










Piso laminado de bambu-MDF com tratamento termomecânico

Divino Eterno Teixeira^{1*}, Jaime Gonçalves de Almeida², Sergio Alberto de Oliveira Almeida¹, Máirla Julia Freitas Baia²,
Joyce Gonçalves Rocha², Laís Ferreira Lopes², Cristhian Kelvin Amaro de Melo²

¹Serviço Florestal Brasileiro, Laboratório de Produtos Florestais, Trecho 2, Bloco B, CEP 70818-900, Brasília, DF, Brasil

²Universidade de Brasília, Centro de Pesquisa e Aplicação de Bambu e Fibras Naturais, Bloco A - Loja 48,52,54 e 58, CLN 406/407 - Asa Norte, CEP 70884-510, Brasília, DF, Brasil

*Autor correspondente:
divinot@gmail.com

Termos para indexação:

Resistência à abrasão
Piso engenheirado
Dureza

Index terms:

Resistance to abrasion
Engineered flooring
Hardness

Histórico do artigo:

Recebido em 06/02/2020
Aprovado em 13/01/2022
Publicado em 04/08/2022

Resumo - Os pisos com revestimento de madeira são produtos engenheirados, geralmente produzidos com lâminas coladas sobre chapa de compensado ou painéis de madeira reconstituída, os quais possuem larga aceitação no mercado brasileiro. Neste trabalho, objetivou-se desenvolver um piso composto de bambu e MDF, com uso de tratamento termomecânico, e determinar as suas propriedades físicas e mecânicas em comparação com um piso laminado comercial. As amostras de piso bambu-MDF produzidas foram divididas em: uma parte submetida a pós-tratamento termomecânico (temperatura de 160 °C e pressão de 1 MPa por 15 min) e outra sem tratamento. Os resultados mostraram que o bambu pode ser associado ao MDF para produção de pisos. O piso de bambu-MDF é igual ou superior ao piso comercial em quase todas as propriedades estudadas, exceto na resistência à umidade, como observado pelos testes de absorção e inchamento. O piso de bambu-MDF é superior ao comercial nos principais requisitos de dureza Janka e resistência à abrasão.

Bamboo-MDF laminated flooring with thermomechanical treatment

Abstract - The wood-coated floors are engineered products, usually produced with veneers glued over plywood or reconstituted wood panels, which have wide acceptance in the Brazilian market. In this work the objective was to develop a floor composed of bamboo and MDF, with the use of thermo-mechanical treatment, as well as to determine the physical and mechanical properties when compared to commercial laminate flooring. The produced bamboo-MDF floors samples were divided in one part subjected to thermo-mechanical post-treatment (temperature of 160 °C and pressure of 1 MPa for 15 min) and the other without treatment. The results showed that bamboo can be combined with MDF for flooring production. The experimental bamboo-MDF floor was similar or superior to the commercial laminate floor in almost all the studied properties, except resistance to humidity, as shown by the results of absorption and swelling tests. The bamboo-MDF floor was superior to the commercial product in the main requirements of Janka hardness and abrasion resistance.



Introdução

Em todo o mundo, o bambu é empregado como material na construção civil. Segundo a International Bamboo and Rattan (INBAR) (INBAR, 2018), o bambu pode substituir, além da madeira, o plástico e o cimento, criando estruturas sustentáveis e resistentes. Por suas propriedades, o bambu tem potencial para substituir material lenhoso originário de florestas nativas, reduzindo a pressão pela obtenção de madeira e minimizando os impactos do desmatamento.

O bambu, quando comparado a algumas espécies madeiráveis procedentes de áreas nativas e de reflorestamento, apresenta quantidade de fibras e densidade equivalente a madeiras de média densidade, além de apresentar alta resistência e beleza quando aplicado em laminado colado. Outras vantagens são: rápido crescimento, alta produtividade, versatilidade de usos, alta rigidez, entre outras (Moizés, 2007). A introdução desse material na forma laminada pode ser uma alternativa em substituição às madeiras mais nobres, tais como imbuia, freijó e cerejeira, além de ter alta viabilidade técnica na produção de elementos em composição com a madeira. Assim, pode-se ampliar a possibilidade de utilização de bambus de maior diâmetro em aplicações mais nobres, onde é possível a agregação de valor (Moizés, 2007; Paes et al., 2010; Ventura et al., 2013; Perazzelli & Pereira, 2014; Chen et al., 2016).

O bambu é um material encontrado em abundância em regiões tropicais e subtropicais do mundo. Por ser renovável, de baixo custo, fácil cultivo, de alta resistência e versatilidade quanto aos usos a que pode ser destinado, é um material que tem potencial tecnológico e econômico para uso em conjunto com a madeira, ou mesmo substituí-la.

O conceito de piso laminado é definido pela Norma Brasileira - NBR 14.833, da Associação Brasileira de Normas Técnicas, como um produto composto de camadas de uma ou mais folhas finas de material lignocelulósico impregnado de resinas aminoplásticas termofixadas (geralmente resina melamínica), sobre e sob um substrato, com ou sem uma camada de balanceamento (ABNT, 2014). Essa norma classifica os pisos nos tipos AC1 a AC5, de acordo com o ponto inicial de desgaste, determinado pelo teste de resistência abrasiva, conforme a NBR 14.535 (ABNT, 2008). O ponto inicial de desgaste consiste no número de rotações do teste, sendo um requisito que indica o local adequado de aplicação e a intensidade do tráfego onde

o piso pode ser aplicado. O piso categorizado na classe AC1 se destina ao uso doméstico e de baixo tráfego e as categorias AC4 e AC5 são para uso em área comercial e de tráfego médio e alto, respectivamente.

A camada superior do piso laminado é decorativa, sólida e resistente. Geralmente, consiste de lâminas de madeira coladas ao substrato, sendo este tradicionalmente de painéis à base de madeira, sob alta pressão. Esse substrato pode ser de chapas de madeira reconstituída, como compensado, chapa de fibra de média densidade (MDF) ou de alta densidade (HDF) (ABNT, 2014).

O piso laminado é produzido a partir de lâminas, fibras ou partículas de madeira de árvores plantadas (principalmente pinus e eucalipto), para suprir a indústria de painéis reconstituídos e laminados com madeira, aderido com resinas termofixas. Além de se tratar de uma fonte de matéria-prima sustentável, esse tipo de piso apresenta diferenciais como beleza estética, qualidade, facilidade e rapidez na instalação, limpeza, durabilidade e proteção contra umidade e agentes xilófagos. Segundo dados da Indústria Brasileira de Árvores (IBÁ, 2020a), a fabricação desse tipo de piso no Brasil teve início em 1999, com registro de produção de 11,1 milhões de m² em 2018 (IBÁ, 2020b).

Pela possibilidade de produção em escala industrial, o piso laminado combinando bambu e madeira pode compor um material versátil, que é uma alternativa tecnológica, econômica e social. Neste sentido, estudar e avaliar as propriedades desse material se torna importante, em decorrência da carência de informações sobre esse tema.

Assim, objetivou-se com este trabalho desenvolver um piso composto de bambu e MDF, com uso de tratamento termomecânico, e determinar as suas propriedades físicas e mecânicas em comparação com um piso laminado comercial.

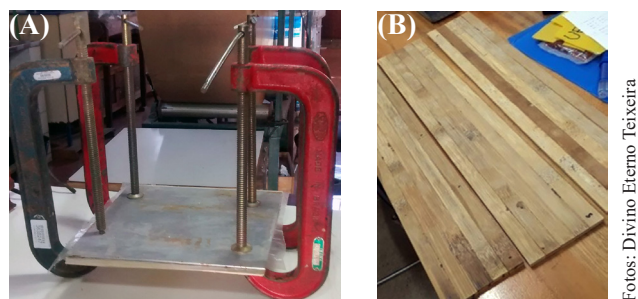
Material e métodos

Montagem do piso experimental de bambu-MDF

Neste estudo foi desenvolvido e caracterizado um piso laminado composto de chapa de fibra de média densidade (MDF) de 6 mm de espessura, como substrato e revestimento de laminado de bambu, de 2,5 mm de espessura, da espécie *Dendrocalamus asper* (Schult. & Schult. f.) Backer ex K. Heyne) (Figura 1). Não foi usada a camada de balanceamento. Para compor o piso, as chapas de MDF foram adquiridas no comércio local.

Colmos de *D. asper*, coletados na região de Planaltina, DF, foram tratados com boro decahidratado, para proteção contra o ataque de microorganismos e de *Dinoderus minutus*, principal causador de degradação. Os colmos de bambu foram cortados em taliscas na oficina do Centro de Pesquisa e Aplicação de Bambu e Fibras Naturais da Universidade de Brasília. As taliscas, após remoção das camadas externa e interna, foram aplainadas até atingirem as dimensões de 25 mm x 7 mm (largura x espessura).

As taliscas de bambu foram climatizadas à temperatura de 20 ± 3 °C e à umidade relativa do ar de $65 \pm 1\%$ no Laboratório de Produtos Florestais do Serviço Florestal Brasileiro, até atingirem a umidade de equilíbrio. Posteriormente, foram usadas para produção das lâminas, coladas lateralmente com adesivo à base de acetato de polivinila crosslink (PVAc), gramatura de 200 g m^{-2} , e prensadas em prensa manual (quatro grampos) entre duas chapas de compensado por 4 h (Figura 1). Cada lâmina foi composta por número de taliscas suficientes para montar as amostras de piso bambu-MDF. Após a colagem, cada lâmina de bambu foi aplainada até 2,5 mm de espessura, para montagem do piso.



Fotos: Divino Eterno Teixeira

Figura 1. Sistema de prensagem lateral (de topo) das taliscas de bambu (A) e laminado (B).

Figure 1. Lateral (edgewise) pressing system of the bamboo sticks (A) and laminae (B).

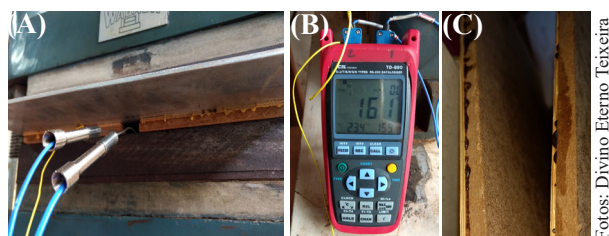
Após climatização, as lâminas de bambu foram coladas em chapas de MDF cruas (de 6 mm de espessura) em linha simples, com adesivo PVAc (Titebond® II Premium), gramatura de 200 g m^{-2} , com 48% de sólidos e viscosidade de 4.000 cps. Na sequência, foram prensadas, em prensa hidráulica, sob pressão de 0,78 Pa e sob temperatura ambiente por 3 h.

Foram montadas oito amostras de pisos bambu-MDF com as dimensões finais de 700 mm x 130 mm

x 9 mm (comprimento x largura x espessura). Cada amostra de piso foi cortada na metade do comprimento, resultando em 16 amostras de 350 mm x 130 mm x 9 mm (comprimento x largura x espessura). Oito dessas amostras foram destinadas ao tratamento termomecânico (PT) e as outras oito não sofreram tratamento (PS).

Tratamento termomecânico do piso bambu-MDF

As amostras de piso bambu-MDF destinadas ao tratamento termomecânico foram submetidas à prensa da marca Wabash (Figura 2), sob condições de temperatura de 160 °C, tempo de prensagem de 15 min e pressão de 1,0 MPa.



Fotos: Divino Eterno Teixeira

Figura 2. Tratamento termomecânico do piso bambu-MDF realizado no Laboratório de Produtos Florestais: termopares de temperatura na prensagem (A); leitura de temperatura (B) e aspecto do piso após tratamento (C).

Figure 2. Thermomechanical treatment of the bamboo-MDF floor conducted at the Forest Products Laboratory: temperature thermocouples on pressing (A), temperature checking (B) and appearance of the floor after treatment (C).

Ensaio físico-mecânicos no piso experimental de bambu-MDF e no comercial

As propriedades físico-mecânicas do piso laminado, produzido experimentalmente com chapa MDF crua revestida com laminado de bambu, foram comparadas com as propriedades de piso laminado padrão, adquirido no comércio local. Esse piso laminado, usado como padrão de comparação, é produzido por uma empresa líder na área de pisos e é composto de chapa de MDF revestido de laminado de madeira, categorizado como classe AC4, com proteção contra cupins e com camada de balanceamento. O balanceamento consiste na camada inferior, que protege o piso laminado contra umidade e assegura maior estabilidade dimensional, ou seja, impede que o piso se deforme. Uma ilustração dos dois tipos de pisos é apresentada na Figura 3.



Figura 3. Piso laminado bambu-MDF, faces superior/inferior (A) e piso laminado comercial (B).

Figure 3. Bamboo-MDF laminated floor, up and lower faces (A) and commercial laminated floors (B).

Na Tabela 1 é apresentado o delineamento experimental utilizado para comparação entre os dois tipos de pisos.

Tabela 1. Delineamento do experimento composto por piso laminado bambu-MDF e piso laminado comercial avaliados no Laboratório de Produtos Florestais (LPF).

Table 1. Experimental design composed of the laminated bamboo-MDF and commercial flooring evaluated at the Forest Products Laboratory (LPF).

Tratamento	Condição
PS	Piso laminado Bambu-MDF produzido no laboratório e sem nenhum tratamento.
PT	Piso laminado Bambu-MDF produzido no laboratório e com pós-tratamento termomecânico.
PC	Piso laminado comercial adquirido no comércio local.

Após a climatização, as amostras de piso bambu-MDF tratado e sem tratamento (PT e PS, respectivamente) e de piso comercial (PC) foram cortadas em corpos de prova para serem submetidas aos ensaios físicos e mecânicos, de acordo com a European Norm - EN 310 (European Standards, 1992) e American Society for Testing and Materials - ASTM D1037 (ASTM, 2012). Os ensaios realizados foram: massa específica aparente (a 12%), flexão estática (módulo de ruptura - MOR e de elasticidade - MOE), dureza Janka, absorção de água e inchamento em espessura após 24 h de imersão em água e resistência à abrasão.

Para o teste de resistência à abrasão, as amostras de piso foram cortadas em corpos de prova de dimensões de 95 mm x 95 mm x 9 mm (comprimento x largura x espessura). Foram testados oito corpos de prova por

tratamento, seguindo as normas NBR 14.535 (ABNT, 2008) e NBR 14.833 (ABNT, 2014).

Os corpos de prova foram pesados em uma balança analítica com 0,0001 g de precisão, fixados nos discos rotativos do abrasímetro Taber com roda H18 e submetidos a 500 ciclos de rotação e carga de 1000 g. Durante esse processo, pode ocorrer um “empastamento” dos rebolos. Por esse motivo, foi feita limpeza a cada 150 ciclos com lixa de grana 180 e pincel com cerdas macias.

A variação de massa observada entre a pesagem inicial e após o teste, para cada amostra, foi determinada para o cálculo da taxa de desgaste. A taxa de desgaste da amostra foi determinada pela Equação 1.

$$TD = 100 \times \frac{(A-B)}{C} \quad (1)$$

Em que; TD é a taxa de desgaste (g) por 100 ciclos; A é a massa da amostra antes do ensaio (g); B é a massa da amostra após o ensaio (g) e C é o número de ciclos de abrasão realizados.

Os resultados obtidos foram utilizados nos cálculos das propriedades físico-mecânicas e submetidos à análise de variância (ANOVA), ao teste de homogeneidade de variâncias de Levene e ao teste de médias de Tukey HSD ($p < 0,05$).

Resultados

Os resultados médios das estimativas da massa específica aparente (MEA) a 12% de umidade, para o piso bambu-MDF sem tratamento e para o piso tratado termomecanicamente, além do piso comercial usado como referência, estão apresentados na Figura 4.

O tratamento termomecânico causou uma diminuição na estimativa da massa específica aparente de 2,8%, ou seja, o piso ficou mais leve, devido à perda de massa. A espessura média do piso não tratado foi de 8,66 mm e do tratado de 8,55 mm, ambos com baixo coeficiente de variação (0,55%), demonstrando que o controle de produção dos pisos foi bem eficiente. O piso comercial tem maior massa específica aparente e espessura média de 9,12 mm e coeficiente de variação de 0,37%.

As estimativas de flexão estática do piso estão apresentadas na Figura 5. As estimativas dos módulos de ruptura (MOR) do piso de bambu-MDF foram estatisticamente iguais ou superiores àquela do piso comercial, devido à maior resistência do material bambu-

MDF em relação ao piso unicamente de MDF. Os valores do módulo de elasticidade (MOE) dos diferentes tipos de piso testados não apresentaram diferenças significativas e o tratamento do piso de bambu-MDF não alterou as propriedades de MOE e de MOR.

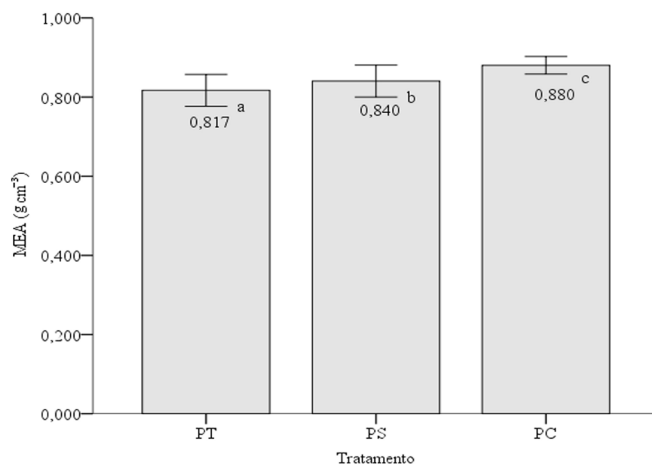


Figura 4. Estimativas de massa específica aparente (MEA) dos pisos laminados de bambu-MDF e comercial. Os valores são as médias; as barras são os desvios padrões; as letras diferentes são médias com diferença significativa pelo teste de Tukey HSD ($p < 0,05$); PS = piso de bambu-MDF sem tratamento; PT = piso de bambu-MDF com tratamento termomecânico e PC = piso comercial classe AC4.

Figure 4. Estimates of the apparent specific mass (MEA) of laminated bamboo-MDF and commercial floors. Values are means; bars are standard deviation; different letters indicate significant difference by the Tukey HSD test ($p < 0.05$); PS = bamboo-MDF floor without treatment; PT = bamboo-MDF floor with thermomechanical treatment; PC = class AC4 commercial floor.

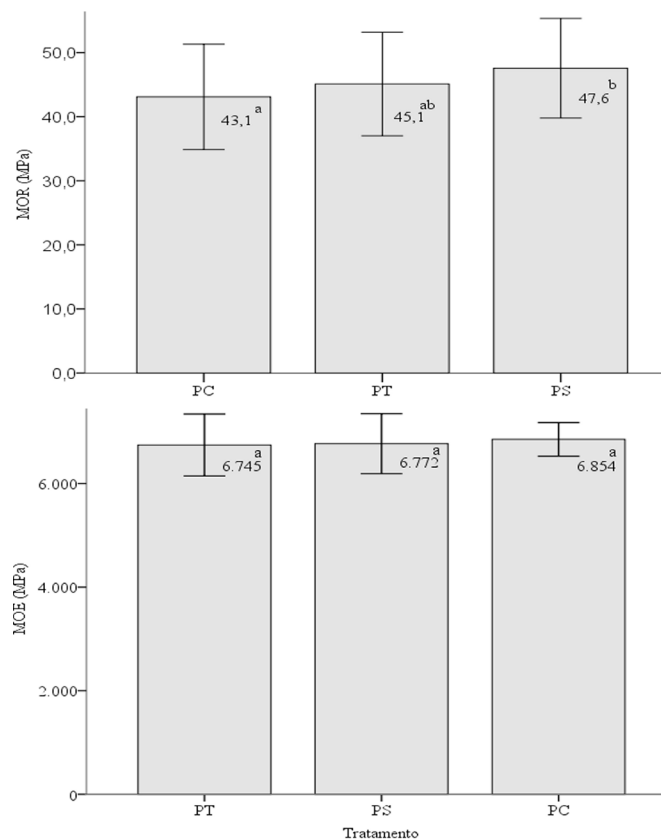


Figura 5. Estimativas de flexão estática dos pisos de bambu-MDF e comercial. Os valores são as médias; as barras são os desvios padrões; as letras diferentes são médias com diferença significativa pelo teste de Tukey HSD ($p < 0,05$); PS = piso de bambu-MDF sem tratamento; PT = piso de bambu-MDF com tratamento termomecânico; PC = piso comercial classe AC4; MOR = módulo de ruptura e MOE = módulo de elasticidade.

Figure 5. Estimates of static bending of laminated bamboo-MDF and commercial floors. Values are means; bars are standard deviation; different letters indicate significant difference by the Tukey HSD test ($p < 0.05$); PS = bamboo-MDF floor without treatment; PT = bamboo-MDF floor with thermomechanical treatment; PC = class AC4 commercial floor; MOR = modulus of rupture; MOE = modulus of elasticity.

As estimativas de dureza Janka constam na Figura 6 e as de estabilidade dimensional na Figura 7. A dureza Janka do piso de bambu-MDF foi em média 30% superior à do piso comercial, sendo que o tratamento do piso de bambu-MDF não alterou essa propriedade. Os pisos de bambu-MDF foram bem menos estáveis que o comercial, com altos valores de absorção de água e inchamento em espessura. O tratamento termomecânico aumentou em 36% e 76%, respectivamente, a absorção de água (AA) e o inchamento em espessura (IE). Nota-se que a absorção e o inchamento são causados quase que totalmente pela chapa de MDF do substrato, uma vez que a espessura do revestimento de bambu pouco contribuiu para isso. Houve também encanoamento de cerca de 2% no piso bambu-MDF, provavelmente pela diferença de contrações dos materiais utilizados.

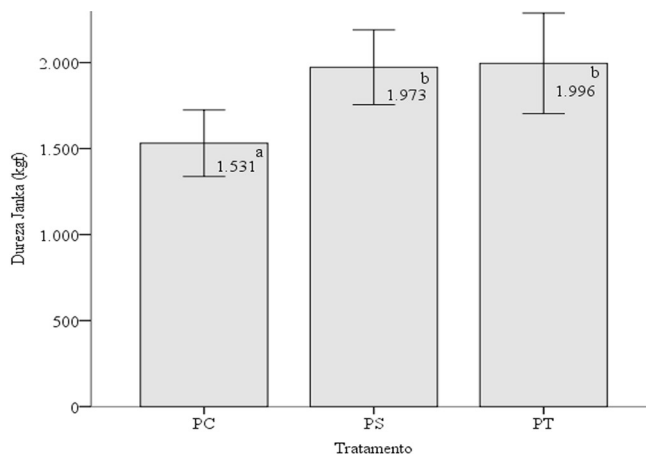


Figura 6. Estimativas de dureza Janka dos pisos de bambu-MDF e comercial. Os valores são as médias; as barras são os desvios padrões; as letras diferentes são médias com diferença significativa pelo teste de Tukey HSD ($p < 0,05$); PS = piso de bambu-MDF sem tratamento; PT = piso de bambu-MDF com tratamento termomecânico e PC = piso comercial classe AC4.

Figure 6. Estimates of Janka hardness of Bamboo-MDF and commercial floors. Values are means; bars are standard deviation; different letters indicate significant difference by the Tukey HSD test ($p < 0.05$); PS = bamboo-MDF floor without treatment; PT = bamboo-MDF floor with thermomechanical treatment; PC = class AC4 commercial floor.

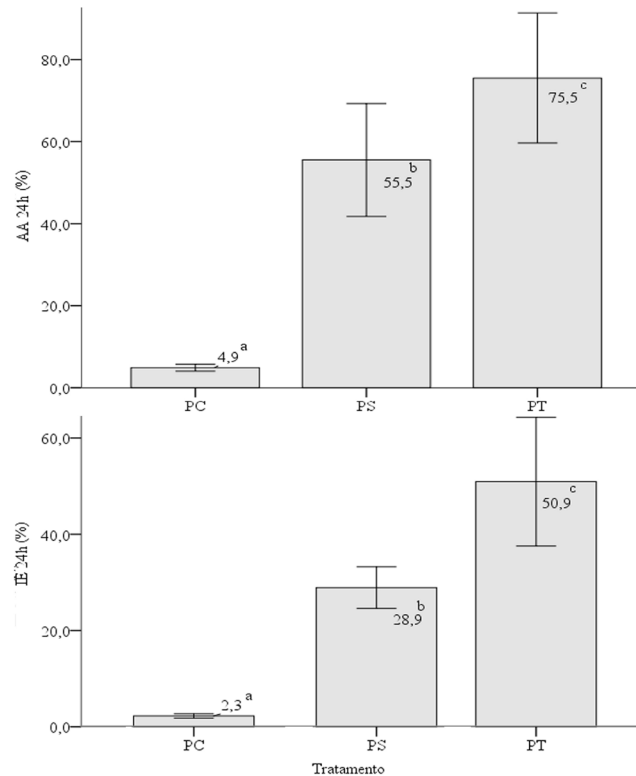


Figura 7. Estimativas de absorção de água (AA) e inchamento em espessura (IE) dos pisos de bambu-MDF e comercial. Os valores são as médias; as barras são os desvios padrões; as letras diferentes são médias com diferença significativa pelo teste de Tukey HSD ($p < 0,05$); PS = piso de bambu-MDF sem tratamento e PT = piso de bambu-MDF com tratamento termomecânico; PC = piso comercial classe AC4.

Figure 7. Estimates of thickness swelling (IE) and water absorption (AA) of bamboo-MDF and commercial floors. Values are means; bars are standard deviation; different letters indicate significant difference by the Tukey HSD test ($p < 0.05$); PS = bamboo-MDF floor without thermomechanical treatment; PT = bamboo-MDF floor with treatment; PC = class AC4 commercial floor.

Os resultados do teste de resistência à abrasão estão apresentados na Tabela 2.

Os pisos tratados e não tratados apresentaram alta estimativa de resistência à abrasão e foram mais resistentes que o piso comercial. O ponto inicial de desgaste do piso bambu-MDF o classifica na classe máxima de resistência (AC5), chegando ao ponto

inicial de desgaste de 6.500 rotações. O comercial é categorizado como AC4, conforme informação impressa no material pelo fabricante. Em termos de perda de massa e taxa de desgaste por massa e por mm, não

houve diferença entre as duas condições do piso de bambu-MDF. Quanto à estimativa da taxa de desgaste, o tratamento resultou em um material com menor taxa, com diminuição de 36% em relação ao não tratado.

Tabela 2. Estimativas obtidas a partir do teste de resistência à abrasão dos pisos de bambu-MDF e comercial.

Table 2. Estimates of the abrasion resistance test of the bamboo-MDF and commercial floors.

Tratamento	PM (mg)	TD (mg/100 ciclos)	TD (mm)	IP (rotações/classe)
PS	78,68 ^a (24,9%)	15,74 ^a (24,9%)	0,083 ^a (50,1%)	6.500 AC5
PT	50,24 ^a (45,5%)	10,05 ^a (45,5%)	0,095 ^a (33,3%)	6.500 AC5
PC	127,58 ^b (19,7%)	25,52 ^b (19,7%)	0,081 ^a (29,0%)	4.000 AC4

PS = piso de bambu-MDF sem tratamento termomecânico; PT = piso de bambu-MDF com tratamento termomecânico; PC = piso comercial classe AC4; PM: perda de massa; TD: taxa de desgaste; IP: ponto inicial de desgaste e classe, conforme NBR 14.833 (ABNT, 2014); os valores entre parênteses são coeficientes de variação; as letras diferentes são médias com diferença significativa pelo teste de Tukey HSD ($p < 0,05$).

Discussão

Os resultados demonstram que os pisos estudados, bem como o comercial, apresentam estimativas de massa específica alta, com potencial técnico para usos que requeiram resistência mecânica, dureza e resistência à abrasão, proporcionando boa performance (Koga, 2001; Padilha et al., 2006). A massa específica aparente (MEA) média dos pisos de bambu-MDF produzidos ($0,828 \text{ g cm}^{-3}$), foi maior do que publicada por Paes et al. (2010), de $0,780 \text{ g cm}^{-3}$. Esses autores produziram e compararam pisos laminados de bambu (*Dendrocalamus giganteus*), e de madeiras de sucupira (*Bowdichia nitida*), jatobá (*Hymenaea courbaril*) e ipê (*Tabebuia* sp.), muito empregadas na fabricação de pisos (Andrade, 2015). Esses valores de MEA classificam o piso como de alta densidade, de acordo com a classificação proposta em LPF (2015) para massa específica acima de $0,720 \text{ g cm}^{-3}$. A massa específica da madeira é considerada uma característica de grande importância para espécies utilizadas na fabricação de pisos e na construção civil (IPT, 2013).

Com estimativas dos módulos de ruptura (MOR) e de elasticidade (MOE), os resultados mostram que o piso de bambu-MDF é muito resistente (Figura 5), e sugerem que pode ser usado também como piso suspenso, sem necessidade de um contrapiso em uma construção elevada, desde que usando no cálculo estrutural o vão adequado.

Ameh & Shittu (2021) estudaram o uso de *Bambusa vulgaris* para produção de pisos. Amostras com 20 mm de espessura foram ensaiadas e os resultados de MOR variaram de 56,7 a 76,4 MPa, sendo superiores aos do presente estudo, porém com 100% de bambu e com maior espessura. Esses autores observaram também que o MOE variou entre 3.819 e 5.500 MPa, valores inferiores aos do piso de bambu-MDF que teve média de 6.758 MPa. Esses resultados indicam que o bambu é um material com alta resistência mecânica e rigidez (Moizés, 2007).

A alta dureza do piso experimental (Figura 6), em comparação ao comercial, é um resultado que reflete, além da alta massa específica, a resistência mecânica conferida pelo bambu na superfície da peça. O valor médio de dureza Janka de 1.985 kgf obtido para o piso estudado está acima daqueles de 14 espécies de madeiras tropicais brasileiras usadas no projeto de pisos da Associação Nacional dos Produtores de Pisos de Madeira (ANPM) (Andrade, 2015), que variaram de 525 a 1.468 kgf. Esta é uma das principais propriedades para pisos, conferindo qualidade na produção de pisos de madeira (Padilha et al., 2006).

A baixa estabilidade dimensional do piso produzido com bambu, quando comparado ao comercial, deve-se à falta da camada de estabilização (Figura 7). Nesse aspecto, o piso de bambu-MDF em questão deve ser usado em ambiente seco, com restrições de exposição à umidade, assim como os pisos laminados comerciais.

Quanto à resistência à abrasão, com perda de massa de 50,24 e 78,68 mg para os pisos de bambu tratado termomecanicamente e não tratado, respectivamente, os resultados (Tabela 2) foram bem inferiores aos encontrados por Koga (2001), de 0,386 g. Esses resultados são também bem menores que os de um projeto de pisos de madeiras maciças de 14 espécies florestais tropicais brasileiras, de acordo com dados de Andrade (2015), cuja perda de massa variou de 0,100 a 0,612 g. A menor perda de massa explica a maior dureza do piso contendo bambu como superfície, o qual pode ser aplicado em locais de alto tráfego de pessoas, conforme norma NBR 14833 (ABNT, 2014).

Koga (2001) realizou testes de desgaste abrasivo em placas, de laminado colado de bambu (*D. giganteus*) para piso, comparando com os de madeira de maçanduba, ipê e peroba-rosa. O piso de bambu apresentou desempenho similar ao de maçanduba, considerada a melhor madeira dentre as espécies testadas no ensaio de abrasão. Em outro estudo, Paes et al. (2010) reportaram resultados de um piso de bambu de *D. giganteus*, onde o desgaste à abrasão foi inferior ao de jatobá, porém superior ao de ipê e sucupira.

Conclusões

Os pisos laminados de bambu-MDF apresentam propriedades iguais ou superiores ao piso comercial produzido por empresa líder do setor, sendo mais leve e apresentando maior dureza e maior resistência à abrasão, que são as propriedades mais importantes para pisos residenciais, além de apresentar maior resistência à flexão estática.

A classificação obtida no teste de abrasão é a maior (AC5), conforme a norma brasileira, podendo ser utilizado como piso comercial e em local sujeito a alto tráfego.

A única desvantagem do piso produzido é quanto à estabilidade dimensional, sendo muito mais susceptível à umidade. Entretanto, essa propriedade pode ser melhorada com uso de uma camada estabilizante, como aplicada no piso comercial.

O uso de bambu na composição do piso torna o produto mais sustentável e pode ser uma alternativa de matéria prima para o setor de pisos laminados no Brasil.

Agradecimentos

O trabalho foi financiado e apoiado pelo Centro de Pesquisa em Bambu e Fibras Naturais (CPAB) da Universidade de Brasília (UnB), através de Edital N° 02/2019/CPAB - UnB/AÇÃO BAMBU em todas suas etapas.

Referências

- Ameh, O. J. & Shittu, K. A. Laminated bamboo board: a sustainable alternative to timber board for building construction. **Journal of Civil and Environmental Studies**, v. 6, n. 1, 2021. <https://doi.org/10.36108/laujoces/1202.60.0170>.
- Andrade, A. **Pisos de madeira**: características de espécies brasileiras. Piracicaba: ANPM, 2015. 184 p.
- ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 14.535**: móveis de madeira: requisitos e ensaio para superfície pintada. Rio de Janeiro, 2008. 32 p.
- ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 14.833**: revestimentos de pisos laminados melamínicos de alta resistência. Rio de Janeiro, 2014. 44 p.
- ASTM. American Society for Testing and Materials. **ASTM D1037-12**: standard test methods for evaluating properties of wood-base fiber and particle panel materials. Annual Book for ASTM Standard. West Conshohocken, 2012.
- Chen, F. et al. The bending properties of bamboo bundle laminated veneer lumber (BLVL) double beams. **Construction and Building Materials**, v. 119, p. 145-151, 2016. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2016.03.114>.
- European Standards. **EN 310**: wood-based panels; determination of modulus of elasticity in bending and of bending strength. Belgium, 1992.
- IBÁ. Indústria Brasileira de Árvores. **Pisos laminados**. Disponível em: <https://www.iba.org/pisos-laminados>. Acesso em: 13 mar. 2020a.
- IBÁ. Indústria Brasileira de Árvores. **Relatório 2019**. Disponível em: <https://www.iba.org/datafiles/publicacoes/relatorios/iba-relatorioanual2019.pdf>. Acesso em: 13 mar. 2020b.
- INBAR. International Bamboo and Rattan Organization. **Global bamboo and rattan congress**: BARC 2018. Beijing, China. 2018.
- IPT. Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo. **Catálogo de madeiras brasileiras para a construção civil**. São Paulo, 2013.
- Koga, R. C. **Análise da resistência à abrasão de painéis de madeira serrada e bambu laminado colado como elementos de piso em edificações**. 2001. 117 f. Dissertação (Engenharia Mecânica) – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Guaratinguetá.

- LPF. Laboratório de Produtos Florestais. **Banco de dados de madeiras brasileiras**. 2015. Disponível em: <https://lpf.florestal.gov.br/pt-br/madeiras-brasileiras>. Acesso em: 05 ago. 2021.
- Moizés, F. A. **Painéis de bambu, uso e aplicações**: uma experiência didática nos cursos de Design em Bauru. 2007. 116 f. Dissertação (Mestrado em Desenho Industrial) - Universidade Estadual Paulista, Bauru.
- Padilha, C. et al. Avaliação da qualidade da madeira de *Eucalyptus* sp para utilização em pisos. **Scientis Forestalis**, n. 71, p. 141-147, 2006.
- Paes, J. B. et al. Caracterização e aspecto de um piso confeccionado com bambu (*Dendrocalamus giganteus* Munro). **Revista Ciência da Madeira**, v. 1, n. 1, p. 52-67, 2010. <http://dx.doi.org/10.12953/2177-6830.v01n01a05>.
- Perazzelli, B. & Pereira, M. A. R. O uso do bambu laminado colado na confecção de mobiliário. **Estudos em Design**, v. 22, n. 1, p. 1-6, 2014.
- Ventura, F. C. et al. Verificação de aplicabilidade do adesivo de óleo de mamona na confecção de bambu laminado colado. In: International Workshop-Advances in Cleaner Production, 4., 2013, São Paulo. **Anais** [...]. São Paulo, 2013. 10 p.