

Análise de absorção de água em compósito de polímero reforçado com fibras naturais

Analysis of water absorption in polymeric composites reinforced with natural reinforced with natural fibres

Emerson Augusto Raymundo¹
Rosinei Batista Ribeiro²
Eriane F. Carvalho²
Bianca Siqueira Martins Domingues²

Artigo
Original

Original
Paper

Palavras-chave:

Fibras Naturais
Compósito polimérico
Parâmetros de
qualidade
Norma ASTM D570-96

Resumo:

O desenvolvimento na área de compósitos reforçados com fibras naturais teve um grande crescimento nos últimos anos. O objetivo desse trabalho foi a determinação de um dos parâmetros de qualidade para aplicação desse compósito em ambientes úmidos como frigoríficos. Foram realizadas medidas de absorção de umidade por um compósito polimérico com reforço de fibras naturais, conforme a norma ASTM D570-96, e ensaios de tração para medir a resistência do material como efeito de comparação do compósito das amostras ensaiadas em imersão e de amostra sem imersão no objetivo de conseguir observar o efeito da degradação das fibras perante a absorção da umidade. . Ao final do ensaio, foram desenvolvidas as curvas de absorção em relação ao percentual de absorção em função do tempo de imersão.

Abstract:

The development in the natural fiber reinforced composite area had a great development in the last years. The objective of this paper was the determination of one of the quality parameters to the application of this composite in wet environments, as refrigerators. Were done measures of moisture by a polymeric composite reinforced by natural fibers, as the ASTM D570-96, and tensile test to measure the material's resistance as effect of comparison of the composite of the samples that were immersed and the ones that weren't immersed, in the objective of observing the effect of the degradation of the fibers before the moisture absorption. In the end of the test, were developed the absorption curves related to the absorption percentage in function of the immersion time.

Key words:

Natural Fibers
Polymeric composite
Quality parameters
ASTM D570-96

¹ Centro Universitário de Volta Redonda – UNIFOA, Volta Redonda, São Paulo, Brasil

² Faculdades Integradas Teresa D'Ávila - FATEA, Lorena, São Paulo, Brasil

1. Introdução

O Compósito é um material em cuja composição de dois ou mais tipos de materiais diferentes. Alguns exemplos são metais e polímeros, metais e cerâmicas ou polímeros e cerâmicas ou ainda composição dos três. A aplicação de materiais compósitos vai desde simples artigos utilizados no nosso dia a dia até aplicações para indústrias de ponta como são o caso da indústria aeronáutica e aeroespacial. Os materiais que podem compor um material compósito podem ser classificados em dois tipos: matriz e reforço. As características mecânicas de um compósito reforçado com fibra depende não apenas das propriedades da fibra, mas também do grau no qual uma carga aplicada é transmitida às fibras pela fase matriz. Importante para a extensão desta transmitância de carga é a magnitude da ligação interfacial entre as fases fibra e matriz. Sob a aplicação de uma tensão, esta ligação fibra-matriz cessa nas pontas das fibras, fornecendo um modelo de deformação da matriz esquematicamente, em outras palavras, não existe nenhuma transmissão de carga a partir da matriz na extremidade de cada fibra.

O arranjo ou orientação das fibras entre si, a concentração da fibra e a distribuição da fibra têm uma significativa influência sobre a resistência mecânica e outras propriedades de compósitos reforçados por fibra.

Uma das aplicações do material desse presente trabalho será em ambientes úmidos e provavelmente haverá uma difusão de umidade para dentro da matriz polimérica e alterando além do peso as propriedades mecânicas desse compósito que é reforçado com uma fibra natural. Implicará assim em teste de absorção de umidade em relação ao tempo exposto até atingir a saturação e será compreendido em que estado de difusão se encontrará conforme as medidas semanais.

2. Referencial Bibliográfico

Hoje o grande desafio na ciência e engenharia de materiais é desenvolver tecnologias ainda mais sofisticadas e especializadas, assim como considerações sobre impacto ambiental causado pela produção de materiais. (PADILHA, 2000).

Muitos dos elementos envolvidos nas ciências aplicadas ou engenharia estarão uma vez ou outra expostos a um problema de projeto envolvendo materiais. Um exemplo claro são as altas quantidades de energia que estão envolvidas nos transportes.

Os materiais estão totalmente a nossa volta, estão engajados em nossa cultura e presentes em nossa mais ampla existência. Ele tem estado tão intimamente relacionado com a emergência e ascensão do homem, que acabaram por dar nome a Idades de civilização, como a da Pedra, a do Bronze e a do Ferro (BALZER, et. al, 2007).

Os materiais são classificados da seguinte forma:

Podemos distinguir dois grupos:

1º Grupo: sólidos

- Metais: São combinações de elementos metálicos, bons condutores de eletricidade e calor e não transparentes, também são muito resistentes e deformáveis.;
- Cerâmicos: Compostos entre elementos metálicos e não metálicos frequentemente óxidos, nitretos e carbetos. Há uma grande variedade de materiais que se enquadram nesta classificação como os compostos de materiais argilosos, cimentos e vidros.;
- Polímeros: Materiais comuns como plásticos e borracha, compostos orgânicos baseados no carbono, hidrogênio e outros não metálicos, estrutura molecular muito grande, baixa densidade e extremamente flexíveis (MATTOSO et. al. 1999).

Sendo baseada principalmente na constituição química e estrutura atômica, e muitos materiais se localizam em um ou outro grupo distinto, embora existam alguns intermediários. Somando-se a eles, existem 2 outros grupos de importantes materiais de engenharia:

2º Grupo: adicionais

- Compósitos;
- Semicondutores;
- Biomateriais (NECHWATAL et al.; 2003 e MULINARI; 2009)

3. Metodologia Experimental

Todos os corpos de prova avaliados foram ensaiados com dimensões de acordo com a norma ASTM D 638 – 03. Sua geometria possuía 13 mm de largura, 165 mm de comprimento e 3 mm de espessura, conforme a figura 1 a seguir. Sendo metade dos corpos de prova contendo 10% de reforço com fibra natural em matriz polimérica e outra metade contendo 20% do mesmo material.



Figura 1 - Corpo de prova comparado a uma caneta.

O estudo de absorção de água dos compósitos foi realizado de acordo com a norma ASTM D 570. Os corpos de prova foram medidos, pesados e imersos em água pura, à temperatura ambiente (Figura 2). Em intervalos de tempo pré-determinados, foram retirados da água, pesados em uma balança de precisão ($\pm 0,1$ mg) e novamente colocados no banho (Figura 3). Este procedimento foi repetido durante 12 semanas. Ao final do ensaio foi obtida a curva de absorção de água (%) *versus* tempo de imersão (dias), conforme a norma ASTM D570 – 98.

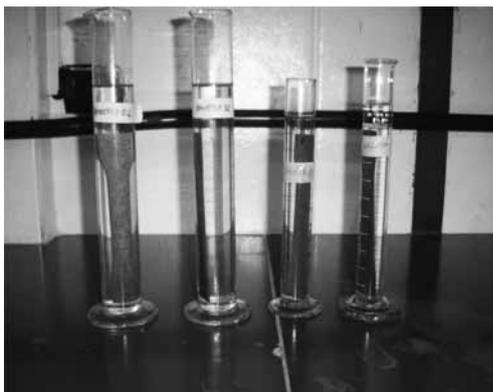


Figura 2 - Corpos de prova imersos em água pura.



Figura 3 - Corpo de prova sendo pesado na balança de precisão.

A porcentagem de absorção de água nos compósitos foi calculada a partir da equação 1:

$$\Delta M(\%) = \frac{M_f - M_i}{M_i} \times 100,$$

onde: ΔM é a absorção de água, M_i e M_f correspondem as massas das amostras antes e após a imersão em água.

Analisando-se os resultados apresentados no Gráfico 1, para o ensaio de absorção de água, é verificado que os compósitos reforçados com maior percentual de fibras apresentam menor absorção de água, quando comparados aos compósitos reforçados com menor percentual de fibras.

O ensaio mecânico realizado foi o de tração, realizados no Laboratório de Ensaios Mecânicos do Centro Universitário de Volta Redonda UniFOA, no equipamento EMIC com capacidade de 100 KN (Figura 5) a uma velocidade de 10 mm/min. As propriedades mecânicas de resistência à tração, alongamento e módulo de elasticidade em tração foram avaliadas.



Figura 5 - Máquina de tração do laboratório de Ensaios do UniFOA.

4. Resultados e Discussão

A absorção de água em polímeros é avaliada pela absorção de umidade, resultando no aumento das dimensões da peça, o que prejudica sua aplicação em trabalhos de precisão. Além disso, a variação do teor de umidade pode provocar uma rede de microfaturas na superfície dos compósitos que pode alterar suas propriedades elétricas e mecânicas. A absor-

ção é mais fácil quando a molécula do polímero apresenta grupamentos capazes de formar ligações de hidrogênio. Por exemplo, peças de nylon, de celulose, ou de madeira podem absorver umidade, mudando de dimensões. Por outro lado, a absorção de água pode aumentar muito o peso do material polimérico.

O Gráfico 1 mostra as curvas de absorção de água por imersão até peso constante realizadas nos compósitos reforçados com fibras.

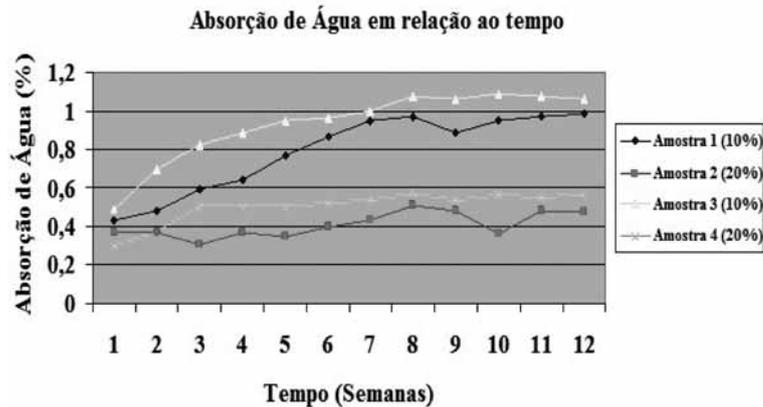


Figura 4. Gráfico das curvas de absorção de água em função do tempo obtidas para os compósitos reforçados com fibras.

Com relação ao gráfico da figura anterior, pode ser observado que as amostras 2 e 4 apresentam pouca absorção de água e de forma constante, essas amostras possuem porcentagem maior de fibras adicionadas. Esse resultado pode ser justificado por meio da maior adição de fibras dificultando assim a difusão das moléculas de água. A partir da décima semana os corpos de prova não mais apresentaram absorção e ficaram praticamente com a massa constante. As amostras 1 e 3 de 10% praticamente mostraram comportamentos iguais e de grande absorção. As tabelas a seguir mostram os valores do ensaio mecânico das

amostras mencionadas e inclusive uma análise de outra amostra (corpo-de-prova 5) não contendo fibras naturais. O que se esperava dessa amostra um comportamento diferente e foi isso o que resultou. Assim pode ser observado além da tabela 1 o gráfico da figura 5, a deformação ficou bem superior aos compósitos de fibras com ou sem absorção de água. Isso deve ao fato de não ter anexado as fibras, ou seja, podemos considerar com menos defeitos e com isso possuir um nível maior de absorção da energia para com as tensões contrárias aplicadas assim o material como apresentado na figura 5 teve maior alongamento.

Corpo de Prova	Compr. Base (mm)	Área (mm ²)	Tensão @Escoam. ES1 (MPa)	Tensão @Força Max. (MPa)	Def. Especif. @Ruptura (%)	Identificação CP
CP 1	60.0	41.11	16	19	3.2	CP 01
CP 2	60.0	41.11	16	19	5.2	CP 02
CP 3	60.0	41.11	16	20	3.6	CP 03
CP 4	60.0	41.11	13	19	6.9	CP 04
CP 5	60.0	41.11	14	19	26.6	CP 05
Número CPs	5	5	5	5	5	0
Média	60.00	41.11	15.18	19.02	9.076	*
Mediana	60.00	41.11	15.61	18.90	5.152	*
Desv. Padrão	0.0000	0.0000	1.196	0.3849	9.921	*
Coef. Var. (%)	0.0000	0.0000	7.876	2.024	109.3	*
Mínimo	60.00	41.11	13.47	18.59	3.151	*
Máximo	60.00	41.11	16.30	19.52	26.62	*

Escoam. ES1 - ponto da curva correspondente ao escoamento convencional: **0.200 %**

Tabela 1. Valores obtidos do ensaio de tração da amostra de 10 e 20% de fibras sem imersão e a amostra 5 sem adição de fibras

Em contrapartida os valores obtidos para as amostras sob imersão apresentaram maior deformação em sua média, pois com maior peso e concentração de defeitos poderia esperar uma fragilização do material e, somando a isso, as amostras de maior concentração de fibras apresentaram-se melhor perante as de adição de 10%, pois absorveram menos água. A pouca umidade absorvida pode ter ajudado na absorção de energia ou auxiliado nos movimentos atômicos se é que ocorreram. Esse evento pode ser observado pela Tabela 2 e pelo gráfico da Figura 6 em que foram avaliadas 4 amostras. Segundo a Figura 6, a amostra 4 se comportou no ensaio de tração de forma melhor já que foi a que menos absorveu umidade das que foram expostas. A pior situação foi a da amostra de 10% de fibra com ou sem imersão, a qual podemos fazer relação com os gráficos das Figuras 4, 5 e 6.

5. Considerações Finais

As amostras com maior porcentagens de fibras tiveram uma absorção maior de umidade e para verificação comparativa também se comportou melhor nos ensaios de tração.

Sendo que a amostra sem adição de fibras naturais se comportou mecanicamente melhor, além disso, não foi exposta a absorção de água levando a crer que possui menores defeitos.

As amostras expostas a umidade realmente degradaram as fibras e pode levar a diminuição das qualidades mecânicas tal como a tração que pode ser umas das suas aplicações, já que aplicações de cargas dinâmicas não são aplicações ideais.

6. Agradecimentos

Os autores agradecem o UniFOA em especial aos técnicos Dirceu e Luciano Malta pelo apoio no ensaio mecânico.

7. Referências Bibliográficas

1. ANGELO FERNANDO PADILHA, *Materiais de Engenharia Microestrutura e Propriedades*, HEMUS, Paraná, 2000.
2. ASTM D570 – 98, *Standard Test Method for Water Absorption of Plastics*, 1998.
3. ASTM D638 - 10 *Standard Test Method for Tensile Properties of Plastics*, 2010.
4. BALZER, P. S.; VICENTE, L. L.; BRIESEMEISTER, R.; BECKR, D.; SORDI, V.; RODOLFO Jr, A. & FELTRAN, M. B. - *Polímeros: Ciência e Tecnologia*, 17, p.1, 2007.
5. MATTOSO, L. H. C.; PEREIRA, N. C. ; SOUZA, M. L. & AGNELLI, J. A. M. - *Brasília: EMBRAPA Produção e Informação, in: Odilon R R F da Silva; Napoleão E D M Beltrão. (Org.). O Agro Negócio do Sisal no Brasil. 1. ed. , p.161, 1999.*
6. MULINARI, D. R. *Comportamento térmico, mecânico e morfológico dos compósitos de polietileno de alta densidade reforçados com fibras de celulose do bagaço de cana de açúcar. 2009. 111f. Tese (Doutorado em Engenharia Mecânica) – Faculdade de Engenharia do Campus de Guaratinguetá, Universidade Estadual Paulista, Guaratinguetá, 2009.*
7. NECHWATAL, A.; MIECK, K. P. & Reußmann, T. - *Composites Science And Technology*, 63, p.1273, 2003.