

Compósitos de pinha residual para ecopastilhas

Residual pine cone composites to ecopads

Compuestos de piñas residuales para almohadillas ecológicas

 **Ugo Leandro Belini** E-mail: ubelini@utfpr.edu.br

 Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), Curitiba, PR, Brasil

 **André Christian Keinert** E-mail: andrechristiankeinert@gmail.com

GPC Araucária, PR, Brasil

 **Rafael de Paula Foltran** E-mail: foltranrafa@gmail.com

 Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), Curitiba, PR, Brasil



Resumo: A busca por produtos mais sustentáveis tem gerado crescentes pesquisas e projetos que busquem amenizar os impactos ambientais causados pelo consumo. Com isso, a presente pesquisa se pautou na experimentação e proposição de usos para as pinhas provenientes das árvores de *Pinus*, que atualmente são tratadas como resíduo pelo setor, mas que apresentam grande potencial produtivo e comercial, além de serem benéficas para a natureza, por se tratar de um material natural, biodegradável e de fácil renovação. Em conjunto às de fibra de pinha, foi utilizado como aglutinante a resina PU mamona, que também apresenta propriedades biodegradáveis e é uma fonte renovável, para a produção de compósitos, os quais foram submetidos a testes e análises para avaliar seu potencial produtivo e comercial. Observando os aspectos visuais, táteis e olfativos, foi considerada a melhor composição para se propor alternativas de uso comercial, sendo a escolha desta pesquisa a proposição de um revestimento decorativo para ambientes internos.

Palavras-chave: sustentabilidade; novos produtos; revestimento; pinha; resina PU mamona.

Abstract: In the pursuit of more sustainable products as temperatures rise, research and projects seek to mitigate the environmental impacts of consumption. Therefore, this research is based on experimentation and proposed uses for pine needles from *Pinus* trees, which are currently treated as waste by the forest sector, but which have great productive and commercial potential, in addition to being beneficial to nature, as they are a natural, biodegradable, and easily renewable material. Whole pine fiber was used as a binder for PU resin, which also has biodegradable properties and is a renewable source, for the production of composites, whose forms are subjected to testing and analysis to evaluate their productive and commercial potential. Considering the visual, physical, and olfactory aspects, the best composition was considered to provide alternatives for commercial use, leading this research to propose a decorative coating for indoor environments.

Keywords: sustainability; new products; coating; pine cone; castor oil.

Resumen: La búsqueda de productos más sostenibles ha generado un aumento en la investigación y los proyectos destinados a mitigar el impacto ambiental del consumo. Por lo tanto, esta investigación se centró en experimentar y proponer usos para las piñas de pino, que actualmente son tratadas como residuos por la industria, pero presentan un gran potencial productivo y comercial, además de ser beneficiosas para la naturaleza, al ser un material natural, biodegradable y fácilmente renovable. Junto con la fibra de piña, se utilizó resina de ricino de poliuretano (PU), que también posee propiedades biodegradables y es una fuente renovable, como aglutinante para producir compuestos, que posteriormente se sometieron a pruebas y análisis para evaluar su potencial productivo y comercial. Considerando los aspectos visuales, táctiles y olfativos, se consideró la mejor composición para proponer alternativas de uso comercial, y la elección para esta investigación fue proponer un revestimiento decorativo para interiores.

Palabras clave: sostenibilidad; nuevos productos; revestimiento; piña; PU mamona.

Introdução

A crescente preocupação com a escassez de matérias-primas, geradas pelo aumento da taxa de consumo, vem desencadeando pesquisas e propostas voltadas ao Ecodesign, em que se buscam soluções, tanto em questões de materialidade, quanto de produção dos artefatos. Atrelado a esta problemática, [Ayrilmis et al. \[2009\]](#) relatam que o aumento populacional e o subsequente aumento, na demanda por painéis à base de madeira, ocasionaram por muito tempo a utilização insustentável dos recursos florestais. Contudo, este consumo desenfreado ocasionou os crescentes e contínuos esforços observados atualmente, os quais se empenham pela busca de novos recursos materiais, alternativos à madeira.

[Pazmino \[2007\]](#) ainda destaca que esta preocupação com a obtenção de novos processos e materiais se iniciou após a crise do petróleo, na década de 70, porém essa questão só começou a permear o imaginário dos profissionais de Design a partir da década de 90, após a publicação do livro *Green Imperative*, de Victor Papanek, no qual ele argumentava que o impacto ambiental e social dos produtos era de responsabilidade de seu designer idealizador. Com isso, abordagens centradas na sustentabilidade e bioeconomia começaram a pautar modelos de produção que, como apresenta o Relatório Anual da Indústria Brasileira de Árvores: "... utilizam recursos naturais de maneira consciente para que possam proporcionar fontes de energia limpa, mitigação dos efeitos das mudanças climáticas, alimentos, produtos renováveis, entre outras necessidades essenciais à sobrevivência hoje e às futuras gerações" ([IBÁ, 2020, p. 8](#)).

Dentro deste contexto, inserem-se as áreas de Árvores Plantadas, inseridas no projeto do setor de Base Florestal, o qual apresentou um crescimento comercial de 12,6% em 2019, em relação ao ano anterior, representando ainda uma parcela de 1,2% na formação total do PIB nacional ([IBÁ, 2020](#)).

Tal setor oferta há anos uma diversa gama de produtos de origem renovável, pautada em um sistema de produção mais sustentável, além de prever um investimento na casa de R\$36 bilhões a serem aplicados até meados de 2023 em novas operações, como o desenvolvimento de novos produtos. Sendo assim, ele foi o foco da pesquisa, no intuito de prospectar alternativas de biomateriais que atualmente sejam ignorados ou descartados pelo setor.

Tendo como ponto de partida a vertente de aproveitamento máximo das florestas plantadas, o presente estudo buscou relacionar dados mais recentes apresentados pela Indústria Brasileira de Árvores, referente a este setor, buscando agregar valor a um resíduo proveniente das florestas plantadas, com foco voltado ao estado do Paraná, propondo o desenvolvimento de um material compósito ecológico, aplicado a um projeto de produto. O Relatório anual da [IBÁ \[2020\]](#) aponta as espécies de *Pinus* spp. como a 2.^a maior cultura de Árvores Plantadas no Brasil, tendo o Sul do país a maior concentração dos plantios, cenário resultante das condições edafoclimáticas favoráveis ao desenvolvimento do *Pinus* na região, criando um ambiente propício e adequado ao melhor desenvolvimento desse grupo de espécie.

Esses dados se tornam ainda mais expressivos, pois demonstram a crescente taxa de plantio do *pinus* no âmbito nacional, tendo destaque o estado do Paraná, classificado em primeiro lugar há mais de uma década como o maior produtor da silvicultura, representando 44% de toda a área plantada no país (722.338 hectares), 18% a mais do que Santa Catarina, que ocupa a segunda posição neste *ranking*.

Outra questão atenuante para a escolha da pinha, ou cone de *pinus*, como foco do trabalho foi o fato de uma extensa pesquisa bibliográfica não revelar informações sobre a sua utilização como alternativa à madeira na fabricação de materiais oriundos do setor florestal,

como apontam [Ayrilmis et al. \[2009\]](#), em seu estudo sobre a utilização do cone de pinus na fabricação de compósitos à base de madeira. Por essa falta de incentivo para o uso deste resíduo, a incineração para produção de energia ou a decomposição como forma de adubo são as finalidades majoritárias que acometem este material, tendo estes fins um baixíssimo valor agregado [[IBÁ, 2020](#)].

Correlacionado a isto, apresenta-se a escolha da pinha por esta representar uma taxa de produção de biomassa significativa comparada à produção final de madeira de algumas espécies de *Pinus* spp. [Ayrilmis et al. \[2009\]](#) apresentam dados de espécies não utilizadas no Brasil, pouco produtivas, que são capazes de gerar de 200 a 600 kg/ha/ano de pinha, enquanto [Cancela \[2007\]](#), [Oliveira, Nogueira e Higa \[2018\]](#) apresentam estudos inseridos no cenário nacional que trazem valores de produção que se iniciam em 5,7 t/ha/ano até aproximadamente 10,6 toneladas de pinhas por hectare ao ano.

Além do âmbito industrial explanado, vale ressaltar que na região Sul do país o contato com este material ocorre de maneira corriqueira, dado ao fato da adaptação desta silvicultura ao solo e ao clima regional favorecer seu desenvolvimento, sendo possível encontrar vários exemplares dessas árvores, cujas biomassas residuais também poderiam receber beneficiamento, deixando de ser apenas resíduos urbanos, em canteiros, terrenos e praças – espalhados pela cidade.

Neste contexto, o presente trabalho buscou desenvolver um novo material ecológico, através de um biomaterial compósito, tendo como base massa de pinha de *Pinus* spp., aglutinada com poliuretano derivado do óleo de mamona, verificando o potencial de utilização do compósito confeccionado e buscando enquadrá-lo como um Produto de Maior Valor Agregado (PMVA) para proposição de uso e aplicação na área de Design de Objetos.

Metodologia

Na Praça Municipal Oswaldo Cruz, em Curitiba-PR, foram recolhidos 272 exemplares de pinhas, as quais foram submetidas a medições de comprimento, diâmetro e peso. O exemplar com menor comprimento apresentava 5,5 cm, enquanto o maior, 13 cm; já em diâmetro, aquele que apresentou menor valor mediu 3,5 cm, ao passo que o maior diâmetro aferido foi de 8 cm; e, se tratando de massa, a menor pesagem se deu em 6 g, enquanto a maior apresentou 54 g.

Para o processo de cozimento das pinhas foi utilizada panela de pressão de uso doméstico, da marca Tramontina, modelo Vancouver 4,5 L, em fogão doméstico, e para a queima foi utilizado forno elétrico doméstico da marca Philco, modelo Pfe38p. Para o trituramento das pinhas, o ideal seria a utilização de um triturador industrial, de grande potência, que possibilitasse a fragmentação totalitária do material, porém, pela falta de acesso a este tipo de maquinário, as etapas de trituramento realizadas nesta pesquisa foram executadas com a utilização de um liquidificador de uso doméstico, da marca Philco, modelo PH900.

Em sucessão, para secagem das fibras foi utilizada estufa de esterilização e secagem da marca Lucadema, modelo 80/250, enquanto para a produção das chapas amostrais de compósitos, utilizou-se: (i) para aglutinação a resina PU mamona (castor oil), em dosagem 30%/fibra, gentilmente fornecida pela Imperveg e (ii) para prensagem uma prensa hidráulica termo controlada da marca Marconi, modelo MA098/A, presentes no Laboratório de Materiais e Tecnologias Sustentáveis do Depto de Design da UTFPR. O ciclo adotado foi: pressão de 2t, tempo de 8 min e temperatura de 110 °C.

Resultados

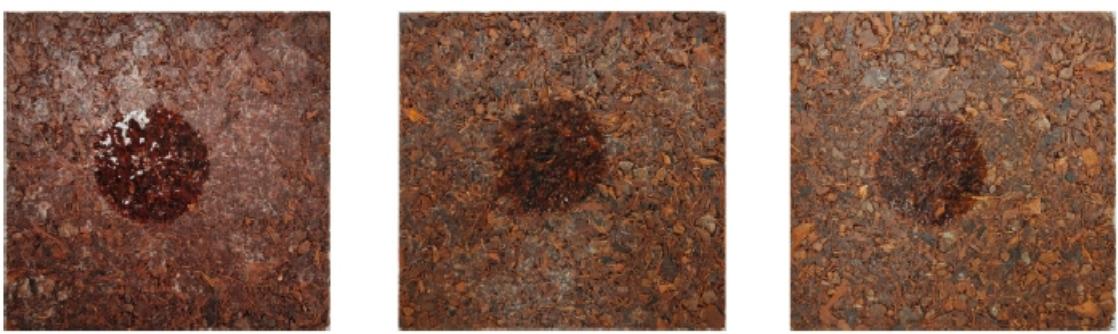
Estanqueidade

O teste aplicado se baseou nas diretrizes apresentadas pelas normas NBR 9574 e 9575. Vale ressalta que elas influem sobre as técnicas de impermeabilidade na construção civil, portanto o presente ensaio se fez de forma exploratória, buscando agregar análises técnicas que embasem ainda mais as possibilidades de utilização do compósito como produto comercial e de aplicabilidade em diversas áreas do Design, Arquitetura e Engenharia.

O ensaio consistiu na submissão de substância aquosa, em contato direto com superfície das chapas, por período de 72 horas, e para tal cada recipiente empregado continha 40 ml de água, em temperatura ambiente.

Os resultados indicaram que a perda de água foi de 5%, e foram classificadas como eficazes para usos e aplicações em situações em que a qualidade de estanqueidade seja um pré-requisito, dado ao fato de nenhuma das amostras ter apresentado o transpasse da solução aquosa ([Figura 1](#)).

Figura 1. Ensaio de estanqueidade em amostras dos compósitos de pinha residual



Fonte: Os autores (2025)

Desenvolvimento de protótipo

Buscando encontrar uma solução e proposição de uso acessível, a presente pesquisa focou na utilização dos compósitos obtidos enquanto revestimentos ecológicos de uso interno, para decoração de interiores.

Análise de similares

A análise de similares ocorreu tanto em pesquisa geral em *sites* de busca, como em *sites* especializados em biomateriais nos quais a principal referência foi o *site Material District*, que trouxe as últimas novidades no mercado que abrangem a utilização de materiais naturais em suas composições, incluindo uma seção de bases de insumo pouco convencionais.

Geração de alternativas

Buscando trazer formas que remetessem ao material de origem, foram realizados estudos visuais do padrão das cabeças das pétalas da pinha e de como elas se encaixam na morfologia natural, que resultam uma característica distinta ao material.

Seleção de alternativa

Após analisar as opções elaboradas, iniciou-se um estudo de viabilidade de produção, priorizando alternativas que demandassem o menor investimento em tecnologia, maquinário e mão de obra especializada. Sendo assim, optou-se por descartar as opções com cortes orgânicos, pela demanda de uso de uma fresadora CNC.

Com isso, a escolha se deu pela alternativa que comprehende apenas cortes retos, que podem ser executados com maior facilidade por todos os processos de corte estudados, mas que prioriza o uso das serras fita ou circular. Como a conformação quente empregada na produção das chapas não permitia trabalhabilidade com acabamentos em alto ou baixo relevo, optou-se pela produção de chapas em diferentes espessuras, buscando dar volume à composição final, que, além de se assemelhar a produtos já difundidos no mercado, proporciona um aspecto visual mais rebuscado, aumentando a percepção como um produto de maior valor agregado (PMVA), e a alusão da volumetria característica do conjunto de pétalas fechadas que formam as pinhas.

Prototipagem e propriedades

Buscando propor um acabamento 3D às placas de revestimento, foram utilizados compósitos de espessuras 8 e 5 mm, nesta ordem. Após a produção das chapas, realizou-se um lixamento fino em uma das superfícies, para aumentar a abrasão e o nível de fixação delas na tela de suporte.

Na sequência foram realizados os cortes para obtenção das peças que configuram a composição, os quais se davam em cortes longitudinais subdividindo as chapas de 14x14 cm em quatro tiras de 3,5 cm de largura, sequenciados por cortes em 45º nestas tiras obtidas. Posteriormente, as peças trapezoidais obtidas foram reorganizadas e sobrepostas a uma tela, para conceber a composição escolhida. A tela utilizada nesta proposição foi a talagarça de ponto largo e seu uso tinham como propósito se assemelhar às malhas de fibra de vidro utilizadas industrialmente como suporte de composição de pastilhas decorativas. A composição das ecopastilhas de revestimento obtidas está detalhada na [Figura 2](#).

Figura 2. Composição de ecopastilhas a partir dos compósitos de pinha residual



Fonte: Os autores (2025)

Também, como resultado efetivo que permite abordar aspectos reais de uso e aplicação, foi proposta a tabela de classificação do material, conforme as características sensoriais [ou organolépticas] e as de trabalhabilidade observadas durante o desenvolvimento do presente estudo [Figura 3].

Figura 3. Propriedades técnicas e sensoriais dos compósitos de pinha residual

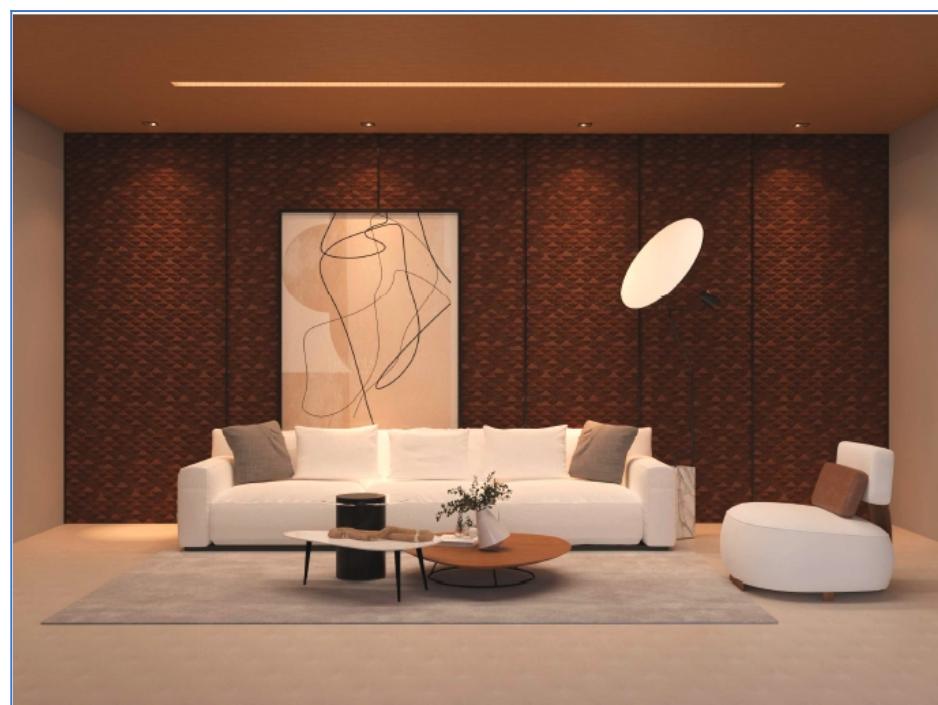
PROPRIEDADES DO MATERIAL			
SENSORIAL		TÉCNICO	
Brilho	Variável	Corte	Ótimo
Coloração	Marrom	Lixamento	Bom
Translucidez	0%	Estanqueidade	Ótimo
Estrutura	Fechada	Inchamento	Médio
Textura	Média	Absorção	Médio
Dureza	Média	Peso	Leve
Odor	Bom	Renovável	Sim
		Biodegradável	Sim

Fonte: Os autores (2025)

Cenas de uso

Para uma melhor visualização da aplicação do produto proposto, foram realizados testes em maquetes digitais, devido à inoportunidade de produção em grande escala, nesta etapa da pesquisa, para uma visualização e análise física palpável. Uma simulação do uso das ecopastilhas de pinha residual em um ambiente interno está ilustrada na Figura 4.

Figura 4. Simulação do uso das ecopastilhas em ambiente interno



Fonte: Os autores (2025)

Discussão

Observou-se, durante os estudos das referências, que tanto a vertente do Ecodesign, quanto das florestas plantadas, que buscam atender o mercado madeireiro sem aumentar os impactos ambientais causados pelo desmatamento ilegal, apresentam uma constante crescente, sendo então uma área de estudos promissora.

Analizando as espécies de pinus majoritariamente implantadas pela indústria madeireira, observou-se que seus cones [ou pinhas] são um material de produção abundante e de grande volume, sendo, em sua maior porcentagem, descartados ou destinados a incineração, apresentando assim um grande potencial de utilização, na busca de agregar valor ao material, minimizando ao mesmo tempo a necessidade de uso de materiais não renováveis, ou materiais que apresentem ciclos de renovação baixos, que podem se exaurir.

Durante os métodos de processamento do material referenciado no estudo, percebeu-se que os núcleos das pinhas apresentam um nível de rigidez elevado em comparação com suas pétalas. Com isso, são necessários meios mecânicos potentes para fragmentação totalitária do material, para que se beneficie do potencial fibroso dele por completo.

A combinação da resina de mamona com as fibras da pinha se mostrou assertiva no beneficiamento dos compósitos, pois o processo de cura dela destaca os tons terrosos e avermelhados das fibras, proporcionando acabamento e aparência positivos, que muitas vezes se assemelham às madeiras nobres e aos materiais sofisticados. Apesar de uma parcela dos compósitos produzidos por esta pesquisa ter sido elaborada apenas de maneira exploratória, desconsiderando-se para as análises de desempenho e trabalhabilidade, todos apresentaram características promissoras, podendo ser tomados como material referencial para pesquisas futuras, que busquem avaliar o potencial deles e propor possíveis usos.

Paralelo a isto, a eficiência esperada na fase de proposta desta pesquisa, em relação aos compósitos obtidos com a mistura da resina de mamona e as fibras da pinha, foi comprovada. Os resultados obtidos em ambos os teores de resina utilizados foram positivados, variando de 40% a 20% em relação ao volume de fibra de pinha, demonstrando grande resistência e rigidez e possibilitando ampla aplicação em produtos.

As amostras ainda demonstraram um acabamento superficial admirável, que os associa a materiais madeireiros tidos como nobres; além disso, o odor exalado pelos compósitos também é agradável, podendo incentivar a adesão do público consumidor, pelo atrativo sensorial.

Deve-se ainda ressaltar os bons desempenhos apresentados por esses compósitos, nas questões de trabalhabilidade, observados, por exemplo, na simplicidade da resposta aos processos de corte, e consequente no primor no acabamento, não se fazendo necessário o emprego de etapas subsequentes de finalização, servindo de incentivo à aceitação e implementação do material pelo setor produtivo.

Considerações finais

Foi factível a utilização de pinhas residuais, pós-picagem, na obtenção de compósitos para aplicação como ecopastilhas em ambientes interiores.

A resina PU mamona, em dosagem ótima de 30% fibra, possibilitou a obtenção de compósitos que atenderam testes de estanqueidade e apresentaram ótimo desempenho nos nas etapas de processamento, como cortes e furações.

Os compósitos apresentaram ótimas propriedades técnicas e sensoriais, ou organolépticas, e sua conversão em ecopastilhas possibilitou incluir aspectos de Eco-Design em novo produto de alto valor agregado para uso em revestimento de ambientes internos.

Referências

- AYRILMIS, N.; BUYUKSARI, U.; AVCI, E.; KOC, E. Utilization of pine [*Pinus pinea* L.] cone in manufacture of wood base composite. **Forest Ecology and Management**, v. 259, n. 1, p. 65-70, 2009. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2009.09.043>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378112709007038>. Acesso em: 30 dez. 2025.
- CANCELA, K. C. **Influência da família e do tamanho da semente de *Pinus taeda* L. nas propriedades tecnológicas do lote de sementes, performance da muda em viveiro e em campo.** 2007. 147 f. Dissertação [Mestrado em Engenharia Florestal] – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2007. Disponível em: <https://hdl.handle.net/1884/14431>. Acesso em: 30 dez. 2025.
- IBÁ. Indústria Brasileira de Árvores. **Relatório Anual 2020**. 2020.
- OLIVEIRA, K. F.; NOGUEIRA, A. C.; HIGA, A. R. Produtividade de cones e sementes em um pomar clonal de *Pinus taeda* Linnaeus. **Advances in Forestry Science**, Cuiabá, v. 5, n. 2, p. 293-298, 2018. DOI: <https://doi.org/10.34062/afs.v5i2.5278>. Disponível em: <https://www.periodicoscientificos.ufmt.br/ojs/index.php/afor/article/view/5278>. Acesso em: 30 dez. 2025.
- PAZMINO, A. V. Uma reflexão sobre Design Social, Eco Design e Design Sustentável. *In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE DESIGN SUSTENTÁVEL*, 1., 2007, Curitiba.

Agradecimentos

Os Autores agradecem ao Programa de Pós-Graduação em Sustentabilidade Ambiental Urbana [PPGSAU] e ao Departamento Acadêmico de Desenho Industrial [DADIN], ambos da Universidade Tecnológica Federal do Paraná [UTFPR] *Campus* Curitiba, PR.

INFORMAÇÕES ADICIONAIS

COMO CITAR ESTE ARTIGO SEGUNDO AS NORMAS DA REVISTA

ABNT: BELINI, U. L.; KEINERT, A. C.; FOLTRAN, R. P. Compósitos de pinha residual para ecopastilhas. *Vértices* [Campos dos Goitacazes], v. 27, n. 3, e27323566, 2025. DOI: <https://doi.org/10.19180/1809-2667.v27n32025.23566>. Disponível em: <https://editoraessentia.iff.edu.br/index.php/vertices/article/view/23566>.

APA: Belini, U. L., Keinert, A. C., & Foltran, R. P. (2025). Compósitos de pinha residual para ecopastilhas. *Vértices* [Campos dos Goitacazes], 27(3), e27323566. <https://doi.org/10.19180/1809-2667.v27n32025.23566>

DADOS DO AUTOR E AFILIAÇÃO INSTITUCIONAL

Ugo Leandro Belini - Doutor em Recursos Florestais pela Universidade de São Paulo (USP). Professor na Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR) – Curitiba, PR – Brasil. E-mail: ubelini@utfpr.edu.br.

André Christian Keinert - Doutorando pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR). Engenheiro Florestal na GPC – Araucária, PR – Brasil. E-mail: andrechristiankeinert@gmail.com.

Rafael de Paula Foltran - Designer na Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR) – Curitiba, PR – Brasil. E-mail: foltranrafa@gmail.com.

FINANCIAMENTO

Os autores não declararam haver financiamento externo para a pesquisa.

APROVAÇÃO DO COMITÊ DE ÉTICA NA PESQUISA

Não se aplica.

CONFLITO DE INTERESSES

Os autores não declararam haver conflito de interesses.

DISPONIBILIDADE DOS DADOS

Não se aplica.

DECLARAÇÃO DE USO DE IA

Os autores não declararam uso de ferramentas de inteligência artificial gerativa na pesquisa e na escrita do artigo.

DECLARAÇÃO DE DIREITO AUTORAL

Este documento é protegido por Copyright © 2025 pelos Autores

LICENÇA DE USO

Esta obra está licenciada sob uma [Licença Creative Commons](#). Os usuários têm permissão para copiar e redistribuir os trabalhos por qualquer meio ou formato, e também para, tendo como base o seu conteúdo, reutilizar, transformar ou criar, com propósitos legais, até comerciais, desde que citada a fonte.

RESPONSABILIDADE PELA PUBLICAÇÃO

Essentia Editora, coordenação subordinada à PROPIE do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense. As ideias expressadas neste artigo são de responsabilidade de seus autores, não representando, necessariamente, a opinião dos editores ou da Essentia Editora.

NOTA

 Este texto é fruto de um trabalho de pesquisa originalmente apresentado pelos autores no ENSUS 2025 – XIII Encontro de Sustentabilidade em Projeto – UFSC – Florianópolis – 30 de julho a 1 de agosto de 2025. O artigo foi selecionado pela Comissão Científica do Evento para compor edições especiais de periódicos científicos e foi aprovado para compor um Dossiê Temático da Revista Vértices.