

Preparação e caracterização de biocompósitos de poliuretano reforçados com fibras da palmeira para aplicação em palmilhas

Preparation and characterization polyurethane reinforced with palm fibers biocomposites for application in insoles

Ana Carolina Vidal¹
Daniella Regina Mulinari^{2,3}

Artigo
Original

Original
Paper

Palavras-chave

Biocompósitos de poliuretano
Fibras da palmeira
Palmilhas

Resumo

Neste trabalho foi desenvolvido um biocompósito de poliuretano (PU) derivado do óleo de mamona reforçado com fibras da palmeira para aplicação em palmilhas. Os biocompósitos foram obtidos pela mistura em massa, do polioli com o diisocianato, conforme a relação estequiométrica de 1:0,7. Posteriormente, os biocompósitos foram caracterizados pela técnica de microscopia eletrônica de varredura (MEV). Também foi determinada a massa específica e a resistência à flexão dos mesmos e comparados ao material comercializado e ao PU puro. Os resultados obtidos revelaram o biocompósito apresentou menor densidade e rigidez, poros abertos e interconectados em suas microestruturas, porém com células menores quando comparadas ao material comercializado.

Abstract

In this work was developed a biocomposite of polyurethane (PU) derived from castor oil reinforced with palm fiber for use in insoles. Biocomposites were obtained by mixing mass of the polyol with the diisocyanate in a stoichiometric ratio of 1:0.7. Subsequently, biocomposites were characterized by scanning (SEM) electron microscopy technique. The density and the flexural strength were also determined and compared to the commercialized materials and pure PU. Results revealed the biocomposite showed a lower density and stiffness, open pores and interconnected in their microstructures, but with smaller cells when compared to commercially material.

Keywords

Polyurethane
Palm fibers
Biocomposites
Insoles

¹ Mestrando do Mestrado Profissional em Materiais do Centro Universitário de Volta Redonda/UniFOA

² Docente do Centro Universitário de Volta Redonda/UniFOA

³ Docente da Universidade do Estado do Rio de Janeiro

1. Introdução

Quando o corpo está em movimento, normalmente os pés recebem uma carga de compressão muito superior ao peso do nosso corpo. Durante uma corrida, por exemplo, a força exercida pode ser cinco vezes superior ao peso do nosso corpo. Por isso, é de suma importância contar com um calçado que possua uma estrutura adequada e um excelente suporte palmilhar para evitar as consequências imediatas em longo prazo em todas as partes do corpo. Desta forma é interessante desenvolver um reforço palmilhar que possua elevada absorção de impactos. E dentre os diversos materiais utilizados para o desenvolvimento desse material o poliuretano (PUs) é o material que tem sido usado com maior frequência (CORDEIRO, 2010).

Os Poliuretanos (PUs) são polímeros obtidos pela combinação de diversas moléculas mais simples, sendo que os monômeros mais utilizados são os isocianatos e polióis, dando assim origem a compostos com a chamada ligação uretana (CORDEIRO, 2010).

Na fabricação dos PUs, utiliza-se uma grande variedade de polióis como polióis poliéteres, polióis poliésteres, óleo de mamona, polibutadieno líquido com terminação hidroxílica, entre outros (CANGEMI; SANTOS; CLARO NETO, 2009; CHIERICE, G. O.; CLARO NETO, S.; SANTOS, A. M.; CANGEMI, 2008). No entanto, a produção dos Pus utiliza principalmente compostos derivados do petróleo, o que tem gerado preocupação ambiental devido ao recurso ser não renovável (MILÉO, 2011). Para a síntese dos chamados biopolímeros têm sido estudadas alternativas utilizando-se óleos vegetais em vez de polióis obtidos de derivados do petróleo.

Na busca dessas alternativas, as empresas têm buscado materiais que possam substituir os polióis derivados do petróleo, mas que ofereçam as mesmas características físicas e químicas e que obedeçam as exigências dos mercados consumidores.

Desta forma, o objetivo desse trabalho foi desenvolver um biocompósito obtido de poliuretano (PU) derivado do óleo de mamona reforçado com fibras da palmeira para aplicação em palmilhas proporcionando conforto e redução do impacto ambiental e compará-lo ao material utilizado atualmente. Porém é necessário que

haja um aprofundamento a respeito do comportamento desses biocompósitos, principalmente quanto às características mecânicas.

Um biocompósito é todo e qualquer compósito biodegradável, proveniente de fontes renováveis, o qual apresenta como característica uma ou mais fases derivadas de origem biológica (FERREIRA, 2010).

Segundo MILÉO (2011), estes biocompósitos são ecologicamente corretos, sendo denominada de “eco-compósitos”, adquirindo assim um grande potencial para serem os novos materiais do século XXI e conseqüentemente, uma solução parcial aos problemas ambientais globais.

Além disso, a poliuretana à base de óleo de mamona também tem sido utilizada como biomaterial, em implantes e em agentes terapêuticos e é aplicada em dispositivos ópticos e eletrônicos (VILAR, 2005).

2. Materiais e Métodos

2.1. Materiais

Para a confecção do biocompósito foram utilizadas fibras provenientes da palmeira real australiana e poliuretano. O poliuretano derivado do óleo de mamona utilizado no projeto foi fornecido pela Polyurethane. A fibra da palmeira real australiana utilizada no projeto foi gentilmente fornecida pela Biosolvit, localizada em Barra Mansa – RJ. Primeiramente as fibras foram cortadas, secas em estufa a 60°C até peso constante, em seguida foram peneiradas em uma peneira de 10, 20 e 40 mesh.

2.2. Obtenção do biocompósito

Os biocompósitos foram obtidos pela mistura em massa, do poliol com o prépolímero (diisocianato). A expansão do poliuretano à base de óleo de mamona foi realizada pela mistura, conforme a relação estequiométrica de 1:0,7 em massa, de poliol e diisocianato, respectivamente.

Primeiramente, o poliol foi misturado com 10% m/m de fibras da palmeira num recipiente de 200mL com ajuda de um bastão de vidro. Posteriormente, foi adicionado o pré-polímero, o qual foi misturado por 1 minuto e transferido para uma placa plana. A reação de polimerização foi exotérmica, atingindo 45°C, onde o tempo de cura do material foi de 24h.

Os biocompósitos foram preparados por moldagem por compressão. O mesmo procedimento foi repetido, mas sem o reforço (fibras) para avaliar o efeito das fibras como reforço no PU. Após a cura, o material foi removido do molde e foram realizadas as análises mecânicas e morfológicas.

2.3. Ensaios mecânicos dos materiais

O comportamento mecânico dos biocompósitos foi avaliado pelo ensaio de flexão, os quais foram realizados no Laboratório de Ensaios Mecânicos da Universidade do Estado de São Paulo (EEL/USP), em um equipamento da marca EMIC, modelo DL 3000 com célula de carga de 20N. Os biocompósitos foram ensaiados com dimensões de acordo com a norma ASTM D 790. O comportamento mecânico do material comercial e do PU puro também foram avaliados.

2.4. Determinação da massa específica

Para a determinação da massa específica foram utilizadas três amostras de biocompósitos adaptadas à norma D 792, as quais foram pesadas em balança de precisão ($\pm 0,1$ mg). As medidas de espessura (e), largura (l) e comprimento (c) de cada biocompósito foram determinadas por um paquímetro da marca DIGIMESS. A massa específica foi calculada dividindo-se a massa m (g) pelo volume da amostra (cm^3). Também foram determinadas as massas específicas do material comercial e do PU puro.

2.5. Análise morfológica

A morfologia dos materiais (biocompósito, PU puro e material comercial) foram ob-

tidas em um microscópio eletrônico de varredura JEOL JSM5310, disponível no Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais/INPE em São José dos Campos, operando de 15 a 20 kV, usando elétrons secundários, a fim de obter informações quanto à morfologia das fibras. As amostras foram fixadas em um suporte com auxílio de uma fita de carbono autocolante duplas face e submetidas ao recobrimento metálico com ouro.

3. Resultados

A Figura 1 evidencia o biocompósito obtido e o material comercializado, os quais apresentam diferente aparência, devido à inserção de fibras.



Figura 1. Material comercial e o biocompósito.

Além da diferença na aparência, observou-se também uma diferença na resistência dos materiais. A Tabela 1 apresenta os resultados de resistência à flexão para o material comercializado, o PU puro e o biocompósito. Este estudo foi importante, pois permitiu avaliar os dados quantitativos da deformação desses materiais quando sujeitos a cargas de flexão. Os materiais dúcteis, quando sujeitos a esse tipo de carga, são capazes de absorver grandes deformações ou dobramento.

Tabela 1. Valores do limite de resistência à flexão

Amostras	Resistência à flexão (MPa)	Módulo de Elasticidade (MPa)
Material Comercializado	$0,76 \pm 0,47$	$13,2 \pm 2,2$
PU Puro	$0,49 \pm 1,08$	$2,8 \pm 0,6$
BIOCOMPÓSITO	$0,45 \pm 1,23$	$4,2 \pm 1,3$

Analisando-se as propriedades mecânicas em flexão do material proposto (biocompósito) foi observado valor inferior quando comparado ao material comercializado, mas superior ao PU puro. Desta forma, o ideal seria inserir um maior teor de fibras na matriz de PU para que ocorra um aumento na rigidez.

No entanto, o material proposto proporcionará um reforço palmilhar mais macio uniformizando a pressão.

Além disso, este material apresentou uma menor densidade quando comparado ao material comercializado. A Figura 2 mostra os dados obtidos da massa específica dos mate-

riais (biocompósito, PU puro e o material comercializado). A determinação da massa específica dos materiais é importante, pois permite verificar se a inserção de fibras na matriz influencia na massa específica. Esse resultado foi bem significativo, pois quanto menor a densidade, mais leve será o reforço palmilhar.

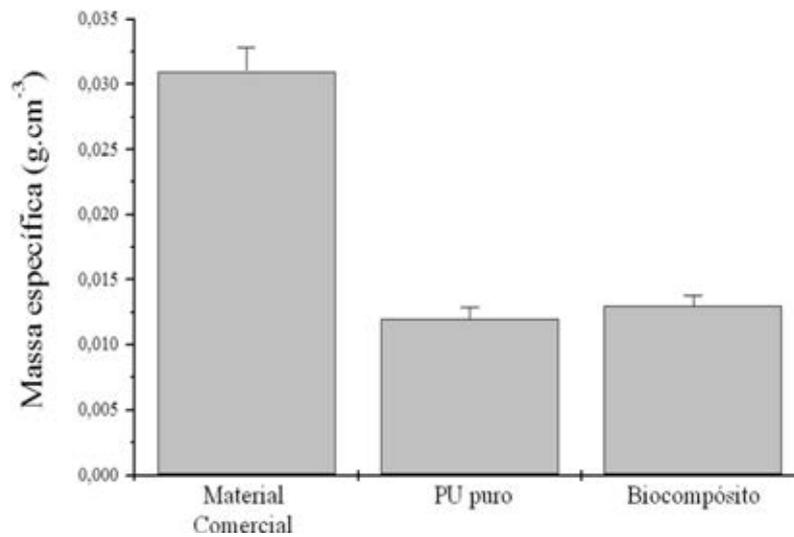


Figura 2. Massa específica dos materiais.

O material proposto (biocompósito) também apresentou poros abertos e interconectados em suas microestruturas, porém com células menores quando comparadas ao material comercializado e o PU puro. As Figuras 3 a 5 evidenciam as micrografias obtidas dos materiais.

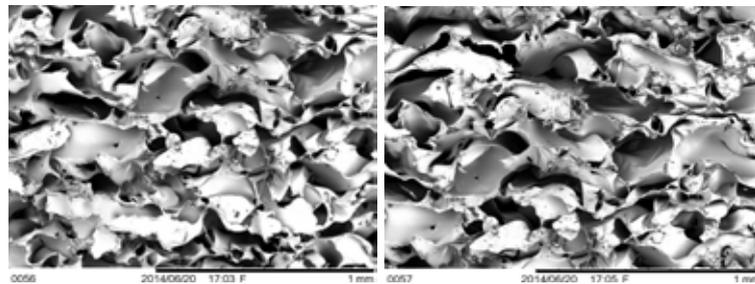


Figura 3. MEV do material comercializado.

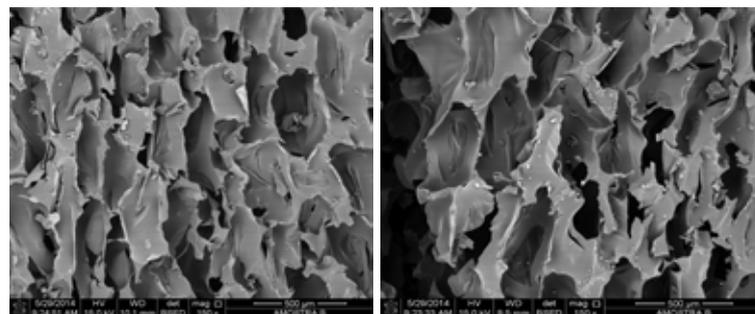


Figura 4. MEV do PU puro.

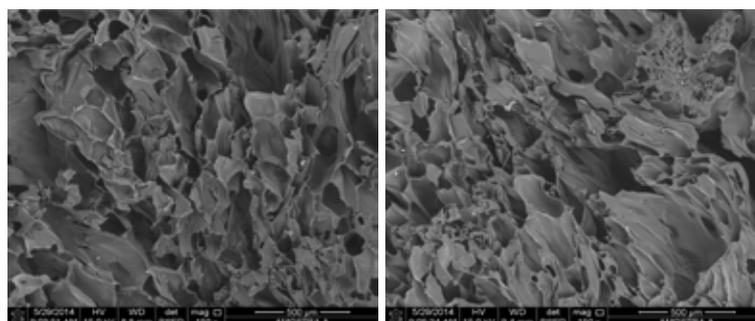


Figura 5. MEV do material proposto (biocompósito).

A utilização desta técnica foi importante, pois os materiais estudados apresentam porosidade é de extrema importância identificar um material que não absorva muita umidade nos pés e quanto maior a célula aberta maior a facilidade em absorver umidade.

Os materiais em geral apresentam porosidade heterogênea com relação ao tamanho e ao número de poros por área. No entanto, o biocompósito apresenta um número superior de poros por área, devido à inserção de fibras.

4. Conclusões

Com a análise dos resultados obtidos neste trabalho foi possível desenvolver um

biocompósito obtido de poliuretano (PU) derivado do óleo de mamona reforçado com fibras da palmeira para aplicação em palmilhas proporcionando conforto e redução do impacto ambiental quando comparado ao material comercializado atualmente.

O biocompósito apresentou menor densidade e poros abertos e interconectados em suas microestruturas, porém com células menores quando comparadas ao material comercializado. No entanto, o mesmo apresentou uma menor rigidez quando comparado ao material comercializado.

Desta forma, é possível afirmar o material proposto é mais leve e possivelmente apresentará um menor custo quando comparado ao material comercializado.

5. Referências Bibliográficas

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. **ASTM D 790**: Standard test methods for flexural properties of unreinforced and reinforced plastics and electrical insulating materials. United States, 2010.

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. **ASTM D 792**: Standard Test Methods for Density and Specific Gravity (Relative Density) of Plastics by Displacement. United States of America, 2008.

CHIERICE, G. O.; CLARO NETO, S.; SANTOS, A. M.; CANGEMI, J. M. Biodegradation of polyurethane derived from castor oil. **Polímeros**, v.18, p.201-206, 2008.

CANGEMI, J. M.; SANTOS, A. M.; CLARO NETO, S. I. Poliuretano: De travesseiro a preservativo, um polímero versátil. **Qnesc**, v.31, 2009.

CORDEIRO, G. G. **Caracterização físico mecânica de materiais utilizados em palmilhas para diabéticos**. 2010. 59. Dissertação (Mestre em Bioquímica) - Universidade do Vale do Paraíba, São José Lorena, São Paulo, 2010.

FERREIRA, T. A. M. C. **Desenvolvimento de biocompósitos com base das fibras de engaço de uva**. 2010. 102f. Dissertação (Mestre em Materiais Derivados de Recursos Renováveis) - Universidade de Aveiro - Departamento de Química da Universidade de Aveiro, Aveiro, Portugal, 2010.

MILEO, P. C. **Aplicações da celulose de palha de cana-de-açúcar: obtenção de derivados partindo de celulose branqueada e de biocompósitos com poliuretana obtida a partir de óleo de mamona (*Ricinus communis* L.)**. 2011. 88. Dissertação (Mestre em Bioquímica) - Universidade do Estado de São Paulo, Lorena, São Paulo, 2011.

VILAR, W. D. **Química e Tecnologia dos Poliuretanos**, 3ª edição. Rio de Janeiro: Vilar Consultoria, 2005