

## Resistência biológica de painéis aglomerados produzidos a partir de resíduos agrícolas e urbanos

Laura Hoffmann de Oliveira<sup>1</sup>, Amanda Grassmann da Silveira<sup>1</sup>, Talita Baldin<sup>1</sup>, Maiara Talgatti<sup>1</sup>, Elio José Santini<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Ciências Rurais, Departamento de Ciências Florestais, Santa Maria, RS, Brasil. E-mail: laura-hoff@hotmail.com (ORCID: 0000-0001-5107-813X); amandagrassmann@gmail.com (ORCID: 0000-0002-5789-0513); talitabaldin@hotmail.com (ORCID: 0000-0003-4461-5974); maiara.talgatti@hotmail.com (ORCID: 0000-0001-5535-922X); ejsantini@gmail.com (ORCID: 0000-0003-0133-4654)

**RESUMO:** O presente estudo teve por objetivo avaliar a resistência biológica de painéis aglomerados, confeccionados a partir de resíduos agrícolas (engajo-uva, capimannoni), urbanos (embalagem cartonada, plástico) e florestal (madeira *Pinus* sp.), ao ataque de fungo causador da podridão branca, *Pycnoporus sanguineus*. Para as avaliações foi realizado o ensaio de apodrecimento acelerado segundo as recomendações da norma americana ASTM D 2017. Os corpos de prova foram retirados do centro dos painéis, com dimensões de 2,0 x 2,0 cm, totalizando 25 amostras, divididas em 5 tratamentos. Em seguida determinou-se a resistência ao ataque do fungo por meio da perda de massa. As médias a 5% de significância diferiram estaticamente, entre 3 tratamentos pelo teste Duncan. A microscopia de varredura (MEV) permitiu a visualização das partículas dos painéis antes e após o ataque do fungo, facilitando a compreensão dos resultados obtidos na perda de massa. O painel 100% madeira de pinus, classificou-se como não resistente, sendo que a adição de porcentagens de resíduos agrícolas (engajo, capimannoni) e urbanos (cartonadas e plástico) melhorou a classe de resistência dos painéis, passando a ser resistentes e muito resistentes, respectivamente.

**Palavras-chave:** biodeterioração; fungo apodrecedor; sustentabilidade

## Biological properties of particleboard produced from waste agricultural and urban

**ABSTRACT:** The objective of this study was to evaluate the biological resistance of agglomerated panels made from agricultural residues (grapevine, annoni grass), urban (carton pack, plastic) and forest (*Pinus* sp. Wood) of white rot, *Pycnoporus sanguineus*. For the evaluations, the accelerated rotting test was performed according to the recommendations of the American standard ASTM D 2017. The specimens were removed from the center of the panels, with dimensions of 2.0 x 2.0 cm, totaling 25 samples divided into 5 treatments. The resistance to attack of the fungus was then determined by mass loss. The averages at 5% of significance differed statically, among 3 treatments by the Duncan test. Scanning microscopy (SEM) allowed visualization of the panel particles before and after the fungus attack, facilitating the understanding of the results obtained in the loss of mass. The 100% panel of pine wood was classified as non-resistant, and the addition of percentages of agricultural residues (stump, annoni grass) and urban (carton and plastic) residues improved the resistance class of the panels, becoming resistant and very resistant, respectively.

**Key words:** biodeterioration; decay fungi; sustainability

## Introdução

Os processos que visam o melhor aproveitamento da matéria prima, os quais se inserem no princípio de gestão ambiental, ganham importância no segmento das indústrias e instituições de pesquisas, pois são capazes de atrelar os segmentos ambiental e social, garantindo desta maneira vantagens econômicas (Weber & Iwakiri, 2015). Diante da demanda existente na sociedade por soluções que reduzam os impactos ambientais, somada a necessidade da indústria por matéria prima de qualidade, traria na utilização de resíduos para a fabricação de chapas aglomeradas como uma das alternativas para tais problemas.

As primeiras indústrias de painéis no mundo tinham como propósito inicial o aproveitamento dos resíduos, porém no Brasil essa prática ainda é incipiente em nível industrial, restringindo-se a trabalhos acadêmicos, realizados em escala laboratorial (Pierre et al., 2014). Nesse cenário, inserem-se alternativas com elevado potencial para desenvolvimento de novos produtos. Produtos decorrentes de consórcios entre diversos materiais lignocelulósicos e de resíduos da atividade humana, que não possuem uma reciclagem adequada e que são de difícil decomposição (Macedo et al., 2015).

Os benefícios da inserção resíduos agroindustriais, conforme mencionado por Mendes et al. (2010), proporcionam valor agregado ao resíduo, bem como, mostra-se uma importante ferramenta para suprir a crescente demanda na indústria de painéis de madeira, além de possibilitar sua expansão, diminuir a utilização de materiais lenhosos e, conseqüentemente, a pressão sobre as florestas, e ainda reduzir custos de produção dos painéis, tornando-os ainda mais competitivos no cenário econômico.

No mercado madeireiro, produtos à base de madeira que, reconhecidamente são classificados como resistentes a deterioração por fungos apodrecedores, apresentam ampla aceitação e difusão de emprego e, conseqüentemente, agregam maior valor de comercialização (Stangerlin et al., 2011). O fungo xilófago denominado de *Pycnoporus sanguineus*, degrada celulose, hemicelulose e lignina e caracteriza-se, principalmente, pela grande habilidade em degradar ou modificar a lignina, o que pode resultar em alterações nas propriedades físicas e mecânicas do material (Rowell, 2012).

Painéis que apresentam elevada durabilidade aos organismos decompositores, destacam-se pelo amplo espectro de utilização, um fator que pode influenciar na resistência dos aglomerados, é o tipo de adesivo, pois o mesmo pode ser formulado com preservantes. A resina uréia-formaldeído não apresenta propriedade fungicida e inseticida, em geral, para painéis confeccionados com a mesma, é indicado tratamento com produtos preservativos, para evitar o ataque de organismos xilófagos (Belini et al., 2014; Gatani et al., 2013)

Avaliar a durabilidade de painéis constituídos de resíduos urbanos e agrícolas contribui para o desenvolvimento e a entrada desses materiais na indústria e, assim, assegurar o

descarte seguro. Diante do exposto, o objetivo deste trabalho foi avaliar a resistência biológica de painéis confeccionados a partir de resíduos agrícolas e urbanos ao ataque de fungo *Pycnoporus sanguineus*, causador da podridão branca.

## Material e Métodos

### Obtenção e preparo do material

No experimento foram utilizados painéis de diferentes materiais, confeccionados com partículas de madeira de (*Pinus sp.*) e resíduos agrícolas e urbanos, dentre eles: embalagem cartonada, engaço-uva, capimannoni, plástico. As partículas foram pesadas e misturadas ao adesivo ureia-formaldeído, água e catalisador a base de sulfato de amônio, em misturador tipo tambor rotatório, por meio de uma pistola acionada por compressor de ar. O colchão para a formação dos painéis foi formado manualmente em uma caixa formadora, pré-prensado a temperatura ambiente e levado para a prensa hidráulica de pratos quentes, onde foi aplicada uma pressão específica de 30 kgf/cm<sup>2</sup>, a temperatura de 180°C, por aproximadamente 15 minutos. Após a prensagem a quente, os compósitos foram identificados, lixados e dispostos em câmara climatizada.

Os painéis foram confeccionados utilizando diferentes proporções de madeira e resíduos, resultando nos seguintes tratamentos: T1 (50% madeira e 50% engaço uva), T2 (50% madeira e 50% plástico), T3 (50% madeira e 50% capimannoni), T4 (50% madeira e 50% embalagem cartonada) e T5 (100% madeira).

Os corpos de prova foram obtidos da parte central dos painéis, com dimensões de 2,0 x 2,0 cm, foram confeccionadas 25 amostras, sendo 5 repetições de cada tratamento, antes da exposição aos organismos, as mesmas foram pesadas e colocadas em sala de climatização a 21°C e 65% de umidade relativa, até atingirem peso constante. As colônias com fragmentos do fungo *Pycnoporus sanguineus* foram cedidas pelo Setor de Biodegradação e Preservação da Madeira - LPF/ IBAMA. O ensaio de apodrecimento acelerado foi realizado de acordo com os procedimentos da norma americana ASTM D 2017 (ATSM, 2005).

### Ensaio de apodrecimento acelerado

A etapa experimental, foi conduzida no Laboratório de Fitopatologia da Universidade Federal de Santa Maria, para montagem do experimento, foram utilizados vidros com capacidade de 500 ml, preenchidos com 100g de solo. O solo utilizado foi previamente levado a laboratório para realização de análise física, a qual forneceu informações referentes ao teor de umidade, pH e capacidade de retenção. Com os resultados, pode-se fazer as correções conforme metodologia proposta pela ASTM, onde foi adicionado uma porcentagem de calcário para correção de pH a 6,0 e água destilada para tornar a umidade a 130% da capacidade de campo.

Cada tratamento recebeu uma placa alimentadora de *Pinus elliottii*, após a montagem dos tratamentos, os frascos

foram submetidos à esterilização em autoclave por 40 minutos a temperatura de 120°C. Posteriormente, os frascos receberam os fragmentos da colônia do fungo *P. sanguineus*. O estabelecimento da colônia de fungos deu-se no decorrer de 4 semanas, em ambiente com temperatura e luminosidade controladas. Após o período de incubação, cada amostra foi adicionada a um frasco, entrando em contato com o fungo, que já tinha se desenvolvido sobre a placa suporte, permanecendo por 16 semanas nessas condições.

Terminado período de exposição, os corpos de prova foram retirados dos vidros, a cobertura do micélio que envolvia as amostras foi removida, sendo levados à sala de climatização, fornecendo o ambiente semelhante ao início do processo, para a estabilização, e obtenção do peso final.

A perda de massa foi calculada com base na massa inicial e final dos corpos de prova, definindo desta forma a resistência natural. Para avaliação das amostras ao ataque do fungo, foi comparada a perda de massa sofrida pelo painel com os valores apresentados pela ASTM D-2017 (2005), conforme apresentado na Tabela 1.

**Tabela 1.** Classes de resistência da madeira a fungos xilófagos (ASTM, 2005).

Classes de resistência	Perda de massa	Massa residual
	(%)	
Muito resistente	0 – 10	90 – 100
Resistente	11 – 24	76 – 89
Resistência moderada	25 – 44	56 – 75
Não-resistente	≥ 45	≤ 55

### Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV)

Para análise das partículas dos painéis, realizou-se microscopia eletrônica de varredura (MEV), com o objetivo de compará-las com as que foram expostas ao ataque do fungo e as que não sofreram exposição. As amostras que não foram expostas ao fungo, foram mantidas em sala climatizada, a 21°C e umidade relativa de 65%. A análise foi desenvolvida em microscópio eletrônico da marca TESCAN, equipamento VEGA3. As amostras foram previamente metalizadas com uma fina camada de ouro, através do equipamento *sputtering* e coladas nos 'stubs', suportes individualizados de aço inoxidável, em formato de pequenos cilindros com 12 mm de diâmetro, devidamente limpas e livres de umidade, as amostras levadas à microscopia eletrônica foram retiradas do interior de cada corpo de prova, em pequenas partículas. Foram utilizados elétrons secundários (Secondary Electron - SE) como detector, estes que resultam da interação do feixe eletrônico com o material da amostra e são de baixa energia (< 50 eV), gerando imagens com alta resolução (3-5 nm).

### Análise estatística

Para análise dos dados, o modelo experimental utilizado foi delineamento inteiramente casualizado, e analisados estatisticamente pelo teste de Duncan a 5% do nível de significância, com a utilização do pacote estatístico Genes (Cruz, 2001).

## Resultados e Discussões

Os valores médios de perda de massa estão apresentados na Tabela 2. Destaca-se que os painéis com porcentagem de capim-annoni (T3), não diferiram estatisticamente, dos confeccionados com resíduos urbanos (plástico (T2) e embalagem cartonada (T4)). Quando comparados os tratamentos T1 (50% madeira e 50% engaço-uva), T2 (50% madeira e 50% plástico) e T5 (100% madeira), ambos apresentaram diferença significativa.

De acordo com a classe de resistência da madeira a organismos xilófagos, proposta pela norma americana ASTM D 2017 (2005), os resultados indicam que o painel composto por 100% madeira (T5), não possui resistência ao fungo *Pycnoporus sanguineus*, com mais de 90% de decomposição. Contrário do painel 50% madeira e 50% plástico (T2), que se destacou como muito resistente, assim como o painel constituído com embalagem cartonada, com a mesma classificação, conforme a perda de massa média apresentada (Tabela 2).

Quanto ao efeito visual da exposição ao fungo apodrecedor, painéis antes do ensaio de apodrecimento acelerado (Figura 1A), e após as 16 semanas de exposição (Figura 1B), observa-se que no tratamento 100% madeira (T5) 4 das 5 repetições desagregaram-se completamente, descaracterizando o material. Nos tratamentos incorporando plástico (T2) e embalagem cartonada (T4), é possível perceber pequenas alterações dimensionais. Os tratamentos 1 e 3 apresentaram as maiores alterações no aspecto visual, entre os com adição de resíduos.

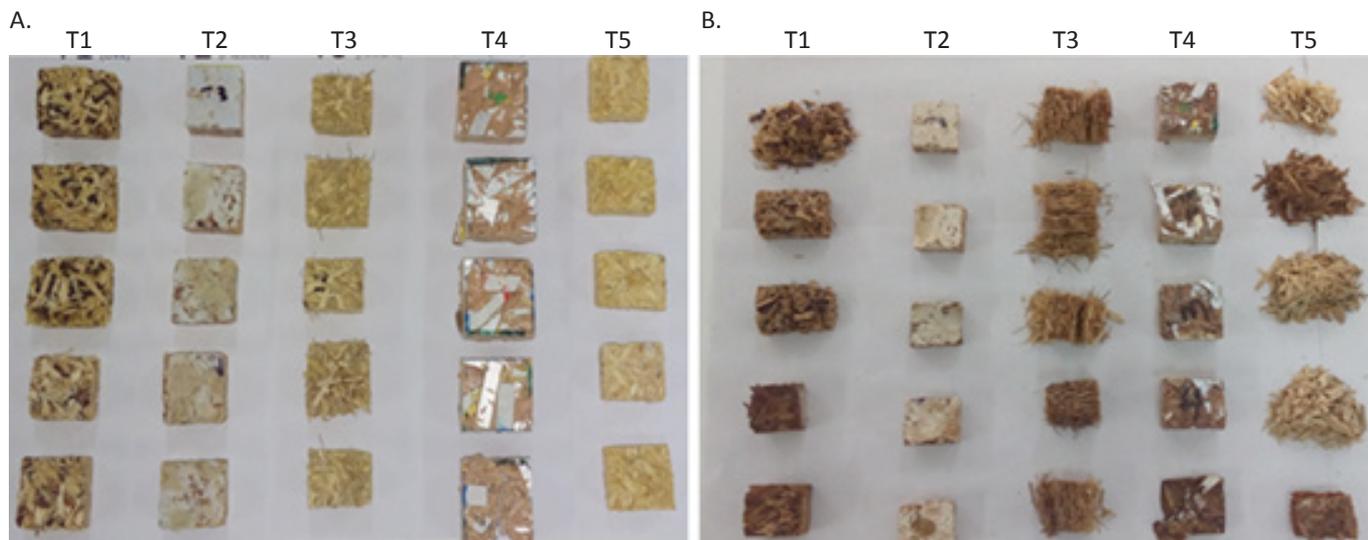
A madeira sólida de *Pinus taeda*, possui moderada resistência à deterioração, com perda de massa de mais de 40% quando exposto ao fungo de podridão branca (Modes et al., 2017). Porém em painéis compensados, produzidos com lâminas de *Pinus*, o produto é classificado como resistente, quando decomposto pelo mesmo fungo (Mendes et al., 2014). Nos painéis aglomerados percebemos o ataque mais intenso do fungo, causando praticamente a deterioração total do material, que pode ser explicado pela utilização das partículas, que facilitam o desenvolvimento das hifas na parte interna do painel.

A durabilidade dos materiais madeireiros está relacionada com das vias de acesso para os organismos se fixarem e de sua composição química (Almeida et al.,

**Tabela 2.** Comparação múltipla entre médias de perda de massa dos painéis pelo fungo *Pycnoporus sanguineus*, para os diferentes tratamentos.

Tratamentos	Perda de massa média (%)	Classe de resistência
1 Engaço-uva	21,56 b	R
2 Plástico	3,70 a	MR
3 Capimannoni	15,68 ab	R
4 Embalagem cartonada	4,14 a	MR
5 Pinus	92,83 c	NR

MR = Muito resistente; R = Resistente; RM = Resistência moderada; NR = Não resistente, ASTM D 2017 (2005). Médias com a mesma letra não são significativamente diferentes.



**Figura 1.** Painéis submetidos ao ensaio de apodrecimento acelerado, antes da exposição (A) e após 16 semanas de incubação (B).

2012). Considerando que os fungos de podridão branca se caracterizam por deteriorar, de modo indistinto a celulose, polioses e lignina (Rowell, 2012). Lembra-se que a norma recomenda a utilização do gênero *Pinus* para a confecção das placas alimentadoras, o que pode justificar o fato do tratamento 5 não apresentar resistência ao fungo.

Estudos realizados com capim-annoni, fornecem informações a respeito da qualidade de painéis aglomerados produzidos com espécie invasora, Baldin et al. (2016) indicam a inviabilidade técnica no uso do capim para produção de painéis, em situações que exijam resistência física e mecânica, porém não descartam o uso para objetos de decoração e isolamento acústico. Quanto à biodeterioração, seu uso poderia ser recomendado, pois o mesmo é considerado resistente conforme os resultados obtidos no estudo, mas o aspecto visual ficou comprometido, principalmente pelo contato com a umidade que causou inchamento nas amostras.

O resíduo proveniente da cultura de uva, formado pela armação do cacho da uva que suporta o fruto, conhecido por engaço, contém concentração de 15-16% de tanino (Prozil et al., 2013), se mastigado possui um sabor adstringente e difícil digestão, já que as enzimas digestivas não conseguem metabolizar esses precipitados (Taiz & Zeiger, 2013), por isso é descartado pela indústria, gerando o resíduo. O efeito inibitório do tanino à fungos apodrecedores já é estudado, o extrato é considerado um produto natural com potencial para ser aplicado na preservação de madeiras (Silveira et al., 2017). Visto que se trata de um material lignocelulósico com elevados teores de material fenólico (Prozil et al., 2013) o que pode explicar o fato do painel ter sido classificado resistente, conforme a Norma ASTM-2017.

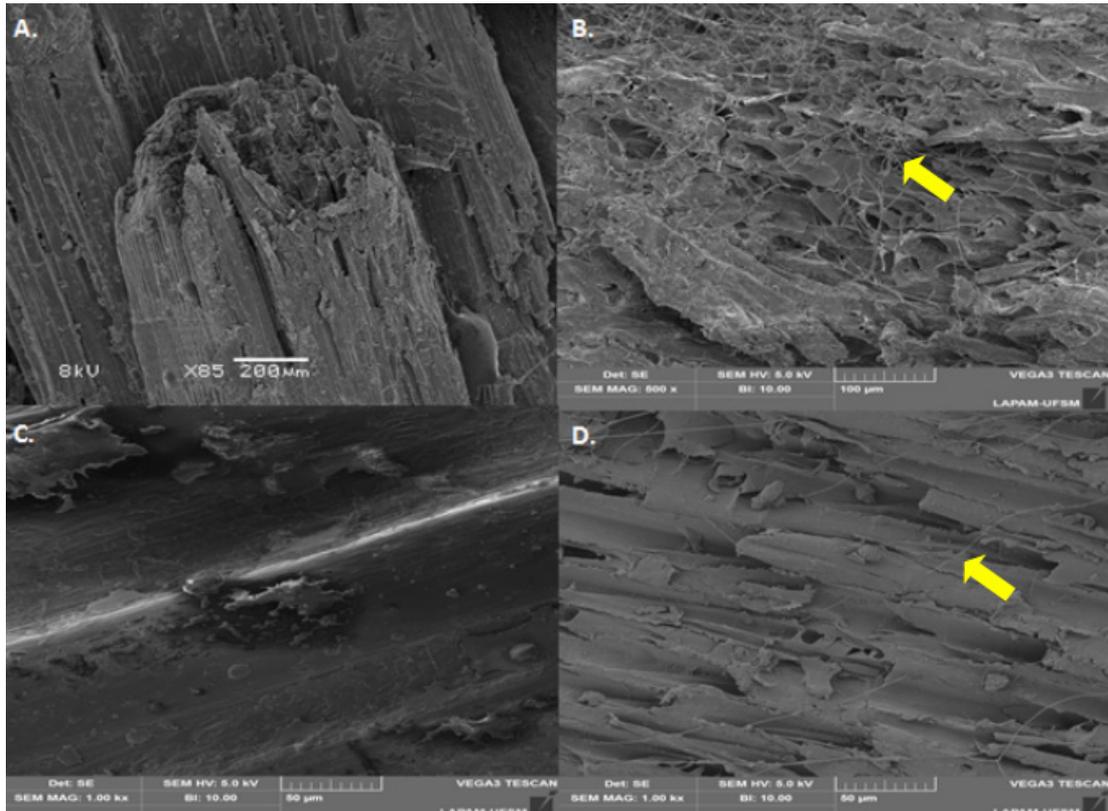
As embalagens cartonadas são constituídas de três materiais: papel, polietileno e alumínio, nas proporções, em peso, de 75%, 20% e 5%, respectivamente, o que a torna as resistentes, podendo resistir por longos períodos sem nenhum tipo de conservante (Noe et al., 2016). Explicação

que corrobora com o presente trabalho, pois a adição do resíduo na confecção de aglomerados, tornou os mesmos muito resistentes a decomposição, indicando o potencial do resíduo.

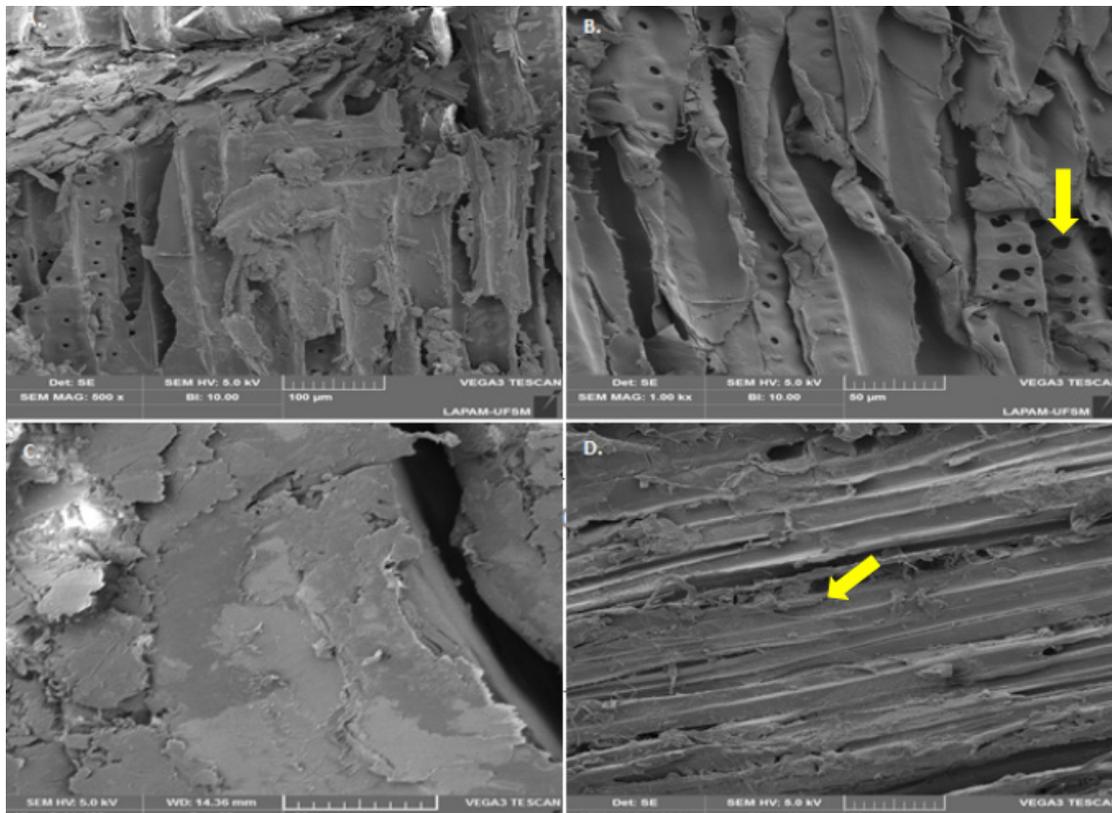
Os painéis de partículas aglomeradas, fabricados a partir de material lignocelulósico e porcentagens de embalagens plásticas (polipropileno) em sua matriz constituinte, têm grande potencial para usos específicos na indústria moveleira e construção civil (Macedo et al, 2015). Do mesmo modo, Talgatti et al. (2017) indicam a incorporação do poliestireno como alternativa para aumentar a qualidade chapas aglomeradas, quanto à densidade, módulos de ruptura/elasticidade e inchamento. Aliando tais fatores a alta resistência a biodeterioração, torna o produto indicado para uso externo, em ambientes adversos

Salienta-se o bom resultado obtido pelos painéis constituídos de plástico e embalagem cartonada, pois os mesmos são resíduos urbanos gerados em grande escala pela sociedade e são componentes de difícil deterioração no ambiente, seria um produto ecoeficiente. Termo que se refere a materiais que atendam às necessidades humanas, que ofereça qualidade de vida, que faça o uso de recursos naturais de maneira reduzida poupando assim o desgaste do planeta e que ainda ofereça um preço de mercado competitivo, atraindo consumidor (Alonge et al., 2014).

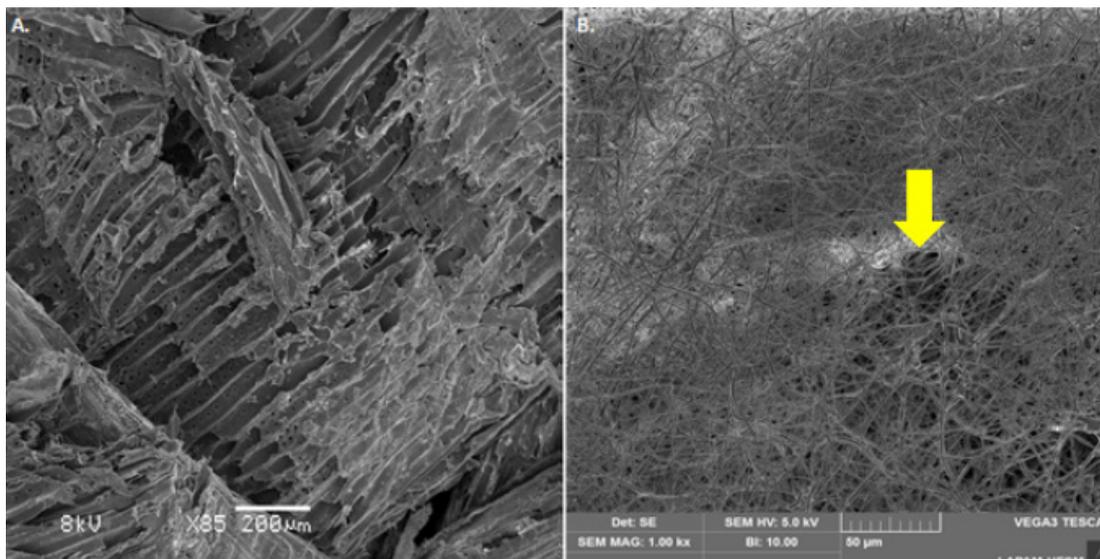
A utilização do MEV permite que sejam feitas observações diretas e simples das estruturas poliméricas, é uma ferramenta bastante utilizada para estudar superfícies, sendo eficaz para auxiliar no entendimento do desenvolvimento e ação dos fungos. Verifica-se na Figura 2 imagens de microscopia eletrônica de varredura, de partículas dos painéis constituídos com 50% madeira e 50% resíduos agrícolas, comparando-os antes da exposição ao fungo e após terem sido submetidas ao ensaio de apodrecimento acelerado, as imagens indicam que as hifas penetraram nas amostras, mesmo que as decomposições das mesmas não tenham ocorrido de forma acentuada.



**Figura 2.** Micrografia dos painéis submetidos a deterioração pelo fungo *Pycnoporus sanguineus*: (A) engaço uva (50%), sem exposição ao fungo, (B) engaço uva (50%) com 16 semanas de exposição ao fungo, (C) capim annoni (50%), sem exposição ao fungo, (D) capim annoni (50%), com 16 semanas de exposição. As setas indicam a presença de hifas dos fungos.



**Figura 3.** Micrografia dos painéis submetidos a deterioração pelo fungo *Pycnoporus sanguineus*: (A) Material Plástico (50%), sem exposição ao fungo, (B) Plástico (50%) com 16 semanas de exposição ao fungo, (C) Embalagem cartonada (50%), sem exposição ao fungo, (D) Embalagem cartonada (50%), com 16 semanas de exposição. As setas indicam a presença de hifas dos fungos.



**Figura 4.** Micrografia dos painéis submetidos à deterioração pelo fungo *Pycnoporus sanguineus*: (A) Pinus (100%), sem exposição ao fungo, (B) pinus (100%) com 16 semanas de exposição ao fungo, em diferentes resoluções. A setas indicam a presença de hifas dos fungos.

Os resíduos agrícolas utilizados no estudo são conhecidos por possuírem em sua composição metabólitos secundários, como compostos fenólicos, flavonóides e taninos, estes que podem afetar o crescimento, prejudicar o desenvolvimento e até mesmo inibir a germinação de outras espécies vegetais e de microrganismos (Gomes et al., 2013). A resistência dos painéis constituídos de resíduos agrícolas pode ser atribuída às características de sua composição, permitindo dessa maneira que sejam expostos a ambientes externos.

Nos tratamentos que foram utilizados plástico e cartonadas, as imagens demonstram pequenas alterações na estrutura interna dos painéis, não sendo possível identificar o desenvolvimento de hifas. É interessante destacar o desempenho da adição do plástico na composição dos painéis, pois os dois melhores tratamentos possuíam mesmo que de forma indireta o resíduo. Isso se explica pela baixa suscetibilidade destes resíduos poliméricos à decomposição por organismos, sendo de suma importância a reciclagem ou reutilização dos mesmos a fim de evitar danos ambientais (Ozório et al., 2015).

Nos painéis constituídos somente com partículas de *Pinus* houve intensa decomposição, comparando-o antes da exposição ao ataque do fungo (Figura 4A), e após 16 semanas em sala de incubação (Figura 4B), percebe-se o desenvolvimento acentuado do corpo fúngico, a grande presença de hifas. O micélio do fungo colonizou praticamente toda a amostra, confirmando e justificando o resultado encontrado na perda de massa média, sendo este tratamento classificado como não resistente.

## Conclusões

Painéis aglomerados produzidos com partículas de *Pinus* não apresentam resistência ao ataque de fungo causador da podridão branca, *Pycnoporus sanguineus*.

A adição de porcentagens de resíduos agrícolas (engajo, capimannoni) e urbanos (cartonadas e plástico) melhorou a classe de resistência biológica dos painéis, passando a serem considerados resistentes e muito resistentes, respectivamente.

A adição de resíduos agrícolas e urbanos em painéis de *Pinus*, melhoram suas propriedades.

## Literatura Citada

- Almeida, N.A.; Mendes, L.M.; Okino, E.Y.A.; Garlet, A.; Mori, F.A.; Mendes, R.F. Biodeterioração de produtos à base da madeira de cedro australiano (*Toona ciliata* M. Roem. var. *australis*). *Cerne*, v.18, n.1, p.17-26, 2012. <http://dx.doi.org/10.1590/S0104-77602012000100003>.
- Alonge, F.A.; Chamma, P.V.C.; Rocha, R.R. Produtos ecoeficientes na arquitetura: a produção de painéis feitos a partir do compósito de plástico e casca de arroz. *Periódico Eletrônico Fórum Ambiental da Alta Paulista*, v.10, n.1, 2014. <http://dx.doi.org/10.17271/198008271012014782>.
- American Society for Testing and Materials – ASTM D-2017. Standard method for accelerated laboratory test of natural decay resistance for woods. Philadelphia: ASTM 2005. p.5 (Annual Book of ASTM Standards, v.0410).
- Baldin, T.; Silveira A. G.; Vidrano, B.R.A.; Cancian, L.C.; Spatt, L. L.; Haselein, C. R. Qualidade de painéis aglomerados produzidos com diferentes proporções de madeira e capim-annoni. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, v.11, n.3, p.230-237, 2016. <https://doi.org/10.5039/agraria.v11i3a5376>.
- Belini, U.L.; Leite, M.K.; Tomazello Filho, M.; Chaix, G.; Baudasse, C.; Lemenager, N. Thevenon, M.F. Bioensaios em painéis confeccionados com eucalipto e bagaço de cana-de-açúcar. *Revista Árvore*, v.38, n.2, p.361-368, 2014. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-67622014000200017>.
- Cruz, C.D. Programa Genes: Aplicativo computacional em genética e estatística. Viçosa; Editora UFV, 2001. 648p.

- Gatani, M.P.; Fiorelli, J.; Medina, J.; Arguello, R.; Ruiz, A.; Nascimento, M.F.; Savastano Junior, H. Viabilidade técnica de produção e propriedades de painéis de partículas de casca de amendoim. *Revista Matéria*, v.18, n.2, p.1286-1293, 2013. <https://doi.org/10.1590/S1517-70762013000200004>.
- Gomes, F.M.; Fortes, A.M.T.; Silva, J.; Bonamigo, T.; Pinto, T. T. Efeito alelopático da fitomassa de *Lupinus angustifolius* (L.) sobre a germinação e desenvolvimento inicial de *Zea mays* (L.) e *Bidens pilosa* (L.). *Revista Brasileira de Agroecologia*, v.8, n.1, p.48-46, 2013. <http://revistas.aba-agroecologia.org.br/index.php/rbagroecologia/article/view/10630>. 17 Out. 2017.
- Macedo, L.B. de; Ferro, F.S.; Varanda, L.D.; Cavalheiro, R.S.; Christoforo, A.L.; Lahr, F.A.R. Propriedades físicas de painéis aglomerados de madeira produzidos com adição de película de polipropileno biorientado. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.19, n.7, p.674-679, 2015. <https://doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v19n7p674-679>.
- Mendes, R.F.; Bortoletto, J.G.; Garlet, A.; Vidal, J.M.; Almeida, N.F.; Jankowsky, I.P. Resistência de painéis compensados de *Pinus taeda* tratados com preservantes ao ataque de fungos xilófagos. *Cerne*, v.20, n.1, p.105-112, 2014. <https://doi.org/10.1590/S0104-77602014000100014>.
- Mendes, R.F.; Mendes, L.M.; Abranches, R.A.S.; Santos, R.C. dos; Júnior, J.B.G. Painéis aglomerados com bagaço de cana em associação com madeira de eucalipto. *Scientia Forestalis*, v.38, n.86, p.285-295, 2010. <http://ipef.br/publicacoes/scientia/nr86/cap16.pdf>. 12 Out. 2017.
- Modes, K.S.; Santini, E.J.; Vivian, M.A.; Haselein, C.R. Efeito da termorretificação nas propriedades mecânicas das madeiras de *Pinus taeda* e *Eucalyptus grandis*. *Ciência Florestal*, v.27, n.1, p.291-302, 2017. <https://doi.org/10.5902/1980509826467>.
- Noe, C.C.C.; Alves, B.; Azzalis, L.A.; Junqueira, V.B.C.; Alvarenga, R., Carvalho, T.D.; Silva O.R.; Fonseca, F.L.A. Reuso de embalagens cartonadas para descarte adequado de pilhas e baterias. *Saúde e meio ambiente: revista interdisciplinar*, v.5, n.1, p.105-116, 2016. <https://doi.org/10.24302/sma.v5i1.849>.
- Ozório, M.S.; Souza, F.M.P.; Alves, N.; Job, A.E. Promovendo a conscientização ambiental: resultados de uma pesquisa realizada com alunos do ensino médio sobre polímeros, plásticos e processos de reciclagem. *Revista Brasileira de Educação Ambiental*, v.10, n.2, p.11-24, 2015. <http://www.sbecotur.org.br/revbea/index.php/revbea/article/view/4479>. 10 Out. 2017.
- Pierre, F.C.; Ballarin, A.W.; Palma, L.H. Caracterização física de painéis aglomerados de *Eucalyptus grandis* com adição de resíduos industriais madeireiros. *Cerne*, v.20, n.2, p. 321-328, 2014. <https://doi.org/10.1590/01047760.201420021289>.
- Prozil, S.O.; Mendes, J.A.; Evtuguin, D.V.; Lopes, L.P.C. Caracterização química e estrutural do engaço da uva e avaliação do seu potencial como matéria-prima lenhocelulósica. *Millenium*, v.44, p.23-40, 2013. <http://revistas.rcaap.pt/millenium/article/view/8165/5768>. 11 Out. 2017.
- Rowell, R. M. *Handbook of wood chemistry and wood composites*. 2.ed. Madison: CRC Press, 2012. 703p.
- Silveira, A.G.; Santini, E.J.; Kulczynski, S.M.; Trevisan, R. Antifungal activity of the black wattle natural extract in relation to *Pycnoporus sanguineus*. *Scientia Forestalis*, v.45, n.114, p.383-391, 2017. <http://dx.doi.org/10.18671/scifor.v45n114.14>. 12 Out. 2017.
- Stangerlin, D.M.; Melo, R.R.; Garlet R.A.; Gatto, D.A. Durabilidade natural de painéis aglomerados confeccionados com *Eucalyptus grandis* e *Bambusa vulgaris* em ensaio de apodrecimento acelerado. *Ciência Rural*, v.41, n.8, p.1369-1374, 2011. <https://doi.org/10.1590/S0103-84782011000800012>.
- Taiz, L.; Zeiger, E. *Fisiologia vegetal*. Porto Alegre: Artmed, 2013. 918p.
- Talgatti, M.; Baldin, T.; Silveira, A.G.; Santini, E.J.; Vidrano, B.R.A. Compósito madeira-plástico a partir de resíduos de três espécies florestais. *Pesquisa Florestal Brasileira*, v.37, n.91, p.277-283, 2017. <https://doi.org/10.4336/2017.pfb.37.91.1385>.
- Weber, C.; Iwakiri, S. Utilização de resíduos de compensados, MDF e MDP para produção de painéis aglomerados. *Ciência Florestal*, v.25, n.2, p.405-413, 2015. <https://doi.org/10.5902/1980509818460>.