

COMPÓSITO DE RESÍDUO PARTICULADO DE MDF COM POLIÉSTER TERMOFIXO: CONCEPÇÃO E PROPRIEDADE DE CÓPIA DE TEXTURAS

Marcelo Geraldo Teixeira

Universidade do Estado da Bahia—Departamento de Design e Desenho Industrial. Grupo de estudo, caracterização e desenvolvimento de novos materiais. Salvador, Bahia (Brasil). Correo electrónico: marcelomgt@gmail.com

Recibido: Febrero 2016; Aceptado: Junio de 2016

RESUMO

A ascensão do consumo de MDF tem ampliado a preocupação com o destino dos resíduos resultantes dos processos de fabricação de produtos. Um compósito formulado com resíduo particulado de MDF e resina termofixa de poliéster foi concebido com o propósito de apresentar alternativas mais sustentáveis aos materiais convencionais, pela orientação de resíduos na forma de matéria prima. Justifica-se por tanto a necessidade de se conhecer muitas das suas características. Este artigo tem como objetivo formular e estudar a propriedade de cópia de texturas superficiais deste compósito. O resíduo de MDF foi coletado na oficina de madeira da UNEB, *Universidade do Estado da Bahia*. A formulação do compósito usou a resina termofixa de poliéster, à qual foi misturado 20% do resíduo de MDF. Foram selecionados três tipos de texturas diferentes a partir das quais foi construído um molde de silicone para a produção de corpos de prova, sendo que um deles foi produzido em fibreglass para ser usado como referência. Comprovou-se que o compósito teve boa capacidade de reprodução das texturas selecionadas ficando apto a aplicações práticas.

Palavras chave: Compósitos ecológicos; resíduo de MDF; textura

ABSTRACT

The rise of MDF consumption has increased concern about the fate of the waste resulting from product manufacturing processes. A composite formulated with particulate waste MDF and thermosetting polyester resin is designed for the purpose of presenting more sustainable alternative to conventional materials, therefore justified the need to meet many of its features. This article aims to formulate and study the copy owned by surface textures of this composite. The MDF residue was collected in the laboratory of wood of UNEB, *University of Bahia State*. The formulation used in the composite polyester thermoset resin, which was mixed 20% of the MDF residue. They selected three different textures from which was constructed a silicone mold for producing test specimens, one of which was produced in fibreglass to be used as reference. It was found that the composite had good reproducibility of textures selected being able to practical applications.

Key words: Ecological composites; Waste MDF; Texture

INTRODUÇÃO

A exploração excessiva dos recursos naturais assim como a disposição de resíduos, ambos atribuídos à atividade antrópica, tem sido apontada como duas das grandes causas de problemas ecológicos da atualidade. Nesse sentido a indústria madeireira pode ser considerada como um exemplo de um processo ineficiente, com problemas desde a extração dos recursos naturais, passando pela fabricação dos produtos e finalizando com o descarte de resíduos industriais. *Freitas* (2000) afirma que o aproveitamento da madeira está em torno de 30 a 60%, variando apenas pelo processo usado. Desde o corte da árvore ao produto final, cerca de 30 a 60% da madeira é perdida na forma de resíduos [1], que são comumente descartados.

O MDF (*Medium Density Fiberboard*), em particular, tem uma marcante contribuição neste cenário por ser um dos tipos de madeira reconstituída, baseada na polpa de celulose e cujo consumo está em expansão no mercado brasileiro [2], onde vem se estabelecendo como uma das principais opções de matéria prima para a fabricação de móveis dentre outros produtos de madeira [3] com 95% da produção voltada para o mercado interno [4]. Os resíduos resultantes do processamento da madeira, em particular do MDF, durante os processos de transformação em produtos, são produzidos numa grande quantidade ao mesmo tempo em que são descartados, não tendo, portanto, um destino correto. Tudo que não serve como produto vai para o lixo ou é queimado de forma indevida, contribuindo para a degradação ambiental [5].

Torna-se imperativo, então, o emprego de alternativas tecnológicas ambientalmente sustentáveis a esse tipo de resíduos, buscando a redução dos impactos ambientais, oferecendo alternativas tanto no momento da obtenção de recursos naturais ou nos processos de fabricação de produtos, quanto no momento do descarte de resíduos. Uma das alternativas ecológicas ao descarte de resíduos particulados de MDF é considerá-los como matéria prima para novos produtos, tais como os compósitos. Estes são uma categoria de material que conjuga insumos de diferentes origens, se caracterizando por ter uma matriz, geralmente polimérica, como o poliéster termofixo, um reforço fibroso tal como a fibra de vidro e, se necessário, uma carga na forma de material particulado, tal como o talco. Já um eco-compósito é caracterizado quando seus componentes são oriundos de fontes renováveis, abundantes e não tóxicas, podendo ser reciclados e, alguns, biodegradáveis [6]. Compósitos formados com ingredientes vegetais, como resinas de mamona e reforços de sisal são exemplos citados por *Takahashi et al.* [7]. Um compósito pode ser mais ambientalmente sustentável se seus componentes forem provenientes de resíduos tais como cascas, palha e bagaço de frutas e cereais, resíduos têxteis e resíduos celulósicos como papel, papelão e serragem de madeira, tanto sólida quanto reconstituída, como o MDF [6].

Questiona-se, portanto, se o resíduo particulado de MDF poderá ser útil como insumo para compósitos de matriz polimérica, podendo ser usado em processos de produção conhecidos. O objetivo deste artigo é verificar a viabilidade de obtenção de um compósito formulado com resíduo particulado de MDF e resina termofixa de poliéster, através do teste da propriedade de copia de texturas pré-definidas durante o processo de moldagem. Essa pesquisa se justifica por buscar características capazes de aproximar este compósito de aplicações práticas. Compósitos formulados a partir de resíduos particulados de madeira e seus derivados, como o MDF, podem ser uma alternativa tanto para os derivados de madeira quanto para compósitos tradicionais como o *fiberglass*, porém mais ambientalmente sustentáveis. Abre-se, desta maneira, a oportunidade para o design de novos produtos.

PARTE EXPERIMENTAL

Coleta e caracterização do resíduo. O resíduo de MDF foi coletado na oficina de madeira do curso de Design da UNEB, ao redor de quatro ferramentas: a lixadeira, a furadeira de bancada, a serra circular, e a tupia: as máquinas mais usadas para o trabalho com MDF na oficina. O resíduo fica depositado no chão, ao redor das máquinas, coletado e descartado diariamente. A Figura 2 mostra o ambiente da oficina no momento da coleta do resíduo.



Figura 2. Resíduos particulados de MDF ao redor das máquinas oficina de madeira. Fonte: fotografias do autor

Diferente do resíduo de madeira sólida, descrito por *Teixeira* [6], que apresenta uma variação de cor de acordo com a espécie de árvore e uma textura áspera que varia de acordo com processo produtivo que a mesma é submetida, o resíduo de MDF pode ser descrito como tendo uma cor marrom acinzentada uniforme, leve, fibroso, macio ao toque, quase esponjoso, como visto nas figuras 3A e 3B, esta ultima mostrando o resíduo em escala real.



A



B

Figura 3. Resíduos coletados. Fonte: fotografias do autor

Formulação do compósito. O compósito foi formulado de acordo com o método sugerido por *Teixeira* [6] sendo adotado um traço com 20% de resíduo de MDF. Entretanto o resíduo não foi

submetido aos processos de secagem em estufa elétrica e de peneiramento sugeridos pelo autor, sendo, portanto, usado in natura, do mesmo jeito que foi coletado na oficina. Pretendeu-se assim diminuir o número de etapas de processamento, reduzindo-se tanto os gastos com energia elétrica quanto a geração de novos resíduos. Pretendeu-se, desta maneira, aumentar a eco-eficiência do compósito. A resina termofixa usada foi a *Poliéster Cristal Arazyn 1.0*, uma resina de uso geral, a qual se recomendam cuidados moderados com o manuseio [8]. Em seguida a mesma foi pigmentada em branco com dióxido de titânio, o suficiente para tingir totalmente o compósito, minimizando, assim, sua cor e textura naturais, com a justificativa de reduzir os ruídos na textura em estudo. Para a cura do compósito foi usado o catalisador *MEK* (peróxido de metil-etil-cetona) à 2%.

Moldagem e teste da propriedade de cópia de texturas superficiais. A aplicação de texturas em materiais é considerada como um fator diferencial durante a concepção formal nos processos de design [9] sendo uma característica desejável para a aplicação de produtos em série [10] por possibilitar informações táteis e estéticas dentre outras. E isso inclui principalmente materiais poliméricos como os compósitos. As texturas em materiais plásticos são usadas para criar superfícies rugosas anti-derrapantes e anti-deslisantes, para ajustar cores em superfícies diferentes, para aumentar a resistência em ambientes agressivos ou simplesmente esconder defeitos superficiais [11].

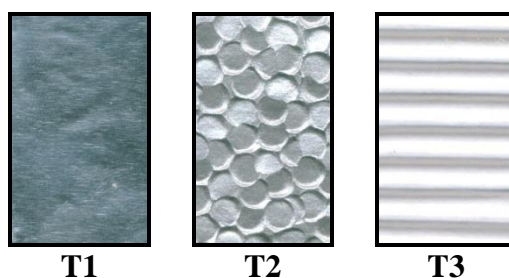


Figura 4. Texturas selecionadas em escala real

Tabela 1. Descrição das texturas selecionadas

Nº	Descrição	Textura/padronagem
T1	Papel alumínio	Superfície lisa e polida
T2	Papel Artesanal Indiano – Ref. 12	Papel com textura grossa
T3	Papelão Micro-ondulado	Padronagem ondulada

Para conferir a propriedade do compósito em copiar a textura da superfície de um molde qualquer, foi proposto um ensaio baseado no processo de laminação em moldes de silicone, proposto por *Forte* [12], que é similar aos processos industriais, mas aqui reproduzido em escala reduzida. As texturas foram selecionadas de acordo com sua padronagem, conforme visto na Figura 4 e descritas na Tabela 1 em escala real, em processo de escaneamento à 600 DPI, usando scanner

plano *Canoscan D646U*. Essa diversidade foi importante para testar o compósito em diferentes texturas superficiais.

Primeiramente foi construído o “*plug*”, a matriz de cópia de acordo com *Jackson e Day* [13], neste caso os corpos de prova, usando técnicas de cartonagem. Este foi dimensionado com formato quadrado, 10 cm de lado e dividido em 3 setores de 5 cm de lado, nos quais foi aplicado uma das texturas selecionadas. Assim pretendeu-se verificar o desempenho do compósito numa mesma etapa de moldagem. A partir do *plug* foi obtido o molde em silicone. A borracha de silicone para moldes é um elastômero que se apresenta na forma líquida e tem a propriedade de copiar com grande fidelidade as características, texturas e relevos de uma superfície. Essa etapa é mostrada na Figura 5.

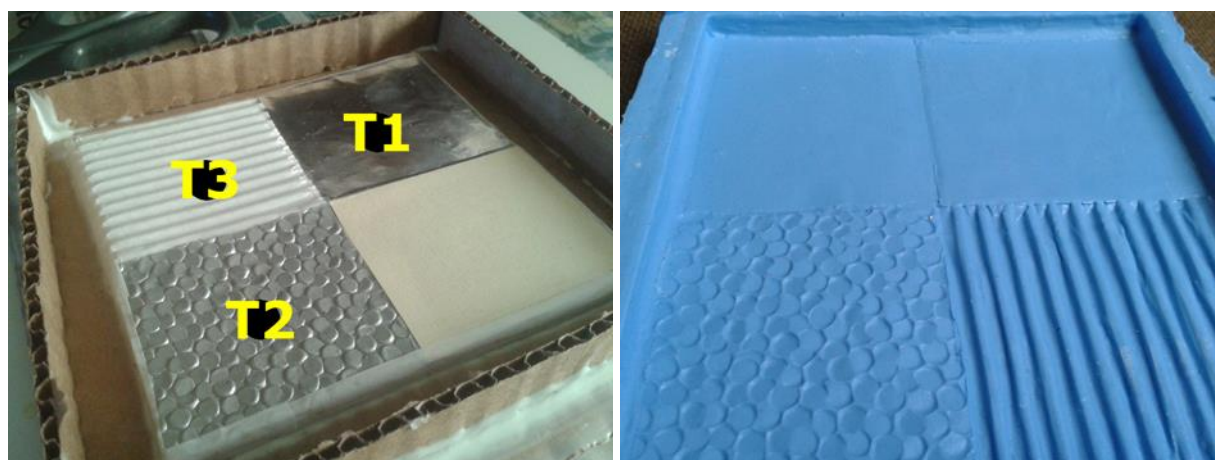


Figura 5. O plug e o molde de silicone

Foram moldados três corpos de prova, CP1 à CP3, com o compósito, usando a técnica do molde aberto de silicone. Esse material permite não só uma reprodução da textura do *plug*, mas também uma desmoldagem mais fácil, preservando a integridade física da peça moldada. Por tanto, este tipo de molde interfere minimamente na textura do corpo de prova durante o processo de moldagem.

Em seguida foi moldado, pelo mesmo processo, um corpo de prova em fiberglass, como modelo de referência, usando o processo de laminação tradicional, com uma camada de manta de fibra de vidro 450 g/m² e *gel-coat* branco como primeira camada, formulado com resina de poliéster, talco industrial (30%) e dióxido de titânio (5%). O *gel-coat* tem dentre outras características, a propriedade de copiar com grande fidelidade para a peça em produção, de forma espelhada, a textura da superfície do molde.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Após a cura, os corpos de prova foram comparados com o modelo de referência. A Figura 6, mostra respectivamente recortes escaneados à 600 DPI das texturas T1, T2, e T3. A partir de cada

modelo de referência foi feita uma comparação com as demais peças moldadas com o compósito, CP1, CP2, e CP3, observando as semelhanças e diferenças entre as texturas apresentadas.

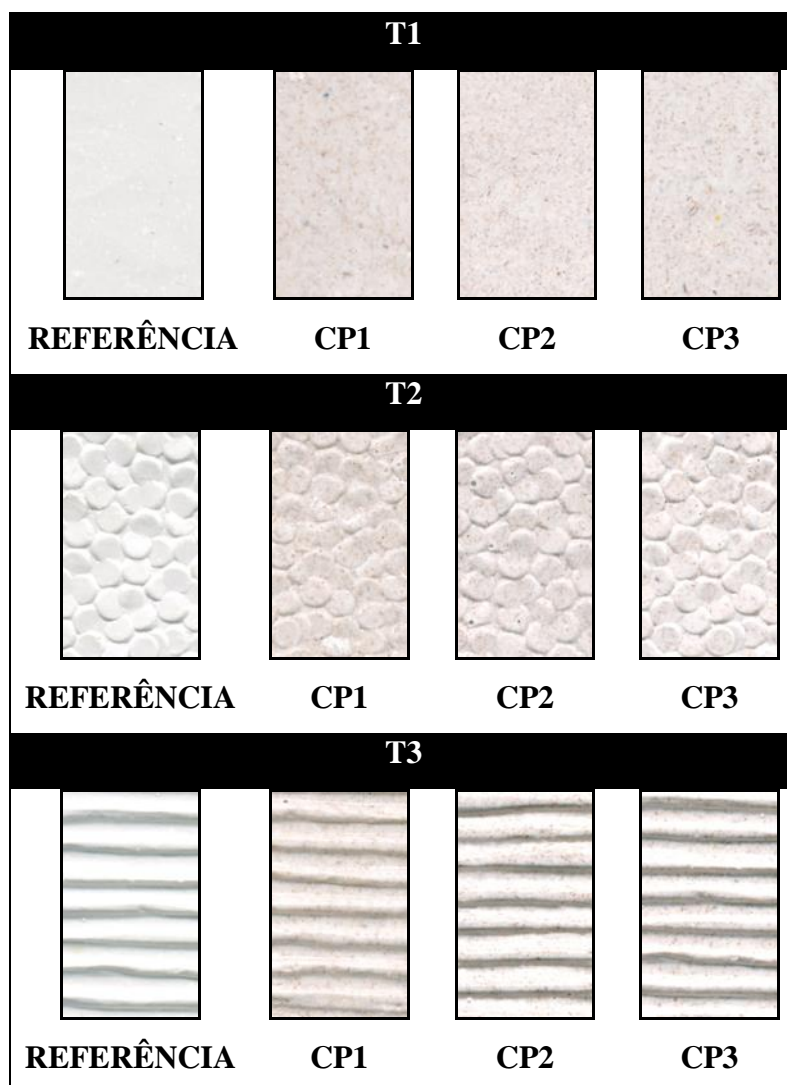


Figura 6. Recortes dos corpos de prova em escala real

Observou-se que, conforme visto na Figura 6, as texturas apresentadas nos corpos de prova se equivalem a aquelas apresentadas nas respectivas referências, com mínima variação. O *gel-coat* usado nas referências, formulado com cargas minerais em partículas finas, o talco e o dióxido de titânio, e que tem a propriedade copiar a textura superficial de outros materiais [14], foi, portanto equiparado à formulação do compósito em teste.

No caso desta experiência, apesar das dimensões das partículas do resíduo de MDF serem muito maiores que as partículas de talco industrial e de dióxido de titânio usadas no *gel-coat* das referências, as mesmas tiveram pouca influência no desempenho do compósito em copiar as texturas em estudo, durante o processo de moldagem. Essa característica torna-se importante, pois superfícies texturizadas ou acabamentos especiais podem ser acrescentados durante as etapas de

design de produto e de fabricação do molde, os quais serão reproduzidos em todas as peças fabricadas a partir dele [15].

Cabe pontuar que, devido à presença das partículas do resíduo de MDF do compósito na superfície dos corpos de prova, observou-se uma textura bidimensional colorida que, no entanto não interferiu no desempenho do compósito em copiar a textura tridimensional em teste.

O uso de resíduos particulados de madeira para a fabricação de produtos em compósitos não é uma novidade. São conhecidos diversos produtos fabricados com este tipo de material, conhecido como WPC (*wood plastic composite*) [9]. Mas no contexto brasileiro, apesar das vantagens físicas, estéticas e ambientais que possui, este material carece ser mais explorado. Nos compósitos, este resíduo pode ser usado tal como as cargas inorgânicas e minerais, como o talco ou o carbonato de cálcio, com as vantagens ecológicas da redução de resíduos sólidos [16]. As vantagens são: sua abundância, o baixo custo de aquisição da matéria prima, além das boas propriedades mecânicas do compósito [6]. São inúmeras as vantagens dos compósitos WPC em relação a produtos de madeira serrada: maior resistência à umidade, à deterioração ambiental e a pragas; maior resistência ao empenamento e trincas, maior durabilidade, baixo custo de aquisição e manutenção, além de serem recicláveis [17].

CONCLUSÕES

A experiência descrita neste artigo ajudou a formar uma etapa na caracterização do compósito em estudo. Ficou mais esclarecido que o compósito, baseado em resíduo particulado de MDF e matriz de poliéster termofixo, possui características similares aos seus pares convencionais, no que se refere à cópia de texturas nos processos de moldagem.

Por outro lado, este estudo ajudou a definir melhores alternativas para os destinos de material residual industrial, como no caso do resíduo particulado de MDF, reforçando, assim, caminhos mais sustentáveis para os mesmos. Sugere-se para futuras pesquisas, a caracterização físico-mecânica deste compósito, a fim de esclarecer futuras aplicações para o mesmo.

REFERÊNCIAS

1. Freitas LC “A baixa produtividade e o desperdício no processo de beneficiamento da madeira: um estudo de caso”. Dissertação de Mestrado. Florianópolis. Universidade Federal de Santa Catarina. 63 (2000)
2. IBÁ – Indústria Brasileira de Árvores. “Cenários Ibá Edição 15”. Brasília. (2015)
3. Gnoatto GB “Mercado de Painéis de Madeira Reconstituída”. IBÁ. Brasília. 11 (2014)
4. IBÁ “Indústria Brasileira de Árvores”. Brasília. 37 (2015)
5. Da Silva, CAP. “Linha Redonda – um exemplo de uso racional da madeira”. Em *Anais do 1º congresso internacional de pesquisa em design e 5º congresso brasileiro de pesquisa e desenvolvimento em design UNB*. Brasília (2002)
6. Teixeira MG “Aplicação de conceitos da ecologia industrial para a produção de materiais ecológicos: o exemplo do resíduo de madeira”. Dissertação de Mestrado. Salvador: Universidade Federal da Bahia, 2005
7. Takahashi R et al. “Fabricação de mantas de fibras de sisal e de curauá para fabricação de material compósito”. *Anais do XXXIX Congresso brasileiro de educação em engenharia*, 2011
8. AraAshland. “Arazyn 1.0 – boletim tecnico da familia”. São Paulo, 2008

9. Kindlein Jr W, Zatti DC, Biacchi TP “A Natureza como Fonte de Inspiração Para a Criação e Desenvolvimento de Texturas Aplicadas ao Design Industrial”. *Anais do 6º Congresso Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento em Design* São Paulo (2004)
10. Silva FP, Roese PB, Kindlein Júnior W “A Texturização de Produtos Poliméricos e sua Dependência com a Seleção de Materiais e os Processos de Fabricação”. *Cient. Exatas Technol., Londrina*, **8(1)**, 65 (2009)
11. Lesko J “*Design Industrial. Materiais e Processos de fabricação*”. Edgard Blücher. Porto Alegre. (2004)
12. Forte MA “Peças de artesanato e decoração fabricadas com resinas de poliéster insaturado. Manual básico do iniciante”. *COOPMACO*. Santo André, 1987
13. Jackson A, Day D “*Manual de Modelismo*”. Londres, Hermann Blume, 1981
14. Diez SG “Resinas de poliéster + cargas de relleno = piezas volumétricas”, *Rev. Iberoam. Polímeros*, (2013)
15. Owens Corning “*Moldes Abertos para laminação manual ou a pistola*”. Owens Corning Fiberglass. Rio Claro, 1999
16. English B “Wastes into wood: composites are a promising new resource”, *Envo. Heal. Persp.*, **102(2)** (1998)
17. Correa C et al. “Compósitos termoplásticos com madeira”. *Polímeros*, São Carlos, **13(3)**, 154 (2003)