

Ecoplastilhas de compósitos de pinha residual

Waste pine cone composite plasters

Ugo Leandro Belini, Eng. Florestal, PPGSAU-DADIN-UTFPR

ubelini@utfpr.edu.br

Rafael de Paula Foltran, Designer, DADIN-UTFPR

foltranrafa@gmail.com

André Christian Keinert, Eng Industrial, PPGSAU-UTFPR

andrechristiankeinert@gmail.com

Número da sessão temática da submissão – [B]

Resumo

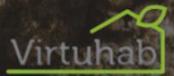
A busca por produtos mais sustentáveis tem gerado crescentes pesquisas e projetos que busquem amenizar os impactos ambientais causados pelo consumo. Com isso, a presente pesquisa se pautou na experimentação e proposição de usos para as pinhas provenientes das árvores de Pinus, que atualmente são tratados como resíduo pelo setor, mas que apresentam grande potencial produtivo e comercial, além de ser benéfico 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; Pinha residual.

Abstract

The search for more sustainable products has generated increasing research and projects that seek to mitigate the environmental impacts caused by consumption. Therefore, this research was based on experimenting and proposing uses for pine cones from Pinus trees, which are currently treated as waste by the sector, but which have great productive and commercial potential, in addition to being beneficial to nature, as they are a natural, biodegradable and easily renewed material. In addition to pine cone fiber, PU castor resin was used as a binder, which also has biodegradable properties and is a renewable source, for the production of composites, which were subjected to tests and analyzes to evaluate their productive and commercial potential. Observing the visual, tactile and olfactory aspects, the best composition was considered to propose alternatives for commercial use, with the choice of this research being the proposal of a decorative coating for internal environments.

Keywords: Sustainability; New products; Residual cone pine



1. 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, onde busca-se soluções tanto em questões de materialidade, quanto de produção dos artefatos. Atrelado a esta problemática, Ayrilmis et al (2009) relata que o aumento populacional e o subsequente aumento na demanda por painéis à base de madeira, ocasionou 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, esta 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, onde o mesmo 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, o mesmo 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 2º 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 deste grupo de espécie.

Estes 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 utilização da mesma como alternativa à madeira na fabricação de materiais oriundos do setor florestal, como apontam Ayrlmis 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 a produção final de madeira de algumas espécies de *Pinus spp.* Ayrlmis et al (2009) apresenta 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 destas árvores em canteiros, terrenos e praças espalhados pelas cidades, dos quais as biomassas residuais também poderiam receber beneficiamento, deixando de ser apenas resíduos urbanos.

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, buscando enquadrá-lo como um Produto de Maior Valor Agregado (PMVA) para proposição de uso e aplicação na área de Design de Objetos.

2. Procedimentos Metodológicos

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 tritramento das pinhas o ideal seria a utilização de um triturador industrial, de grande potência, que possibilite a fragmentação totalitária do material, porém, pela falta de acesso a este tipo de maquinário, as etapas de tritramento 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.

3. Resultados

Estanqueidade

O teste aplicado se baseou nas diretrizes apresentadas nas normas NBR 9574 e 9575. Vale ressaltar que as mesmas 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, onde 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 estas foram classificadas como eficazes para usos e aplicações em situações que a qualidade de estanqueidade seja um pré requisito, dado ao fato de nenhuma das amostras ter apresentado o transpasse da solução aquosa, como indica a Fig 1



Figura 1: Ensaio de estanqueidade em amostras dos compósitos de pinha residual. Fonte: elaborado pelos autores.

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 onde, a principal referência foi o site *Material District*, que



traz as últimas novidades no mercado que abrange a utilização de materiais naturais em suas composições, incluindo uma sessão 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 compreende 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 a 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 das mesmas 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 4 tiras de 3,5 cm de largura, sequenciados por cortes em 45° nestas tiras obtidas e, posteriormente, as peças trapezoidais obtidas foram reorganizadas e sobrepostas à uma tela, para conceber a composição escolhida. A tela utilizada nesta proposição foi a talagarça de ponto largo, e seu uso tinha como propósito se assemelhar às malhas de fibra de vidro utilizadas industrialmente como suporte de composição de pastilhas decorativas.

A Fig 2 detalha a composição das ecoplastilhas de revestimento obtidas.



Figura 2: Composição de ecopastilhas à partir dos compósitos de pinha residual. Fonte: elaborado pelos autores.

Também, como resultado efetivo e que permite abordar aspectos reais de uso e aplicação, foi proposta a tabela de classificação do material, conforme as características sensoriais (ou organolépticas) e de trabalhabilidade observados durante o desenvolvimento do presente estudo, conforme descritos na Fig 3.

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

Figura 3: Propriedades técnicas e sensoriais dos compósitos de pinha residual. Fonte: elaborado pelos autores.

Cenas de uso

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



Figura 4: Simulação do uso das ecopastilhas em ambiente interno. Fonte: elaborado pelos autores.

4. Análises dos Resultados ou Discussões

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.

Analisando as espécies de pinus majoritariamente implantada 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 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 do mesmo 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 da mesma destaca os tons terrosos e avermelhados das fibras, proporcionando acabamento e aparência positivos, que muitas vezes se assemelham à madeiras nobres e materiais sofisticados. Apesar de uma parcela dos compósitos produzidos pela presente pesquisa terem sido elaborados apenas de maneira exploratória, desconsiderados 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 dos mesmos e propor possíveis usos.

Paralelo a isto, a eficiência esperada na fase de proposta da presente pesquisa, em relação aos compósitos obtidos com a mistura da resina de mamona e as fibras da pinha, foi comprovada, no qual 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 tal aspecto 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 conseqüente primor no acabamento, não se fazendo necessário o emprego de etapas subseqüentes de finalização, servindo de incentivo à aceitação e implementação do material pelo setor produtivo.

5. Conclusão ou 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 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. et al. Utilization of pine (*Pinus pinea L.*) cone in manufacture of wood base composite. **Forest Ecology and Management**, Volume 259, Issue 1, 2009.



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. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2007.

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, nº 2, 2018.

PAZMINO, A. V. Uma reflexão sobre Design Social, Eco Design e Design Sustentável. **I Simpósio Brasileiro de Design Sustentável.** Curitiba, 2007.