

ESTUDO DOS COMPÓSITOS DE FIBRA DE VIDRO E RESINA POLIÉSTER QUE SOFREM ONDULAÇÕES NO PROCESSO DE FABRICAÇÃO

Francisco Lucas De Souza Magalhães¹
Carlos Alberto Caceres Coaquira²

RESUMO

Com o objetivo de melhorar o desempenho da promissora energia eólica, atentamos com o intuito inicial do projeto de verificar o comportamento dos compósitos que podem sofrer ondulações no momento de laminar as pás. Essas deformidades são capazes de acontecer devido à sobreposição das malhas e chegar a causar percas nas propriedades mecânicas, de modo a influenciar fatores como a capacidade da carga de tensão, compressão e a durabilidade do produto final. Mesmo faltando realizar os ensaios maquinais, ainda foram obtidos bons resultados como na confecção dos corpos de prova, onde se adotaram as regras exigidas pela norma de ensaio padrão das propriedades de tração de materiais compósitos de matriz polimérica (ASTM D3039, 1995) e na diminuição dos vazios formados na reação da resina com o catalisador. A metodologia aplicada constituiu na elaboração de vários laminados, na qual foram produzidos pelo processo de laminação manual (BITTENCOURT, 2016; ANTONIO, 2010), de modo alguns seriam lisos e outros chegam a recriar ondas que tenha diferentes níveis de amplitude. Como conclusão verificou-se que, reduzindo as bolhas de ar do laminado obtemos melhores resultados nas propriedades físicas e mecânicas, já que os pontos de concentração das cargas passarão a ser no ponto ondulatório na qual foi recriado. O corte realizado no corpo de prova através da serra tico-tico de bancada mostrou-se mais eficiente devido à velocidade e precisão em que foi executado, dessa forma não necessita de acertos finais.

Palavras-chave: deformidades ASTM D3039 laminação manual bolhas de ar .

UNILAB - UNIVERSIDADE DA INTEGRAÇÃO INTERNACIONAL DA LUSOFONIA AFRO-BRASILEIRA, IEDS - INSTITUTO DE ENGENHARIAS E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL, Discente, lucasmagalhaes2000.lm@gmail.com¹
UNILAB - UNIVERSIDADE DA INTEGRAÇÃO INTERNACIONAL DA LUSOFONIA AFRO-BRASILEIRA, IEDS - INSTITUTO DE ENGENHARIAS E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL, Docente, caceres@unilab.edu.br²



INTRODUÇÃO

Com a crescente busca em melhorias dos materiais, pesquisadores e indústrias buscam propriedades mecânicas satisfatórias para a indústria em geral. Observamos que os compósitos são favoráveis, sendo nos requisitos de utilização, custo benefício, resistência a corrosão e podem ser fabricados a partir de materiais como mantas, tecidos e não tecidos (MARINUCCI,2011; CHAWLA,2002). O compósito de resina poliéster reforçado com fibras de vidro (PRFV) é resistente, de baixo custo, moldável, leve, é empregado como isolantes elétricos e térmicos, tem baixa densidade e não serem hidrofílico (CARVALHO,1992; SHENOI,1993; MISHNAEVSKY,2017).

As pás das torres de geração de energia eólica precisam de leveza, tenacidade e uma aerodinâmica favorável para que tenha melhor aproveitamento e eficiência do vento (CORBYN, 2008). Uma grande e importante diferença, é que no manuseio da pá a aplicação do tecido de vidro e da resina permite moldagens mais eficientes proporcionando um melhor resultado (MARINUCCI,2011; LIMA, 2013). Há uma variedade de métodos, tais como infusão, laminação a vácuo e laminação manual, que podem ser aplicados nos processos de fabricação dos PRFV, na qual seus resultados podem divergirem(BITTENCOURT, 2016).

Com a baixa degradação quando descartado no meio ambiente, deve-se atentar que no manuseio indevido, pode fazer com que as propriedades mecânicas sejam reduzidas, assim gerando um descarte prévio (KEMERICH, 2013). O estudo do comportamento das ondulações permitirá prever uma tolerância dos danos, logo pode-se avaliar a resistência residual de uma possível carga externa promovida pela natureza ou pelo desgaste do passar do tempo, que servirá de base para obter uma solução propensa a sua minimização (ANTÓNIO G, 2010).

A pesquisa a seguir mostra como as ondulações formadas nos compósitos se comportam diante das cargas de tensão. Os estudos foram realizados em máquinas e equipamentos para ensaio de materiais e simuladores computacionais, de modo propicia maior precisão nos resultados obtidos.

METODOLOGIA

Corpos de prova

Inicialmente foi elaborado quatro moldes e contramoldes com placas de madeira de média densidade (MDF) e massa adesiva plástica, cujo um molde totalmente plano e os outros três foi recriada uma ondulação de amplitudes de 1 mm, 2 mm, 4mm respectivamente.

Figura 1: molde com ondulação de 2 mm .



Fonte: Próprio autor (2020)

Os moldes foram polidos com cera desmoldante para polimentos e o desmoldante álcool polivinílico, utilizando sempre uma estopa em ambas etapas, para que fosse reduzido a aderência da resina para facilitar a remoção do corpo de prova. Os laminados são executados com fibras de vidro e resina poliéster para laminação com catalisador (MARINUCCI, 2011), na qual segue a seguinte configuração mostrada na figura a seguir.

Figura 2: esquema que representa as camadas do laminado.

RESINA
 FIBRA DE VIDRO
 RESINA

Fonte: Próprio autor (2020)

A resina foi usada em várias proporções com a fibra de vidro, onde foram definidas através da pesagem, que as proporções serão informadas detalhadamente nos resultados e discussões. A primeira camada de resina foi executada de modo em que reduzisse as bolhas formadas pela reação, com isso utilizou-se um pincel e um rolo de laminação para remoção de bolhas. Logo após a fibra de vidro foi aplicada de forma contínua e alinhada, com orientação de 0°, pois mesmo que sejam moldáveis e resistentes, elas são extremamente anisotrópicas (CALLISTER, 2012; SHENOI, 1993), de modo elas dependem da orientação que são aplicadas. Por último uma nova camada de resina, onde foi elaborado o mesmo procedimento para a remoção das bolhas. Após a cura total de 24 horas, foram desmoldados todos os corpos de provas.

Figura 3: Corpo de prova após a cura de 24 horas e desmoldado.



Fonte: Proprio autor(2020)

Os corpos de prova foram cortados de modo instruído pela norma para ensaio padrão das propriedades de tração de materiais compósitos de matriz polimérica (ASTM D3039, 1995), na qual ela estipula as dimensões do corpo de prova com as seguintes medidas, para fibras com orientação de 0° unidirecional, comprimento de 250 mm, largura de 15 mm com tolerância de ± 1 % e espessura de 1 mm com tolerância de ± 4 %. Os corpos de prova foram marcados nos pontos mais críticos das ondulações.

Os ensaios Mecânicos de Tração seriam realizados para que possamos compreender o comportamento das tensões sobre os materiais. Onde esses relevos podem ocorrer danos aos compósitos, como falhas estruturais, trincas e rupturas devido a diversos fatores naturais (CORBYN, 2008; CARVALHO, 1992).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A redução das bolhas de ar foi corrigida através de um pincel e um rolete, que era manuseado de modo a apertar a resina para a resina entrar na fibra, fazendo com que as mesmas sejam expelidas do compósito. Com esse método o ponto de concentração do corpo de prova deixaria de ser nos vazios e passariam a ser na ondulação.

Conforme as normas exigidas foram necessários criar um sistema, por conseguinte a espessura do laminado fosse controlada e atendesse todos os requisitos. Utilizando quatro recipientes plásticos contendo areia, visto que serve de peso em cima do contramolde e uma fita dupla face de 1 mm de espessura nas laterais do molde criou uma compressão no compósito devido ao peso e limitou a consistência do corpo. Esse passo teria que ser realizado durante a laminação, ou seja, enquanto não estivesse curado.

Inicialmente os corpos de prova foram cortados através de uma serra manual, na qual obtivemos os piores resultados, visto que demorava e trincava a parte da resina do compósito. Com a serra tico-tico melhorou o corte, porém, vibrava e nas laterais ficavam com vestígios da fibra de vidro necessitando um acerto com lixa e tesoura. Utilizando a serra tico-tico de bancada foi a que obtemos resultados perfeitos, sem a necessidade de qualquer correção.

CONCLUSÕES

De acordo com o que foi elaborado, as amostras dos corpos de prova obtiveram melhor resultado com a laminação sendo executada com molde e contramolde. Servindo para comprimir a resina reduzindo as bolhas formadas pela reação.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, familiares e amigos que me apoiam.

Ao Professor Dr. Carlos Alberto Cáceres.



REFERÊNCIAS

ANTÔNIO G. tópicos avançados em materiais compósitos. In: MOURA, Marcelo F.s.f. de; MORAIS, Alfredo B. de; MAGALHÃES, Antônio G. de. Materiais Compósitos -Materiais, Fabrico e Comportamento Mecânico. Porto: Publindústria, [2010]. p. 261-291.

ASTM, American Society for Testing and Materials, D 3039 -Standard Test Method for Tensile Properties of Polymer Matrix Composite Materials”, In: Annual Book of ASTM Standards, West Conshohocken, ASTM International, 1995.



BITTENCOURT, Ana Paula Peixoto; DUTRA, Gabriel Benedet; TANCREDI, Thiago Pontin. Efeito dos processos de laminação sobre as propriedades físicas e mecânicas de compósitos de resina de poliéster com fibras de vidro. *Matéria* (rio de Janeiro), [s.l.], v. 21, n. 4, p. 1021-1031, dez. 2016. FapUNIFESP (SciELO).

CALLISTER JR, RETHWISCH. *Ciência e Engenharia de Materiais: Uma Introdução*. 8. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2012. p. 535-563.

CARVALHO, A., *Fiberglass x Corrosão: Especificação, Instalação e Manutenção de Equipamentos de Fiberglass para Ambientes Agressivos*, 1 ed., São Paulo, Asplar, 1992.

CHAWLA, Krishan K.. Reinforcements: glass fibers. In: CHAWLA, Krishan K.. *Composite materials: Science and Engineering*. Birmingham, Al 35294, Usa: Springer, [2002]. p. 11-15.

Corbyn, A. & Little, M. (2008). *Fibreglass wind turbine blade manufacturing guide* [Online]. Engineering for change.

KEMERICH, Pedro Daniel da Cunha. FIBRAS DE VIDRO: CARACTERIZAÇÃO, DISPOSIÇÃO FINAL E IMPACTOS AMBIENTAIS GERADOS. *Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental*, Santa Maria, v. 10, n. 10, p.2112-2121, jan./abr. 2013.

LIMA, Taylane Caldas. *Análise de Viabilidade Tecnológica de Fabricação de Pás de Aerogeradores de Pequeno Porte no Rio Grande do Norte*. 2013. 89 f. TCC (Graduação) -Curso de Ciência e Tecnologia, Universidade Federal Rural do Semiárido, Angicos -RN, 2013.

MARINUCCI, Gerson. Fibras: fibra de vidro: Fibra de vidro. In: MARINUCCI, Gerson. *Matérias Compósitos Poliméricos*. São Paulo: Artliber Editora, 2011. p. 64.

MISHNAEVSKY, Leon; BRANNER, Kim; PETERSEN, Helga; BEAUSON, Justine; MCGUGAN, Malcolm; SØRENSEN, Bent. Materials for Wind Turbine Blades: an overview. *Materials*, [s.l.], v. 10, n. 11, p. 2-24, 9 nov. 2017.

PICOLO, Ana Paula; RÜHLER, Alexandre J.; RAMPINELLI, Giuliano Arns. Uma abordagem sobre a energia



eólica como alternativa de ensino de tópicos de física clássica. Revista Brasileira de Ensino de Física, [s.l.], v. 36, n. 4, p. 01-13, dez. 2014.

SHENOI, R. A., WELLICOME, J. F., Composite materials in marine structures: fundamental aspects, 1 ed., New York, Cambridge University Press, 1993.

