

CARACTERIZAÇÃO MECÂNICA DE COMPÓSITO SUSTENTÁVEL RESINA POLIURETANA DE ÓLEO DE MAMONA/REFORÇADOS COM CASCA DE ARROZ

Marcelo Gryczak*, Adriano Michael Bernadin

*Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Programa de Pós-Graduação em Ciências dos Materiais – marcelo.gryczak@ufrgs.br

RESUMO

O atual desenvolvimento acelerado da produção industrial e agrícola tem gerado, intermitentemente, uma grande quantidade de resíduos. Um destes resíduos é a casca de arroz, que representa 20% do volume total do grão produzido. É um material lignocelulósico que pode ser usado como reforço de materiais compósitos. Por sua vez, a resina de poliuretano à base de óleo de mamona é um triglicerídeo extraído da semente, bastante usada em substituição de resinas sintéticas que são mais agressivas ao meio ambiente. Desta forma, o objetivo deste estudo foi obter um compósito aglomerado sustentável à base de casca de arroz e resina de poliuretano de óleo de mamona. As amostras foram obtidas por moldagem a frio segundo um planejamento fatorial tipo 2k(DoE) sendo a fração volumétrica da matriz/reforço e o volume de moldagem os fatores estudados. O compósito obtido foi ensaiado conforme a NBR 14810, foram avaliados os parâmetros de resistência à tração perpendicular e resistência à flexão. Os resultados obtidos permitiram concluir que amostras com maior volume de moldagem e frações de 20% de matriz tende a obter melhores características mecânicas.

PALAVRAS-CHAVE: eco compósito, casca de arroz, resina óleo de mamona.

ABSTRACT

The current rapid development of industrial and agricultural production has intermittently generated a large amount of waste. One of these residues is the rice husk, which represents 20% of the total volume of the grain produced. It is a lignocellulosic material that can be used as reinforcement of composite materials. In turn, the polyurethane resin based on castor oil is a triglyceride extracted from the seed, widely used in substitution of synthetic resins that are more aggressive to the environment. Thus, the objective of this study was to obtain a sustainable agglomerated composite based on rice hulls and castor oil polyurethane resin. The samples were obtained by cold molding according to a factorial design type 2k (DoE), the volumetric fraction of the matrix / reinforcement and the molding volume being the factors studied. The composite obtained was tested according to NBR 14810, the parameters of resistance to perpendicular traction and flexural strength were evaluated. The obtained results allowed to conclude that samples with higher molding volume and fractions of 20% of matrix tend to obtain better mechanical characteristics.

KEY WORDS: eco composite, rice husk, resin castor oil

INTRODUÇÃO

A intensa e cumulativa intervenção humana no ambiente durante milhares de anos acarretou em mudanças significativas que são evidenciadas na atualidade. Porém, após a primeira grande revolução científico-tecnológica que provocou enormes impactos ambientais devidos ao aumento da capacidade produtiva humana, sentiu-se a necessidade de reavaliar o modelo de produção e consumo.

O atual desenvolvimento acelerado da produção industrial e agrícola tem gerado intermitentemente uma grande quantidade de resíduos. Desta forma, são necessárias alternativas para a destinação correta ou, preferivelmente, para agregação de valor aos resíduos gerados. Além dos problemas econômicos e políticos enfrentados ao se explorar um destino correto ou ao se beneficiar os resíduos, há uma carência de técnicas que aliem seu processamento e beneficiamento de forma efetiva para a solução dos problemas causados por sua geração e sua intervenção/ação sobre o ambiente.

Pela forma de condução dos estudos realizados com diversos tipos de resíduos percebe-se que o grande desafio é, realmente, desenvolver uma metodologia de pesquisa para sua reciclagem, no sentido de transformá-los em subprodutos passíveis de serem comercializados e novamente inseridos no processo produtivo. Esses passos exigem um grande esforço da humanidade, tanto do setor produtivo quanto na sociedade, de maneira que se possa viver sob a égide de outro paradigma: o paradigma do desenvolvimento sustentável.

A NBR 10.004 ^[1] define resíduo como “todo material nos estados sólido e semissólido, que resulta de atividades de origem industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição”.

O aumento da quantidade de resíduos e produtos é refletido na velocidade de retirada dos recursos da natureza sem que seja feita a reposição, no consumo de parte deles e transformando a outra parte em sobras com características prejudiciais, assim superando a capacidade de absorção e reposição da natureza. A evolução da tecnologia e das atividades humanas é acompanhada em ritmo mais lento pela evolução de um sistema de gestão de resíduos ^[2].

Além de criar potenciais problemas ambientais, os resíduos representam perdas de matérias-primas e energia, exigindo investimentos significativos em tratamentos para controlar a poluição. Muitos dos tratamentos não eliminam realmente os resíduos gerados, apenas os transferem para outro meio que não os esperava ^[3].

Os resíduos podem conter muitas substâncias de alto valor. Se for empregada uma tecnologia adequada, este material pode ser convertido em produtos comerciais ou matérias-primas para processos secundários ^[4].

Atividades agroindustriais produzem alguns resíduos que não podem ser separados da própria produção, como é o caso da casca de arroz. As partes não aproveitáveis como caule, folhas e casca são consideradas resíduos e contribuem para o aumento do volume de descartados gerados pelas agroindústrias.

Segundo Fonseca ^[5], durante o processo de beneficiamento do arroz, resulta como subproduto a casca de arroz, que representa cerca de 23% da massa do arroz *in natura*. O uso desta casca, devido a sua alta dureza, fibrosidade e natureza abrasiva, pode levar ao desenvolvimento de produtos com boa resistência ao desgaste.

A grande maioria das indústrias de beneficiamento de arroz preocupa-se com o meio ambiente por causa da queima da casca do arroz, que produz fumaça e cinzas, as quais escoam para valos ou rios, gerando poeira. Desta forma, as indústrias veem-se obrigadas a realizar alguma ação social para valorizar o meio ambiente, gerar bem-estar social e diminuir os desgastes ecológicos ^[6].

Por outro lado, resinas derivadas de fontes renováveis e biodegradáveis podem apresentar características similares ou superiores às resinas sintéticas, como é o caso da resina de poliuretano derivada de óleo de mamona têm sido estudadas e analisadas quanto a sua eficiência.

O óleo de mamona é um triglicerídeo presente em teores de 40 a 50 % na semente da planta *Ricinus communis*, que é encontrada em regiões tropicais e subtropicais, muito abundante no Brasil. Sua forma é de um líquido viscoso e de odor forte, obtido pela prensagem das sementes ou por extração com solvente. O desenvolvimento de poliuretanos derivados de óleo de mamona teve início na década de 1940 e seu estudo continua até os dias atuais ^[7].

Devido às exigências legais quanto ao uso e destino final de fibras sintéticas e resinas oriundas do petróleo, materiais compósitos naturais vêm sendo estudados como alternativas ao uso destes novos materiais. O elevado preço das fibras sintéticas e a conscientização dos consumidores no âmbito da preservação do meio ambiente são vistos como contribuição para o desenvolvimento destas pesquisas ^[8].

De forma geral, os materiais compósitos podem ser definidos como materiais heterogêneos, resultantes de combinações em que um dos componentes tem como função principal oferecer resistência, sendo o componente estrutural ou de reforço, e o outro componente tem como função ser o meio de transferência destes esforços, sendo o componente matricial ou matriz ^[9].

Torna-se assim urgente o desenvolvimento e comercialização de materiais compósitos constituídos por materiais obtidos de fontes naturais, o que resultaria na diminuição da dependência das fontes não renováveis, reduzindo assim os impactos ambientais ^[10].

OBJETIVO

O presente trabalho objetivou elucidar os parâmetros mecânicos de um compósito formulado a partir de resina poliuretana de óleo de mamona reforçado com casca de arroz.

METODOLOGIA

Inicialmente foi adquirido o resíduo de casca de arroz em um engenho na cidade de Forquilha no estado de Santa Catarina, dessa forma foi definido como lote padrão para formulação dos compósitos. A resina utilizada foi resina bi componente com fração de 1:1,5 de óleo de mamona e MDI.

O processo de moldagem das placas foi realizado por prensagem em temperatura ambiente com finalidade de se obter o compósito com o menor custo energético para confecção dos corpos de prova, o diâmetro no molde utilizado foi de 41 cm comprimento, 26 cm de largura e 2 cm de altura. O dispositivo utilizado é ilustrado na Figura 1:



Figura 1: Dispositivo de moldagem.
Fonte: Do autor, 2018.

O processo de desmoldagem foi realizado após 8 horas, conforme orientado pelo fornecedor da resina. Como desmoldante foram utilizados filmes plásticos e vaselina industrial.

Os corpos de prova foram obtidos a partir da usinagem das placas de compósitos moldadas na prensa, foram retiradas 5 amostras de cada placa prensada, com o intuito de maior significância estatística dos resultados. As dimensões dos corpos de prova bem como a posição de retirada dos mesmos das placas foram seguidas conforme a NBR 14810 ^[11], ilustrado na Figura 2.

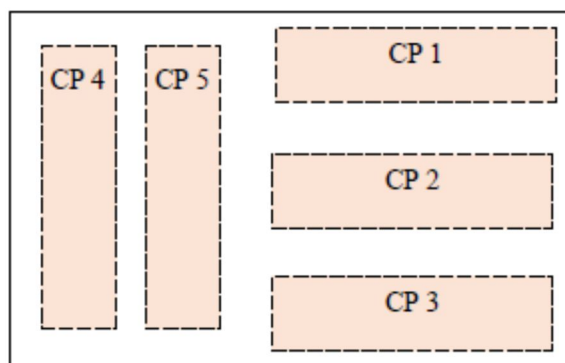


Figura 2: Dispositivo de moldagem.
Fonte: Do autor, 2018.

A preparação do compósito foi realizada em laboratório, para determinar com precisão as quantidades necessárias para a formulação do compósito, seguindo valores pré-estabelecidos de acordo com planejamento experimental fatorial do tipo 2k combinações experimentais distintas, sendo avaliados k fatores em apenas dois níveis, nível alto (+) e nível baixo (-). Assim, se “n” representa o número de réplicas em cada condição experimental, o número de ensaios é dado por $n + 2k$. Como há somente dois níveis para análise de cada fator, assume-se que a variável de resposta apresente comportamento linear entre esses níveis ^[12]. Os fatores variados foram o volume de material moldado e fração da matriz/reforço utilizado na formulação do material.

A NBR 14810 ^[11], estabelece os métodos utilizados para caracterização mecânica de materiais compósitos reforçados com materiais lignocelulósicos, os métodos de tração perpendicular e flexão, são descritos em subseqüência.

Resistência à tração perpendicular

As dimensões dos corpos de prova foram medidas utilizando paquímetro de resolução de 0,01 mm em dois pontos paralelos às extremidades, ao longo de linhas que passam pelos centros de extremidades opostas. Após as medições os corpos de prova foram colados em dispositivos de metal e posicionados entre as garras de uma máquina universal de ensaios (EMIC DL 10000) provida de articulações. Iniciado o ensaio, com tempo médio de ruptura de 60 segundos.

Resistência à flexão

Com o auxílio de um paquímetro com resolução de 0,01 mm, foram medidas as espessuras dos corpos de prova individualmente. A espessura foi medida nas seções transversais no ponto de intersecção das diagonais com sua largura. Os extremos do corpo de prova foram colocados sobre os dois apoios da máquina universal de ensaios (EMIC DL 10000), de modo que o dispositivo para aplicar a carga coincidiu com o centro do corpo de prova.

Foram registradas as dimensões do corpo de prova, o indicador de carga foi zerado e acionado com velocidade constante de forma que a ruptura acontecesse em um intervalo de (60 ± 30) s. Após a ruptura, foram registradas, a carga no limite proporcional e o valor da força de ruptura.

RESULTADOS

Resistência à tração perpendicular

A Figura 3 apresenta o diagrama de Pareto para a resistência à tração perpendicular. Pode-se perceber que apenas a fração de reforço apresenta alta confiabilidade para a resistência à tração perpendicular, mas tanto o volume de mistura quanto a interação entre os fatores não têm significância estatística. Pelo gráfico de Pareto, com relação à fração volumétrica de casca de arroz (reforço), quanto mais fibra é adicionada ao compósito, menor será a resistência à tração perpendicular, pois o coeficiente é negativo.

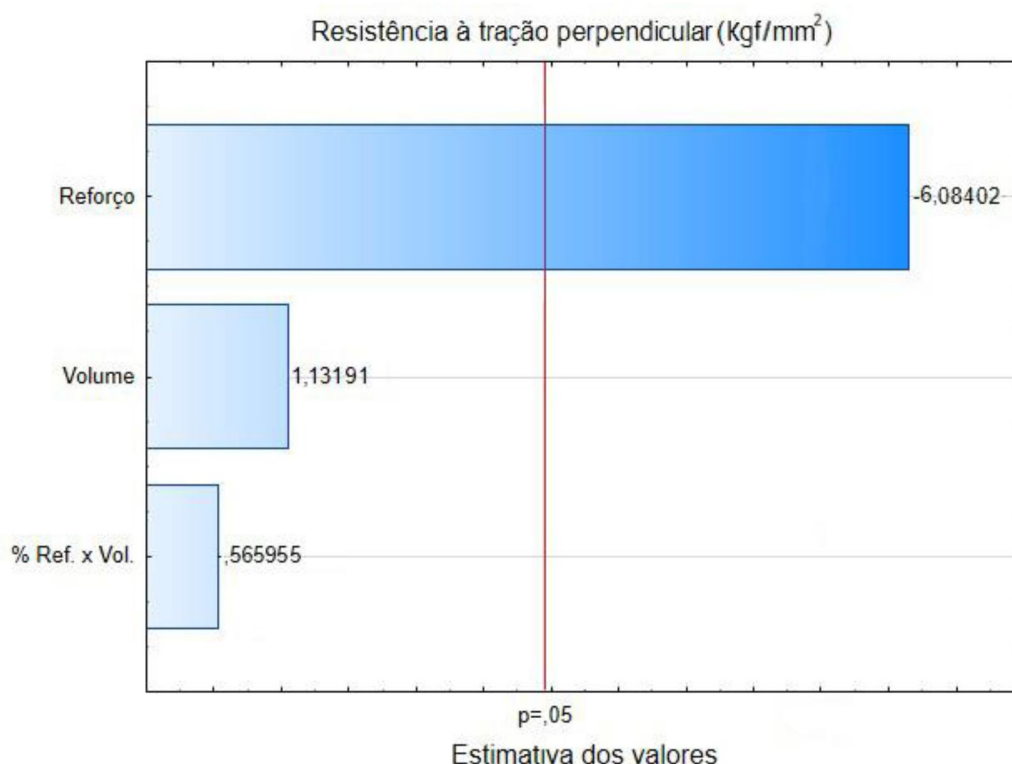


Figura 3: Diagrama de Pareto para resistência à tração perpendicular (kgf/mm²) para o sistema compósito.

Fonte: Do autor, 2018.

Os resultados demonstram que o aumento de reforço tende a diminuir a característica mecânica do material em relação a tração perpendicular. Segundo Bucur ^[13], a resistência à tração perpendicular está associada à ligação interna do compósito, ou seja, é a qualidade da adesão entre as partículas/fibras do painel e o adesivo utilizado como matriz.

Resistência à flexão

Pelo gráfico de Pareto a fração volumétrica de casca de arroz (reforço), quanto mais fibra é adicionada ao compósito, diminui a resistência à flexão estática, pois o coeficiente é negativo. O volume de enchimento da cavidade de moldagem com a mistura de fibra + resina PU tende a aumentar a resistência à flexão estática, pois tem coeficiente positivo. Quanto maior o volume de mistura durante a moldagem maior será a resistência à flexão estática do compósito resultante. Deve-se observar que tem menor significância estatística neste estudo ($< 95\%$).

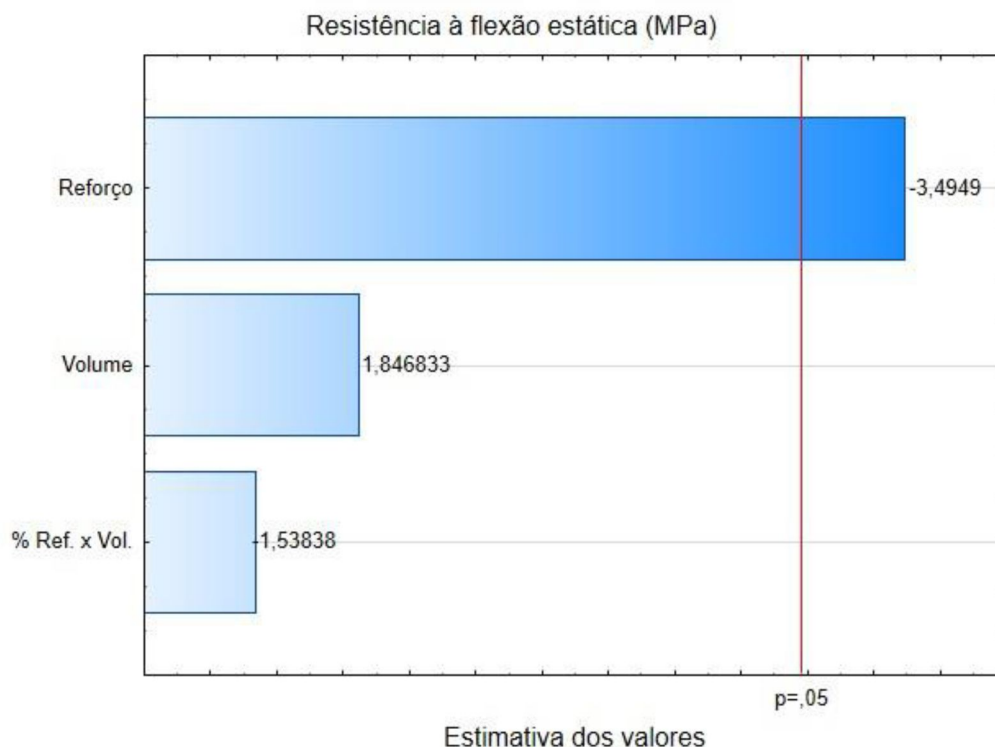


Figura 4: Diagrama de Pareto para resistência à flexão estática (MPa) para o sistema compósito.
Fonte: Do Autor, 2018.

De acordo com Da Silva ^[8], a diminuição da resistência à flexão de compósitos de fibras curtas com o aumento da fração volumétrica de reforço ocorre devido a que as fibras curtas agem mais como defeito do que como reforço. Portanto, quando se aumenta a fração de fibras, maior será a quantidade de extremidades inseridas na matriz, resultando em um número maior de defeitos nesta.

Nos compósitos com fibras curtas as extremidades das fibras atuam como concentradores de tensão e assim funcionam como regiões de iniciação de trincas ^[14]. Outro fator que pode ter diminuído a resistência mecânica são as fibras não tratadas. Conforme observaram Li et al. ^[15] em sua pesquisa, compósitos com fibras não tratadas apresentavam valores de resistência mecânica inferiores a compósitos com fibras tratadas.

CONCLUSÕES

Os resultados de caracterização mecânica nos compósitos demonstraram que o uso da casca de arroz com frações superiores a 80 % tende a tornar o material com baixa resistência mecânica. Entretanto, frações de até 80 % e o aumento de volumes de moldagem, possibilitam a confecção de materiais compósitos compatíveis as características mecânicas de núcleos de materiais tradicionais de MDF.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ABNT- Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 10004: Resíduos sólidos classificação**. Rio de Janeiro, 2004
2. STRAUCH, M.; DE ALBUQUERQUE, P. P. **Resíduos: como lidar com recursos naturais**. Oikos, 2008.
3. TIMOFIECSYK, F. R.; PAWLOWSKY, U. **Minimização de Resíduos na Indústria de Alimentos**: Revisão. B. CEPPA, p. 221-236. 2000.
4. LAUFENBERG, G.; KUNZ, B.; NYSTROEM, M. Transformation of vegetable waste into value added products:: (A) the upgrading concept; (B) practical implementations. **Bioresource Technology**, v. 87, n. 2, p. 167-198, 2003.
5. FONSECA, M.R.G. **Isolantes térmicos a partir de cinza de casca de arroz: obtenção, caracterização de propriedades e sua relação com a microestrutura**. 1999. Tese (Doutorado) Porto Alegre, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1999.



1º Congresso Sul-Americano de Resíduos Sólidos e Sustentabilidade

GRAMADO-RS

12 a 14 de junho de 2018

6. URSINI, T. R.; BRUNO, G. O. A gestão para a responsabilidade social e o desenvolvimento sustentável. **Revista Fundação de Apoio à Tecnologia**, 2005.
7. VILAR, W. D. **Química e tecnologia dos poliuretanos**. Vilar Consultoria, 1998.
8. DA SILVA, R. V. **Compósito de resina poliuretano derivada de óleo de mamona e fibras vegetais**. 2003. Tese (Doutorado). Universidade de São Paulo. 2003.
9. FREIRE, E.; MONTEIRO, E. E.C.; CYRINO, J. C.R. Propriedades mecânicas de compósitos de polipropileno com fibra de vidro. **Polímeros**, p. 25-32, 1994.
10. JOSHI, S. V. et al. Are natural fiber composites environmentally superior to glass fiber reinforced composites. **Composites Part A: Applied science and manufacturing**, v. 35, n. 3, p. 371-376, 2004.
11. ABNT. **NBR 14810: Painéis de partículas de media densidade**. Rio de Janeiro, 2013.
12. BUTTON, S. T. **Metodologia para planejamento experimental e análise de resultados**. São Paulo, 2005.
13. BUCUR, V. **Acoustics of wood**. Berlin: Springer-Verlag, 2006.
14. AGARWAL B. D. et al. **Analysis and performance of fiber composites**. John Wiley & Sons, 2006.
15. LI, Y. et al. Sisal fibre and its composites: a review of recent developments. **Composites science and technology**, v. 60, n. 11, p. 2037-2055, 2000.