

## Utilização da madeira de *Pinus oocarpa* e *Coffea arabica* para a produção de painéis de partículas orientadas (OSB)

Use of *Pinus oocarpa* and *Coffea arabica* wood for the production of oriented particle board (OSB)

Uso de maderas de *Pinus oocarpa* y *Coffea arabica* para la producción de tableros de partículas orientadas (OSB)

Recebido: 09/02/2022 | Revisado: 16/02/2022 | Aceito: 19/02/2022 | Publicado: 09/03/2022

### **Carolina Aparecida dos Santos**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3469-9011>  
Universidade Federal de Lavras, Brasil  
E-mail: [carolinaapnep@gmail.com](mailto:carolinaapnep@gmail.com)

### **Ana Carolina Corrêa Furtini**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2106-6602>  
Universidade Federal de Lavras, Brasil  
E-mail: [carol.furtini@gmail.com](mailto:carol.furtini@gmail.com)

### **Denisse Concepción Vega Villarruel**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6686-1872>  
Universidade Federal de Lavras, Brasil  
E-mail: [denisse.villarruel@estudante.ufla.br](mailto:denisse.villarruel@estudante.ufla.br)

### **Eduardo Hélio de Novais Miranda**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3156-658X>  
Universidade Federal de Lavras, Brasil  
E-mail: [eduardo.miranda4@estudante.ufla.br](mailto:eduardo.miranda4@estudante.ufla.br)

### **Diogo Antonio Correa Gomes**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3967-4574>  
Universidade Federal de Lavras, Brasil  
E-mail: [diogo.gomes2@estudante.ufla.br](mailto:diogo.gomes2@estudante.ufla.br)

### **Lourival Marin Mendes**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8713-405X>  
Universidade Federal de Lavras, Brasil  
E-mail: [lourival@ufla.br](mailto:lourival@ufla.br)

### **Jose Benedito Guimarães Júnior**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9066-1069>  
Universidade Federal de Lavras, Brasil  
E-mail: [jose.guimaraes@ufla.br](mailto:jose.guimaraes@ufla.br)

### **Resumo**

Os oriented strand board (OSB) são um importante produto de madeira projetado, fabricado através da colagem de partículas strand em camadas cruzadas, sendo amplamente aplicado em construções, embalagens, decks, pisos, revestimentos de paredes e até mesmo para fins de suporte de carga. Para a produção destes painéis, podemos utilizar de biomassa da agricultura, como resíduos da atividade cafeeira. O objetivo desta pesquisa foi avaliar a composição química da madeira de café e do pinus, bem como as propriedades físicas e mecânicas dos painéis produzidos com a substituição do pinus pelo resíduo. Os painéis OSB produzidos, utilizaram a substituição do pinus pela madeira de café em 0 (T1), 25 (T2), 50 (T3), 75 (T4) e 100% (T5). Os resultados mostram que houve melhorias significativas nas propriedades físico-mecânicas e que os tratamentos atenderam o mínimo exigido por norma, com exceção do T2. Evidencia-se, portanto, o potencial de utilização do resíduo da madeira de café para a produção de painéis OSB, uma vez que este bioproduto que evitará a destinação incorreta do resíduo e vários outros problemas ambientais.

**Palavras-chave:** Atividade cafeeira; Resíduos; Bioprodutos; Agricultura; Biomassa; Recursos florestais.

### **Abstract**

Oriented strand board (OSB) is an important engineered wood product, manufactured by gluing strand particles in cross layers, being widely applied in construction, packaging, decking, flooring, wall cladding and even for load-bearing purposes. For the production of these panels, we can use biomass from agriculture, as residues from the coffee activity. The objective of this research was to evaluate the chemical composition of coffee and pine wood, as well as the physical and mechanical properties of the panels produced with the replacement of pine by waste. The OSB panels produced used the replacement of pine for coffee wood at 0 (T1), 25 (T2), 50 (T3), 75 (T4) and 100% (T5). The results show that there were significant improvements in the physical-mechanical properties and that the treatments met the minimum required by standard, with the exception of T2. Therefore, the potential of using coffee wood

residue for the production of OSB panels is evidenced, since this bioproduct will avoid the incorrect destination of the residue and several other environmental problems.

**Keywords:** Coffee activity; Residues; Bioproducts; Agriculture; Biomass; Forest resources.

### Resumen

El tablero de virutas orientadas (OSB) es un importante producto de ingeniería de madera, fabricado mediante el pegado de partículas de virutas en capas cruzadas, que se aplica ampliamente en la construcción, embalaje, cubiertas, suelos, revestimiento de paredes e incluso para soportar cargas. Para la producción de estos paneles, podemos utilizar biomasa proveniente de la agricultura, como residuos de la actividad cafetalera. El objetivo de esta investigación fue evaluar la composición química de la madera de café y pino, así como las propiedades físicas y mecánicas de los paneles producidos con la sustitución del pino por desecho. Los paneles OSB producidos utilizaron la sustitución de madera de pino por café al 0 (T1), 25 (T2), 50 (T3), 75 (T4) y 100% (T5). Los resultados muestran que hubo mejoras significativas en las propiedades físico-mecánicas y que los tratamientos cumplieron con los mínimos exigidos por la norma, a excepción del T2. Por lo tanto, se evidencia el potencial del uso de residuos de madera de café para la producción de paneles OSB, ya que este bioproducto evitará el destino incorrecto del residuo y varios otros problemas ambientales.

**Palabras clave:** Actividad cafetalera; Resíduos; Bioproductos; Agricultura; Biomassa; Recursos forestales.

## 1. Introdução

A exploração comercial dos recursos florestais está crescendo mundialmente, devido as aplicações de produtos à base de madeira (Santos et al., 2014). Nos últimos anos, a demanda de painéis de madeira, neste contexto, acompanhou a alta deste setor econômico e do mercado imobiliário (Freire et al., 2015). Um destes painéis, segundo a norma europeia EN 300 (2006), são os OSB, painéis multicamadas, geralmente composto de três a cinco camadas, das quais são unidas por um adesivo. As aplicações desses painéis têm aumentado, sobretudo em paredes estruturais, telhados, pisos, componentes de vigas, etc (Mendes et al., 2013).

No Brasil, a utilização de biomassa da agricultura, agroindústria e silvicultura é favorável, em razão da grande disponibilidade. Estima-se que mais de 200 milhões de toneladas de resíduos da agroindústria são gerados e não são aproveitados (Ferreira Leitão et al., 2010; Cortez et al., 2008). Dentre as opções podemos ressaltar a cultura do café, que ocupa uma diversidade de regiões, variedade de climas, relevos, altitudes e latitudes. O primeiro levantamento, da safra de café de 2021, estima uma produção total de 43,8 milhões e 49,5 milhões de sacas (conilon e arábica) (CONAB, 2020).

A atividade cafeeira, além de contribuir significativamente para o desenvolvimento econômico e humano regional, possui um grande potencial de geração de resíduos que podem ser aproveitados economicamente. (Berni; Manduca, 2020). Os resíduos agrícolas representam matérias-primas abundantes e interessantes como fonte de energia limpa e bioprodutos de interesse industrial, mas quando ocorre a destinação incorreta dos resíduos do café vários outros problemas ambientais podem originar (Montoya et al., 2019; Kulandaivelu & Bhat., 2012).

Nesse contexto, diversas pesquisas têm sido realizadas com o objetivo de utilizar resíduos gerados na agricultura e aplicados na produção de painéis de madeira reconstituídas como, por exemplo com o uso de resíduos de *Coffea arábica* (Furtini et al., 2021); casca de amendoim, fibra da casca do coco-verde (híbrido) e resina poliuretana bicomponente à base de óleo de mamona (Cravo et al., 2015) casquilho de soja, etc (Guimarães et al., 2019).

Portanto, o objetivo deste estudo foi avaliar as propriedades químicas das partículas dos materiais e o desempenho físico-mecânico dos painéis OSB confeccionados com *Pinus oocarpa* e resíduos de madeira de *Coffea arábica*.

## 2. Metodologia

### 2.1 Origem e coleta dos materiais

Para o desenvolvimento desta pesquisa, utilizou-se madeira de pinus e resíduos de café lenhosos. A madeira de Pinus proveio de plantios experimentais aos 28 anos de idade, coletados no campus da Universidade Federal de Lavras (UFLA),

localizado na cidade de Lavras, MG, nas coordenadas de 21 ° 14 'latitude sul e 45 ° 00 'longitude oeste, com uma altitude de 900 m. Os resíduos de madeira de café de plantações com 13 anos de idade foram coletados no município de Nepomuceno, MG, a 21°14 'de latitude sul e 45°14' de longitude oeste, a uma altitude de 864 m.

## 2.2 Desenho experimental e análise estatística dos dados

O estudo consiste em cinco tratamentos, conforme descrito na Tabela 1. Três painéis OSB foram produzidos para cada tratamento, com dimensões de 300 x 300 mm. Para os testes de painel, foram realizadas análises de variância e testes F ( $p < 0,05$ ). Em caso de diferença, o teste de Scott-Knott e Regressão a 5 % de significância foram utilizados para discriminar as médias.

**Tabela 1.** Delineamento experimental utilizado.

Tratamentos	<i>Coffee arábica</i> (%)	<i>Pinus oocarpa</i> (%)
T1	0	100
T2	25	75
T3	50	50
T4	75	25
T5	100	0

Fonte: Autores (2021).

## 2.3 Análise química

Para determinar a análise química das matérias-primas utilizadas, a madeira foi processada em um moinho de martelos para obter as suas partículas. Posteriormente, as partículas foram classificadas e peneiradas, na qual utilizou-se o material selecionado na peneira com malha 60. O teor de extrativos totais foi quantificado com base na NBR 14583 (ABNT, 2010a). Para a análise do teor de lignina insolúvel, seguiu-se as recomendações da NBR 7989 (ABNT, 2010b). Para determinação do teor de cinzas, foram adotados os procedimentos da NBR 13999 (ABNT, 2017). A porcentagem de holocelulose foi obtida pela diferença dos níveis de extrativos, lignina e cinzas (Equação 1):

$$\text{Holocelulose (\%)} = 100 - (\text{Total de extrativos} + \text{Lignina} + \text{Cinzas}) \quad (1)$$

## 2.4 Produção dos painéis OSB

Para a produção dos painéis OSB as espécies de *Pinus oocarpa* e *Coffea arábica*, foram coladas com o adesivo fenol-formaldeído. As toras da madeira foram cortadas em comprimento de 90 mm, da qual foram mergulhadas 24 horas em água para sua saturação, para posteriormente serem colocadas no gerador de partículas strand. As partículas variavam suas espessuras entre 0,40 a 0,55 mm, sendo selecionadas.

As partículas foram levadas em estufa a 100°C até atingirem umidade de aproximadamente 3%. Atingindo a umidade necessária, estas foram colocadas em uma encoladeira por 5 minutos para a aspersão do adesivo. Depois de impregnadas, as partículas foram distribuídas em uma caixa formadora de colchão, com dimensões de 30 cm x 30 cm, para a realização da orientação das partículas para formação das camadas dos painéis na proporção de 25:50:25 (face:miolo:face). Posteriormente, o colchão formado passou por uma pré-prensagem, logo em seguida submetido a um ciclo de prensagem de 160°C e 4 Mpa, por um período de 10 minutos, processos estes ilustrados na Figura 1.

**Figura 1.** Etapas do processo produtivo dos painéis de partículas orientadas.



Fonte: Autores (2021).

### 2.5 Avaliação das propriedades físicas e mecânicas dos painéis

As dimensões dos corpos de prova e os procedimentos de ensaio empregados na avaliação das propriedades de absorção de água (AA) após duas e após vinte e quatro horas de imersão, inchamento em espessura (IE) após duas e após vinte e quatro horas de imersão, compressão e ligação interna (LI), foram definidos com base na ASTM D1037-12 (2020). Para a avaliação do módulo de ruptura (MOR) e de elasticidade (MOE) à flexão estática, nas direções paralela e perpendicular, foram empregadas as recomendações da DIN52362 (DIN, 1982).

## 3. Resultados e Discussão

### 3.1 Caracterização dos materiais lignocelulósicos

Os valores médios apresentados na Tabela 2 referem-se aos teores de extrativos, lignina, cinzas e holocelulose de ambos os materiais avaliados.

**Tabela 2.** Caracterização química de partículas de madeira de pinus e café.

Madeira	Extrativos (%)	Lignina (%)	Cinzas (%)	Holocelulose (%)
<i>Pinus oocarpa</i>	6,18 (0,52) a	29,28 (0,14) a	1,25 (0,03) a	63,29 (0,81) a
<i>Coffee arábica</i>	15,3 (4,03) b	28,49 (2,12) a	3,78 (0,69) b	50,67 (2,52) b

\*Nota: Médias seguidas de mesma letra não diferem na coluna não diferem entre si (Skott-Knott;  $p > 0.05$ ); Valores entre parênteses representam o desvio padrão. Fonte: Autores (2021).

De acordo com os valores descritos na Tabela 2, observa-se que os valores médios para os componentes químicos das espécies se diferiram estatisticamente entre si, exceto com relação a lignina. No estudo de Rios et al. (2016), que determinaram os valores da composição química da madeira de *Pinus oocarpa*, os autores obtiveram um valor de 6,92% para os extrativos, próximo do obtido neste estudo. Pereira et al. (2014) encontraram um teor de extrativos de 6,10% para a madeira do café, sendo inferior aos resultados deste estudo.

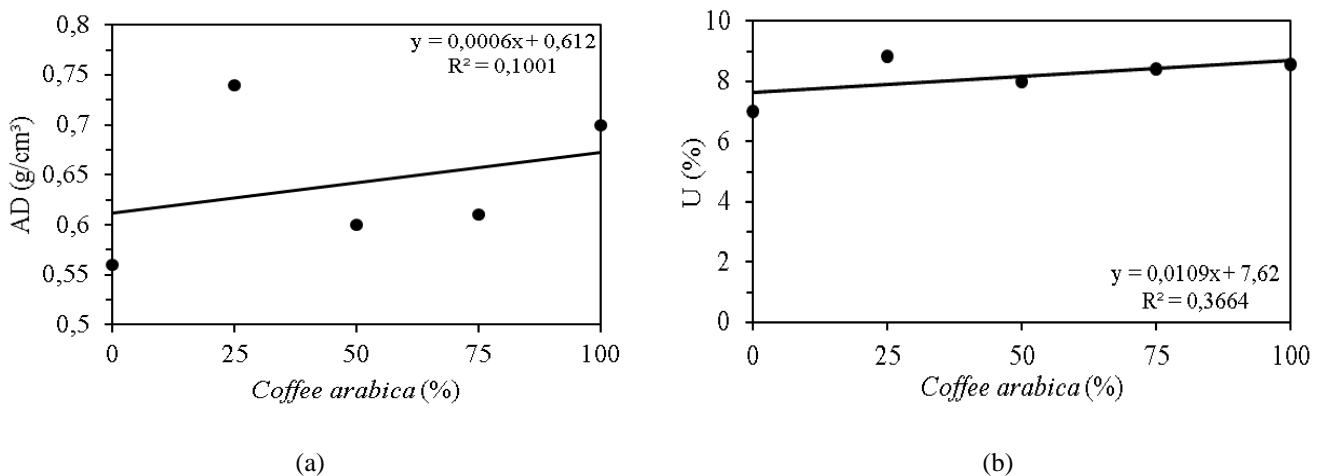
No estudo de Furtini et al. (2021), o valor médio encontrado para o teor de lignina do pinus foi de 29,20%, sendo semelhantes ao do estudo. Sabe-se que a lignina pode favorecer no processo de adesão, pois é um composto orgânico natural e renovável (Ang et al., 2019). O teor de cinzas do estudo apresentou diferença quando comparados ao estudo de Furtini et al. (2021) que apresentaram 0,26% e do estudo de Matos et al. (2019) que encontraram um teor de 0,15% para a madeira de Pinus. Para Pereira et al. (2014), encontraram um o teor de cinzas de 0,68% para a madeira de café, indicando um maior teor para o do estudo.

Conforme Mondes et al. (2019) o teor de holocelulose, deve-se encontrar entre 50 a 85% para as espécies de pinus, correspondendo ao intervalo estipulado. Leite et al. (2014), quantificaram a composição química da madeira do café, obtendo 57,91%, sendo superior ao encontrado neste estudo.

### 3.2 Propriedades físicas dos painéis

Os valores médios de densidade aparente (AD), teor de umidade (U) dos painéis estão descritos nas Figura 2:

**Figura 2.** Valores médios de densidade (a) e umidade (b) dos painéis OSB.

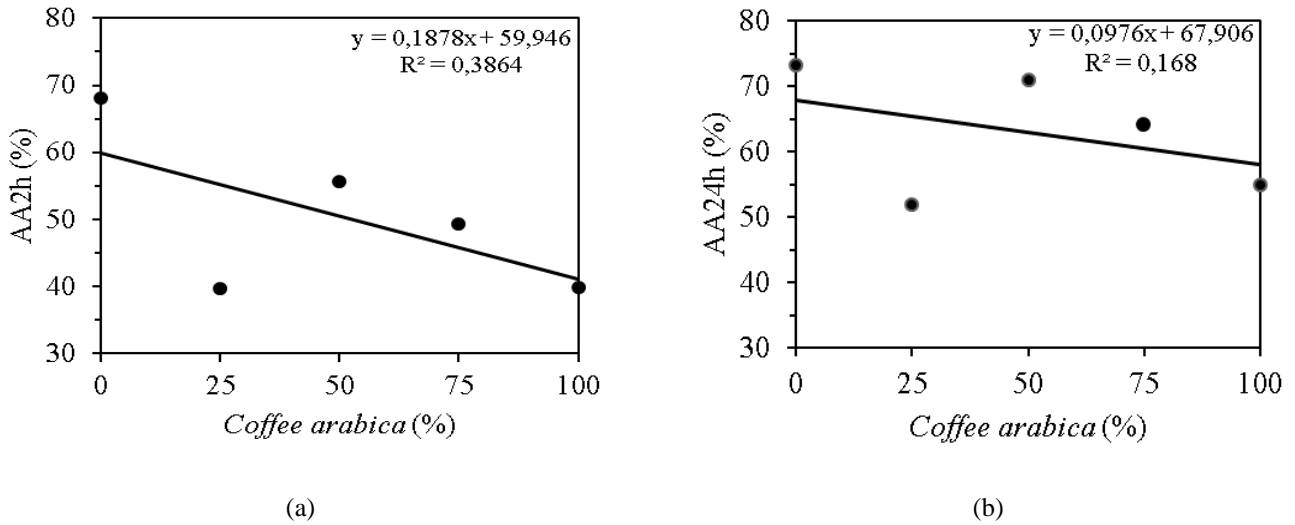


Fonte: Autores (2021).

Os valores médios de densidade e umidade, apresenta uma relação linear significativa e positiva. Para cada 1% de resíduo de café inserido houve um aumento de 0,0006% para densidade e 0,01% para umidade. Analisando a umidade dos painéis, todos os tratamentos apresentaram valores médios menores, do que no estudo de Mendes et al. (2011) que encontraram variações entre 10,1 e 11,0 %.

Já os valores de absorção de água, após 2 horas (AA2h) e 24 horas (AA24h) podem ser visualizados na Figura 3.

**Figura 3.** Valores médios de absorção de água em 2 (a) e 24 (b) horas dos painéis OSB.



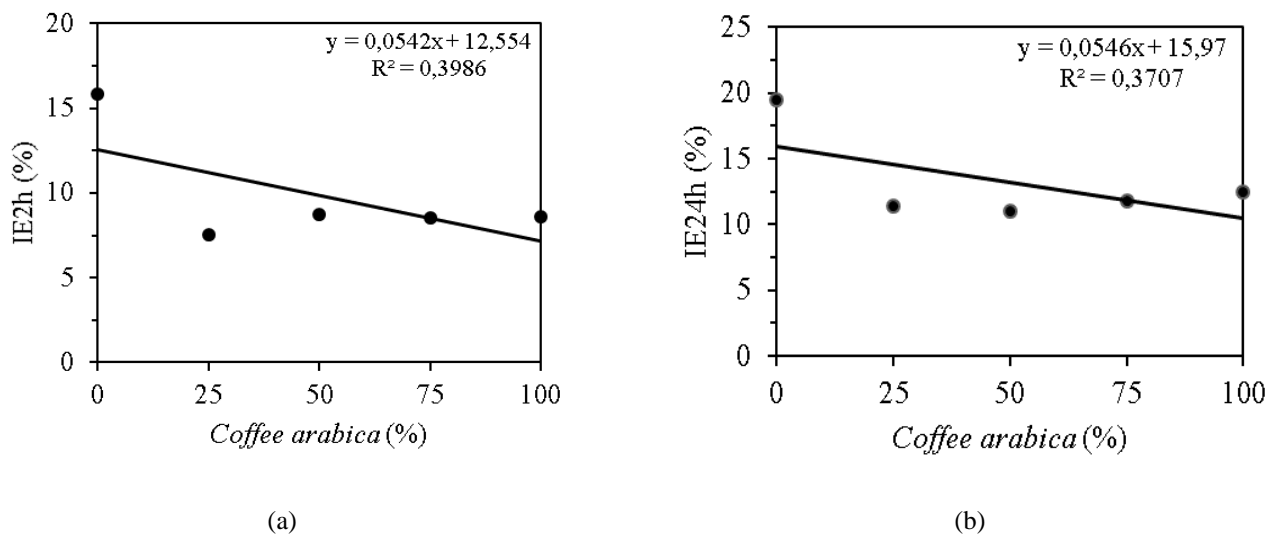
Fonte: Autores (2021).

Pode-se observar uma relação linear significativa e positiva. Para cada 1% de resíduo de café inserido houve um aumento de 0,018% para AA2H e 0,09% para AA24H. Comparando com o estudo de Carvalho et al.(2015), que obtiveram 72,3% de absorção após duas horas de imersão em água, todos os tratamentos do estudo absorveram menos.

No estudo de Salari et al. (2013), ao avaliarem a absorção em 24 horas dos painéis OSB produzidos com pinus e 10% de adesivo ureia-formaldeído obtiveram valores médios de 120,9%. Desta forma, todos os tratamentos do estudo obtiveram menores teores de absorção, sendo o T1 o que apresentou a maior porcentagem média e os T2 e T4 as menores porcentagens médias de absorção de água.

Os valores médios de inchamento em espessura após 2 e 24 horas de imersão em água (IE2H) e (IE24H) respectivamente, estão apresentados na Figura 4.

**Figura 4.** Valores médios inchamento em espessura em 2 (a) e 24 (b) horas dos painéis OSB.



Fonte: Autores (2021).

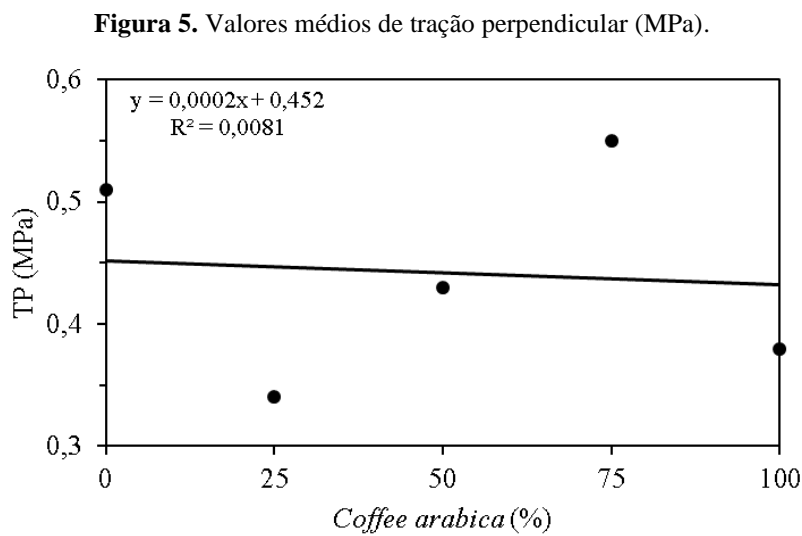


Pode-se observar uma relação linear significativa e positiva. Para cada 1% de resíduo de café inserido houve um aumento de 0,05% para AA2H e AA24H. A norma europeia de comercialização EN 300 (CEN, 2006) estipula 25% como valor máximo de inchamento em espessura após 24 h de imersão em água, para utilização em ambiente sem contato com a umidade. Assim, todos os cinco tratamentos atenderam à norma.

Os resultados obtidos para as propriedades inchamento em espessura após 24 horas de imersão foram consistentes com os valores de 23,4%, 23,1% e 20,4%, encontrados por Ferro et al. (2015) para painéis OSB fabricados com madeira de Paricá e a resina poliuretana à base de óleo de mamona em diferentes porcentagens (8, 10 e 12%).

### 3.3 Propriedades mecânicas

Na Figura 5 encontram-se os valores médios de tração perpendicular (TP) dos painéis OSB.



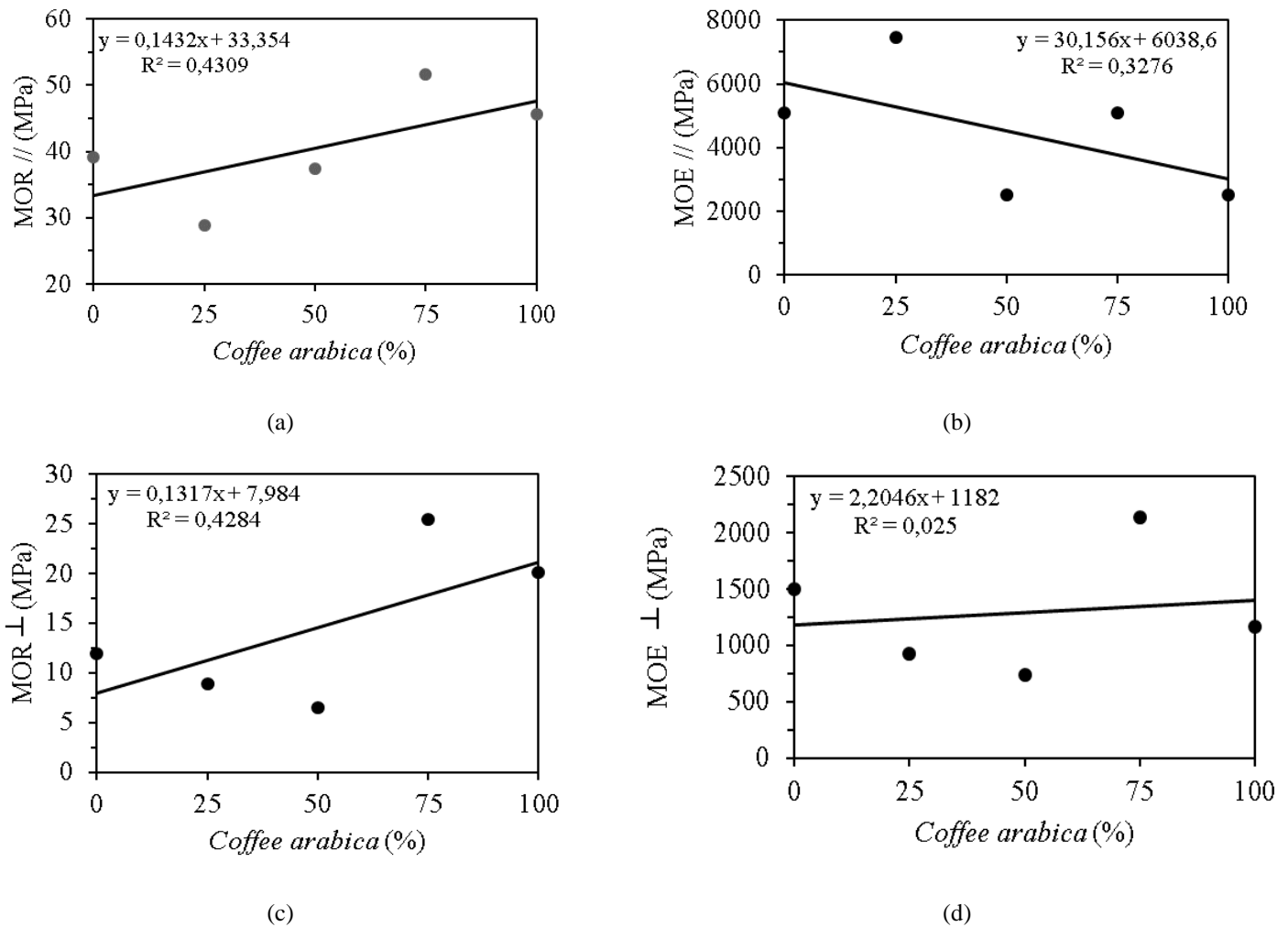
Fonte: Autores (2021).

Observa-se na Figura 5, uma relação linear significativa e positiva. Para cada 1% de resíduo de café inserido houve um aumento de 0,0002% para tração perpendicular. No estudo de Macedo et al. (2016), os autores encontraram valores médios de tração perpendicular variando de 0,3 a 0,5 MPa, dado semelhantes aos encontrados neste estudo. Os tratamentos T4 e T5 apresentaram, porém maior desempenho, comprovando potencial para a substituição do pinus da madeira de café, pois nos dois tratamentos evidencia-se as maiores porcentagens do resíduo.

Salari et al. (2013), ao avaliarem a qualidade de painéis OSB produzidos com 10% de adesivo ureia formaldeído e com densidade aparente de 0,70 g.cm<sup>-3</sup>, obtiveram valores médios de tração perpendicular de 0,45 MPa, sendo próximo somente ao T3. Os tratamentos T1, T4 e T5 apresentaram valores superiores ao desta literatura.

Os valores médios de MOR e MOE estão apresentados na Figuras 6.

**Figura 6.** Valores médios de Módulo de Ruptura e Módulo de Elasticidade paralelos (a, b) e perpendiculares (c, d), respectivamente.



Fonte: Autores (2021).

Pode-se observar uma relação linear significativa e positiva para todas estas propriedades. Para cada 1% de resíduo de café inserido houve um aumento de 0,14% para MOR //, 30,15% para MOE//, 0,13% para MOR  $\perp$  e 2,20% para MOE  $\perp$ .

De acordo com os dados descritos na Figuras 6, observa-se que os painéis constituídos apenas pelo resíduo da madeira de café (T5) apresentaram melhor desempenho para MOR perpendicular. Já os painéis produzidos com substituição de 50% de pinus pelo resíduo de café (T3) apresentaram maior módulo de ruptura (MOR) paralelo as fibras. Os tratamentos T2 e T4 atingiram o menor valor médio, em relação aos demais tratamentos.

Em relação ao MOE perpendicular e paralelo, nota-se na Figuras 6, que os painéis compostos com substituição de pinus pela madeira de café nas porcentagens de 25 e 50%, mostraram melhores desempenhos em relação aos demais tratamentos. Os tratamentos T4 e T5 apresentaram, por outro lado os menores valores médios para o MOE paralelo. Já para o MOE perpendicular, os T2 apresentou menor valor médio.

Comparando os valores médios dos tratamentos com a norma a Norma EN 300 (2006), que estipula o valor mínimo, para painéis OSB do tipo 1, de 18 e 9 MPa para o MOR paralelo e perpendicular e de 2.500 e 1.200 MPa para o MOE paralelo e perpendicular, respectivamente, quase todos os tratamentos atenderam a norma. Desse modo, apenas os tratamentos T2 e T4 não atenderam o mínimo exigido para o módulo de ruptura perpendicular, bem como os T2 não atendeu o valor recomendado para o módulo de elasticidade perpendicular. Desta maneira, a incorporação de 50% de resíduos da madeira de café, demonstrou



aperfeiçoar o desempenho para flexão estática nos painéis OSB.

#### 4. Conclusão

De maneira geral, a inclusão de partículas strand de café com a madeira de *Pinus oocarpa*, promoveu melhorias significativas nas propriedades físico-mecânicas da madeira dos painéis OSB. Os painéis mostraram propriedades estatisticamente iguais para as propriedades de densidade aparente, umidade, taxa de não-retorno em espessura, tração perpendicular e compressão.

Para a análise de desempenho para flexão estática, MOR e MOE no sentido paralelo e perpendicular, somente o tratamento contendo substituição de 25% de pinus pela madeira de café (T2) não atendeu ao mínimo requerido pela norma europeia para MOR e MOE nos dois sentidos. Além disso, o tratamento T4 não atendeu ao mínimo exigido somente para a propriedade de MOR perpendicular e os demais tratamentos atenderam a normativa com relação a todos estes parâmetros mecânicos.

Desta forma, a incorporação do resíduo da madeira de café, apresenta potencial de utilização para a produção de painéis OSB. Tal fato, impactará a agroindústria, visto que são geradas toneladas deste resíduo anualmente. Além disso, estes painéis serão um bioproduto que evitarão a destinação incorreta do resíduo e vários outros problemas ambientais.

Diante dos resultados encontrados, sugere-se o desenvolvimento de pesquisas utilizando a madeira de café para a produção de outros tipos de painéis de madeira, como por exemplo, aglomerados e MDP. Com essa variação do tipo de painel, poderá analisar também a troca do tipo de adesivo utilizando, sendo possível aplicar até mesmo os adesivos de origem natural.

#### Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências de fomento à pesquisa, Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico (CNPQ) e Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG).

#### Referências

- American Society for Testing and Materials. ASTM. (1991). D 1037-91- *Standard test methods for evaluating properties of wood-base fiber and particle panels*: Philadelphia, EUA.
- Ang, A. F., Ashaari, Z., Lee, S. H., Tahir, P. M., & Halis, R. (2019). Lignin-based copolymer adhesives for composite wood panels - A review. *International Journal of Adhesion and Adhesives*, 95:102408. <https://doi.org/10.1016/j.ijadhadh.2019.102408>.
- Carvalho, A. G., Pires, M. R., Zanuncio, A. J. V., Mendes, R. F., Mori, F. A., & Mendes, L. M. (2015). Desempenho de painéis OSB com adesivos comerciais e tânicos de barbatimão. *Revista Árvore*, 39 (6). <https://doi.org/10.1590/0100-67622015000600019>.
- Cortez, L. A. B., Lara, E. E., & Gómez, E. O. (2008). *Biomassa para energia (primeira ed.)*, Unicamp, Brasil. <https://www.nipe.unicamp.br/docs/publicacoes/inte-biomassa-energia070814.pdf>.
- Cravo, J. C. M., Sartori, D. L., Fiorelli, J., Balieiro, J. C. C., & Savastano Junior, H. (2015). Painel aglomerado de resíduos agroindustriais. *Ciências Florestais*, 25 (3). <https://doi.org/10.5902/1980509819675>.
- European Committee for Standardization. (2006). EN 300: *Oriented Strand Boards (OSB) - definitions, classification and specifications*: Bruxelas.
- Ferreira Leitão, V. Gottschalk, L. M. F., Ferrara, M. A., Nepomuceno, A. L., Molinari, H. B. C., & Bon, E. P. S. (2010). Biomass Residues in Brazil: Availability and Potential Uses. *Waste and Biomass Valorization*, 65 – 76. <http://dx.doi.org/10.1007/s12649-010-9008-8>.
- Ferro, F. S., Icimoto, F. H., Souza, A. M., Almeida, D. H., Christoforo, A. L., & Lahr, F. A. R. (2015). Produção de painéis de partículas orientadas (OSB) com *Schizolobium amazonicum* e resina poliuretana à base de óleo de mamona. *Scientia Florestalis*, 43 (106), 313-320. <http://www.bibliotecaflorestal.ufv.br/handle/123456789/15216>.
- Freire, A. L. F., Figueiredo, M. C. B., Rosa, M. F., Araújo Júnior, C. P. (2015). Impactos ambientais de painéis de madeira e derivados - Uma revisão de literatura. *Revista ESPACIOS*, 36 (10), 1-12. <http://www.revistaespacios.com/a15v36n10/15361004.html>.
- Furtini, A. C. C., Santos, C. A., Garcia, H. V. S., Brito, F. M. S., Santos, T. P., Mendes, L. M., & Guimarães Júnior, J. B. (2021). Performance of cross laminated timber panels made of *Pinus oocarpa* and *Coffea arabica* waste. *Coffee Science*, e161854. <https://doi.org/10.25186/v16i.1854>.

- Guimarães, I. L., Veloso, M. C. R. A., Lisboa, F. J. N., Mendes, R. F., Mendes, L. M., Farrapo, C. L., & Guimarães Junior, J. B. (2019). Aproveitamento do casquilho de soja para a produção de painéis aglomerados convencionais de baixa densidade. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, 14 (2). <https://doi.org/10.5039/agraria.v14i2a5643>.
- Kulandaivelu, V., & Bhat, R. (2012). Mudanças nos atributos físico-químicos e biológicos de qualidade do solo após a alteração com águas residuais do processamento de café não tratadas. *European Journal of Soil Biology*, 50, 39 – 43. <https://doi.org/10.1016/j.ejsobi.2011.11.011>.
- Macedo, L. B., Silva, M. R., César, A. A. S., Panzera, T. H., Christoforo, A. L., & Lahr, F. A. R. (2016). Painéis OSB de madeira *Pinus* sp. e adição de partículas de polipropileno biorientado (BOPP). *Scientia Forestalis*, 44 (112). <http://dx.doi.org/10.18671/scifor.v44n112.10>.
- Mendes, R. F., Bortoletto Júnior, G., Almeida, N. F.; Surdi, P. G., & Barbeiro, I. N. (2013). Effect of thermal treatment on properties of OSB Panels. *Wood Science and Technology*, 47(2): 243-256. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-221X2013005000012>.
- Mendes, R. F., César, S. A. A., Silva, M. G., Mendes, L. M., & Carvalho, A. G. (2015). Properties of OSB panels with veneer inclusion. *Ciencia y tecnologia*, 17(4): 843 – 856. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-221X2015005000073>.
- Mendes, R. F., Mendes, L. M., Carvalho, A. G., Silva, A. F. A., & Guimarães Junior, J. B. (2012). Efeito da inclusão laminar e do tipo de adesivo sobre as propriedades de painéis OSB de *Pinus oocarpa*. *Ciência da Madeira*, 3 (2), 116-127. <http://dx.doi.org/10.12953/2177-6830.v03n02a05>.
- Modes, K. S., Ludwing, R. L., Vivian, M. A., & Stolberg, J. (2019). Wood quality of *Pinus patula* schltld & cham for the pulp production. *Revista Árvore*, 43(2):e430207. <https://doi.org/10.1590/1806-90882019000200007>.
- Montoya, A. C. V., Mazareli, R. C. S., Delforno, T. P., Centurion, V. B., Sakamoto, I. K., Oliveira, V. M., Silva, E. L., & Varesche, M. B. A. (2019). Hydrogen, alcohols and volatile fatty acids from the co-digestion of coffee waste (coffee pulp, husk, and processing wastewater) by applying autochthonous microorganisms. *International Journal of Hydrogen Energy*, 44 (39), 21434-21450. <https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2019.06.115>.
- Pereira, M. A., Silva, J. R. M., Rabelo, G. F., & Andrade, A. C. A. (2014). Propriedades anatômicas, químicas e de densidade da madeira de *Coffea arabica* L. *Cerne*, 20(3):363-367. <https://doi.org/10.1590/0104776020142003833>.
- Rios, P. D., Pereira, G. F., Vieira, H. C., Grubert, W., & Cunha, A. B., Brand, M. A. (2016). Avaliação do potencial da madeira de *Pinus patula* Schltld. & Cham para a produção de painéis de madeira aglomerada. *Scientia Florestalis*, 44(110), 497-508. <http://dx.doi.org/10.18671/scifor.v44n110.22>.
- Salari, A., Tabarsa, T., Khazaiean, A., & Saraeian, A. (2013). Improving some of applied properties of oriented strand board (OSB) made from underutilized low quality paulownia (*Paulownia fortunei*) wood employing nano-SiO<sub>2</sub>. *Industrial Crops and Products*, 42(1), 1-9. <http://dx.doi.org/10.1016/j.indcrop.2012.05.010>.
- Santos, W. L. F., Silva, A. J. P., Cabral, A. A., & Mercury, J. M. R. (2014). Particleboard manufactured from Tauari (*Couratari oblongilofia*) wood waste using castor oil-based polyurethane resin. *Materials Research*, 17(3), 657-663. <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-14392014005000013>.