

## Análise comparativa da adição de nanopartículas em painéis MDP



<https://doi.org/10.56238/tecnolocienagrariabiosoci-011>

### Felipe Oliveira Lima

Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho - UNESP-FEG – Guaratinguetá/SP, Brasil.  
E-mail: felipe.oliveira@unesp.br

### Luana Cristal Lirya Silva

Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho - UNESP-FEG – Guaratinguetá/SP, Brasil.

### Cristiane Inácio de Campos

Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho - UNESP-Câmpus de Itapeva – Itapeva/SP, Brasil.

### Higor Rogério Favarim

Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho - UNESP-Câmpus de Itapeva – Itapeva/SP, Brasil.

### RESUMO

O uso das nanopartículas tem se destacado como alternativa para melhorar as propriedades dos materiais. Portanto, é possível implementar o processo industrial através do uso de nanopartículas, visando o melhoramento da propriedades físico-mecânicas dos painéis à base de madeira. O presente trabalho traz uma revisão de literatura através da qual se baseia a pesquisa realizada na pós-graduação, com o intuito de analisar a viabilidade da produção de painéis particulados de média densidade, produzidos com diferentes nanopartículas, para futuramente comparar os resultados obtidos com as nanopartículas de óxido de cobre e óxido de alumínio. Assim, os ensaios físico-mecânicos analisados foram, inchamento, absorção, densidade, teor de umidade e flexão estática, segundo a ABNT NBR 14810-3:2013.

**Palavras-chave:** Nanomaterial, Propriedades físicas, Propriedades mecânicas, Paineis particulados.

## 1 INTRODUÇÃO

O segmento de painéis à base de madeira vem crescendo e conquistando espaço desde a sua implantação no Brasil. Porém, apesar dessa indústria apresentar constante expansão, inovações são necessárias, buscando sempre pelo melhoramento do produto final, tendo em vista um mercado cada vez mais competitivo. Atualmente, verifica-se que uma alternativa para melhorar as propriedades dos materiais encontrados para os mais diversos segmentos é o uso da nanotecnologia.

O avanço da tecnologia e a expansão dos materiais nanoestruturados no mercado possibilitaram o aprimoramento dos produtos à base de madeira, tais como os Painéis Particulados de Média Densidade (MDP), devido principalmente à necessidade de melhoramento de suas propriedades físico-mecânicas.

Assim, muitas pesquisas realizadas na área de painéis a base de madeira estão relacionadas ao estudo da viabilidade da fabricação com relação às suas principais variáveis, sendo essas a pressão, temperatura e adesivos (AKBULUT & KOÇ, 2006; YEMELE et al., 2008).



Baseando-se nas novas tendências tecnológicas descritas, é possível destacar Durán et al. (2006), que indicou a possibilidade de melhoria da matéria-prima, dos adesivos, e outros aditivos, através da utilização de materiais em escala nanométrica, onde a possibilidade do surgimento de novos comportamentos e propriedades ao se utilizar o nanomaterial, quando comparados as de escala macroscópica, indicaram estudos promissores que podem ser facilmente implantados no setor.

Deste modo, testar a aplicação de um composto comercial em escala nanométrica, para produção de painéis MDP, poderá além de melhorar o inchamento nos painéis, afetar outras propriedades físicas como a absorção de água, tornando o produto mais adequado para usos externos e em ambientes úmidos. Assim, ao analisar a viabilidade da produção de painéis particulados de média densidade, produzidos com diferentes nanopartículas, surge a possibilidade de comparação futura com os resultados obtidos para as nanopartículas de óxido de cobre e óxido de alumínio.

## 2 MÉTODO DE PESQUISA

O presente trabalho traz uma revisão de literatura através qual se baseia a pesquisa realizada na pós-graduação, sendo definido como critério de inclusão: artigos publicados entre os anos de 2005 e 2019, período em que intensificou-se o uso das nanopartículas no mercado. Optou-se por autores que utilizassem o método de produção sol-gel protéico, sendo esse o método padrão utilizado na produção das nanopartículas da pesquisa em questão.

Segundo Maia (2005), o método sol-gel protéico consiste numa variação do processo sol-gel, utilizando um precursor proteico diferente do método convencional, que neste estudo será a gelatina comestível, a qual de acordo com Porto (2007), possui elevada capacidade de biodegradabilidade e biocompatibilidade em ambientes fisiológicos, menos agressivo e possui um baixo custo de produção.

Durante a produção do painel à nanopartícula é adicionada ao adesivo e este encolado nas partículas de madeira, previamente classificadas em 5, 9, 16, 35 e 6 mesh. Assim, após a encolagem o colchão é formado, em três diferentes camadas, seguindo para a pré-prensagem a frio e somente então a prensagem a quente.

Foram pesquisados diferentes tipos de nanopartículas, tendo em vista que o material proposto na pesquisa é uma nanopartícula inovadora,  $Al_2O_3$  e  $CuO$ , ainda pouco estudadas, não encontrando, portanto, trabalhos específicos sobre painéis já produzidos com essas. Assim, o intuito foi analisar a viabilidade da produção de painéis particulados de média densidade, produzidos com diferentes nanopartículas, para futuramente comparar os resultados obtidos com as nanopartículas de óxido de cobre e óxido de alumínio.

Os trabalhos de Silva (2017) e Lima (2018), nos quais os resultados foram comparados painéis produzidos sem nanopartículas (T0) e com 1% de nanopartículas de óxido de alumínio (T1), já o adesivo utilizado foi ureia formaldeído, a temperatura  $180^{\circ}C$ , a pressão de  $40\text{ kgf/cm}^2$ , e a madeira



Eucalipto *ssp*, assim como o proposto nesta pesquisa.

Assim, os ensaios físicos e mecânicos analisados foram, respectivamente, inchamento em espessura, absorção de água, densidade aparente, teor de umidade e flexão estática, conforme a norma ABNT NBR 14810-3:2013.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os trabalhos pesquisados como referência foram escritos por Silva (2017) e Lima (2018) e trazem resultados a respeito de painéis particulados de média densidade, produzidos com 1% de nanopartículas (T1). Estes resultados, para ensaios físicos, estão apresentados na Tab. 1.

Tabela 1. Resultados para ensaios físicos obtidos por Silva (2017) e Lima (2018)

	Silva (2017)		Lima (2018)	
	T0	T1	T0	T1
Densidade ( $kg/m^3$ )	599,96 (67,41)	676,57 (50,34)	720,31 (38,06)	739,72 (37,89)
Umidade (%)	6,45 (0,51)	6,61 (0,58)	6,45 (0,51)	6,20 (0,47)
Inchamento 24h (%)	22,2 (7,7)	14,9 (1,5)	19,68 (5,20)	16,92 (2,99)
Absorção 24h (%)	30,29 (8,35)	21,01 (1,17)	25,73 (6,63)	24,75 (5,59)

\*Valores entre parênteses referem-se ao desvio-padrão.

Fonte: Silva (2017) e Lima (2018).

Ao analisar os dados de ambos os autores, foi possível notar que houve um aumento na densidade do painel. Silva (2017) descreve esse feito como resultado de um adensamento dos painéis produzidos com nanopartículas, devido à aceleração da transferência de calor proporcionada pelos nanomateriais adensando, especialmente as camadas externas, o que proporcionou menor espessura das chapas aumentando assim a densidade dessas. Mesmo com essa redução na densidade, os painéis se enquadram nas especificações da norma ABNT NBR 14810:2013

Para o teor de umidade, nenhum dos autores obteve diferença estatística nos resultados, indicando que a nanopartícula não interfere nesta propriedade.

Já com relação ao inchamento, diferença significativa foi obtida pelos dois autores, obtendo um melhoramento dessa propriedade, conseguindo, com a adição das nanos, se adequar à norma ABNT NBR 14810:2013, que traz valores referenciais menores que 18%.

Apesar da norma não trazer referências para o teste de absorção 24h, Surdi et al. (2014) obtiveram para painéis produzidos com resíduos de eucalipto, sem nanopartículas, 83,77%, valor maior do que os valores apresentados. Já Cardoso et al. (2016) obtiveram para o teste de absorção 24 horas em chapas com adição de 2% e 5% de nanocelulose os valores de 182,7 e 219,35% respectivamente.

Assim a adição de nanopartículas pode representar uma alternativa para a diminuição dos valores de inchamento e absorção, porém novos estudos são necessários, para que se comprove a



eficácia dessas, bem como o melhor material a ser utilizado na sua produção.

Com relação aos resultados dos ensaios mecânicos obtido pelos autores, esses podem ser observados Tab. 2.

Tabela 2. Resultados para ensaios mecânicos obtidos por Silva (2017) e Lima (2018)

	Silva (2018)		Lima (2018)	
	T0	T1	T0	T1
MOE (MPa)	1929,37 (360,07)	2320,78 (369,09)	1917,96 (334,60)	2363,15 (258,49)
MOR (MPa)	11,85 (3,02)	13,32 (1,16)	13,78(3,3)	13,24 (1,90)

\*Valores entre parênteses referem-se ao desvio-padrão.

Fonte: Silva (2017) e Lima (2018).

Ao observar os resultados obtidos para o ensaio de caracterização mecânica, foi possível notar que nenhum dos autores encontrou diferença significativa para Módulo de Ruptura (MOR). Entretanto, ao analisar os resultados para Módulo de Elasticidade (MOE), Lima (2018) obteve um melhoramento dessa propriedade ao adicionar as nanopartículas de óxido de zinco. Vale ressaltar ainda, que todos os resultados se enquadraram na norma ABNT NBR 14810:2013, a qual traz valores de 1800 MPa para MOE e 11 MPa para MOR.

Demais autores, como Valle (2015), que estudou a adição de nanopartículas de sílica e Taghiyari (2013), que estudou a adição de nanopartículas de cobre, encontraram valores de MOR de respectivamente 12,25 MPa e 11,55MPa.

Assim, a adição de nanopartículas pode trazer um melhoramento também para as propriedades mecânicas do painel.

#### 4 CONCLUSÃO

Com as análises realizadas, foi possível concluir que as nanopartículas podem interferir positivamente nas diferentes propriedades dos painéis particulados de média densidade (MDP), como demonstraram os autores supracitados.

Destaque especial deve ser dado às propriedades físicas, especialmente tratando-se do inchamento e absorção, propriedades consideradas críticas para os painéis MDP, a adição de nanopartículas melhorou significativamente o desempenho das chapas fabricadas. Revelando-se assim, uma alternativa de estudo promissor para as indústrias do setor, pois a adição de uma pequena porcentagem deste nanomaterial já proporcionou melhora significativa.

Assim, com a necessidade de novos estudos que comprove a eficácia das nanopartículas e do melhor material indicado a sua produção, esta pesquisa se torna uma alternativa interessante, tendo em vista a melhor condutividade do óxido de cobre e óxido de alumínio, se comparados às nanopartículas já estudadas, que podem proporcionar melhor transferência de calor e conseqüentemente uma melhor



cura do painel.

### **AGRADECIMENTOS**

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES). Os autores também agradecem à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) pela bolsa de processo N° 2019/02926-4, pelo apoio no desenvolvimento das pesquisas realizadas.



## REFERÊNCIAS

- ABNT. ABNT NBR 14810-1: Chapas de madeira aglomerada: terminologia. Rio de Janeiro, 2013.
- ABNT. ABNT NBR 14810-2: Chapas de madeira aglomerada: requisitos. Rio de Janeiro, 2013.
- ABNT. ABNT NBR 4810-3: Chapas de madeira aglomerada: métodos de ensaio. Rio de Janeiro, 2013
- CARDOSO, Gabriel Valim; TEIXEIRA, Francine Pereira; FERREIRA, Érika da Silva. Nanocelulose como catalisador de ureia-formaldeído para produção de painéis aglomerados. Anais do XV Ebramem, Curitiba, mar. 2016
- IWAKIRI, S. Painéis de Madeira Reconstituída. Curitiba: FUPEF, 2005, 247 p.
- LIMA, F. O. Caracterização de painéis mdp com adição de nanopartículas de óxido de zinco. 2018. 82 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Mecânica, Materiais, Universidade Estadual Paulista Julio de Mesquita Filho, Guaratingetá, 2018.
- MAIA, A. O. G. Sinterização de nanopartículas de NiO por gelatina comestível. 121p. Dissertação (Mestrado). Departamento de Física, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2005.
- PORTO, L. C. Filmes formados por gelatina e poli(acrilamida-co-ácido acrílico): efeito da composição, do plastificante e agente reticulante nas propriedades térmicas, mecânicas e absorção de água. 81p. Dissertação (Mestrado). Departamento de Física, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2007.
- SILVA, L. C. L. Influência das nanopartículas de óxido de zinco na transferência de calor e nas propriedades físico-mecânicas dos painéis MDP. 60 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Industrial Madeireira, Universidade Estadual Paulista, Itapeva, 2017.
- SURDI, P.G. Aproveitamento de resíduos do processamento mecânico de madeiras amazônicas para a produção de painéis aglomerados de alta densificação. 200f. Tese (Doutorado em Ciências) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2015
- TAGHIYARI H.R (2011) Study on the effect of nano-silver impregnation on mechanical properties of heat-treated Populus nigra. Wood Sci Technol 45:399–404
- TAGHIYARI HR, RANGAVAR H, FARAJPOUR BIBALAN O (2011) Effect of nano-silver on the reduction of hot pressing time and improvement in physical and mechanical properties of particleboard. Bioresource 6(4):4067–4075
- TAGHIYARI, H. R.; BIBALAN, O. F. Effect of copper nanoparticles on permeability, physical and mechanical properties of particleboard. European Journal of Wood and Wood Products, v.71, n.1, nov 2012.
- VALLE, A. C. M. Análise das propriedades físicas e mecânicas de painéis MDP de madeira de eucalipto com adição de nanopartículas de sílica ao adesivo uréia-formaldeído. 2015. 181. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Industrial Madeireira, Universidade Estadual Paulista, Itapeva, 2015.