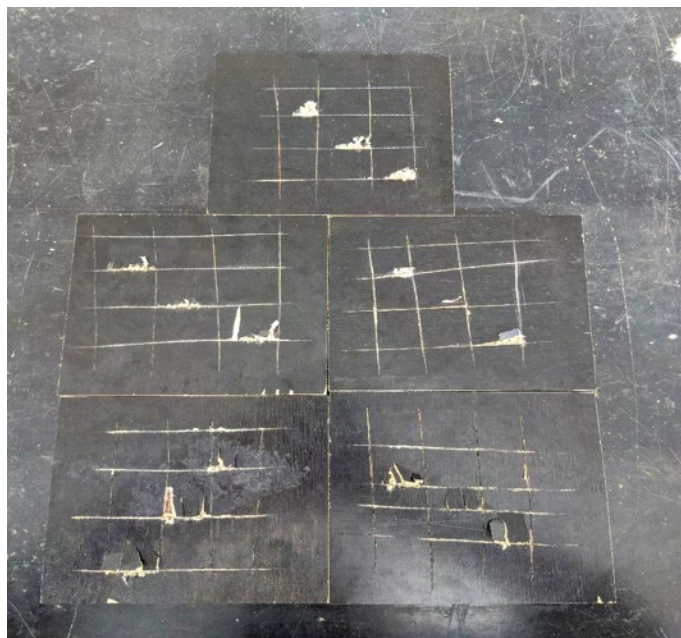


Figura 4. Corpos de prova com 10 mm de após os ensaios de adesividade pelo método do corte transversal



Figura 5. Corpos de prova com 18 mm após os ensaios de adesividade pelo método do corte transversal

Para o ensaio de adesividade pelo método do corte transversal todos os corpos de prova apresentaram boa adesividade e foram aprovados nos ensaios.

#### 4. CONCLUSÕES

Neste trabalho, painéis de compensado produzidos com a espécie paricá de 8 anos e plastificados com tigo filme de 100 g/cm<sup>2</sup> foram avaliados por meio de ensaios de cura e de adesividade e pode-se concluir que:

- Os teores de umidade para os painéis de 10 mm foi 9,42% e para os painéis de 18 mm foi de 6,77%;
- Os corpos de prova avaliados nos ensaios de cura foram classificados como totalmente curado e todos foram aprovados;
- Somente 30% dos corpos de prova avaliados nos ensaios adesividade pelo método de fervura apresentaram boa adesão e foram aprovados;
- Os corpos de prova avaliados nos ensaios de adesividade pelo método de corte transversal apresentaram boa adesão e todos foram aprovados;
- Os painéis compensados plastificados de paricá apresentaram bom potencial para produção e os parâmetros de fabricação, temperatura, pressão e tempo de prensa foram adequados.

#### 5. AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Parque Tecnológico do Lago de Tucuruí – Tecnolago, ao Laboratório de Engenharia Civil - LEC do Campus de Tucuruí - CAMTUC e a empresa Laminadora Boaretto Ltda.

#### 6. REFERÊNCIAS

- Associação Brasileira da Indústria da Madeira Processada Mecanicamente – ABIMCI. 2015. Guia Orientativo Abimci para Classificação e Uso de Chapas de Compensado Plastificado. Curitiba, Brazil. Disponível em: <<https://abimci.com.br/abimci-lanca-guia-orientativo-sobre-uso-do-compensado-plastificado/>> Acesso em: 15/01/2023.
- Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2021 – ABNT NBR 17001: Compensado Plastificado – Requisitos e Métodos de Ensaio. 15 p. Rio de Janeiro, Brazil.
- Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2021 – ABNT NBR 17002: Compensado – Requisitos e Métodos de Ensaio. 20 p. Rio de Janeiro, Brazil.
- Fernandes, A. P. et al., 2017. “Evolução dos Preços Unitários na Fabricação do Compensado no estado do Paraná”, Brasil. Ciência Florestal, v.27, n. 1, p. 355-362, Santa Maria, Brazil.
- Figueira, P.M., 2008. “Investigação da Iecnologia de infravermelho para a Cura de Resinas Fenólicas”. Dissertação (mestrado). Departamento de Engenharia Mecânica. Universidade de Aveiro. Aveiro, Portugal.
- Matos, A.C., 2018. “Influência de Diferentes Composições de Lâminas de *Schizolobium amazonicum* e *Pinus oocarpa* para a Produção de Compensados Multilaminados”. Dissertação (Mestrado Acadêmico), Universidade Federal de Lavras, Lavras, Brazil.

- Nascimento, M.S, 2007. “A Utilização da *Manihot esculent crantz* (mandioca) na Indústria de Chapas de Compensados de Madeira e seu Impacto Econômico e Social na Construção Civil”. Dissertação (mestrado). Universidade Federal do Pará, Centro Tecnológico, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Belém, Brazil.
- Sanches, F.G. e Iwakiri, S. 2013. “Influência dos Parâmetros de Prensagem na Qualidade do Revestimento de Painéis Compensados Plastificados”. *Floresta e Ambiente*, out./dez.; 20(4): 564-575  
<<http://dx.doi.org/10.4322/floram.2013.038>>

## **7. RESPONSABILIDADE PELAS INFORMAÇÕES**

Os autores são os únicos responsáveis pelas informações incluídas neste trabalho.