

Ciência e Engenharia de Materiais

4

Marcia Regina Werner Schneider Abdala
(Organizadora)

 **Atena**
Editora

Ano 2018

MARCIA REGINA WERNER SCHNEIDER ABDALA

(Organizadora)

Ciência e Engenharia de Materiais

4

Atena Editora

2018

2018 by Atena Editora

Copyright © da Atena Editora

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Diagramação e Edição de Arte: Geraldo Alves e Natália Sandrini

Revisão: Os autores

Conselho Editorial

Prof. Dr. Alan Mario Zuffo – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Darllan Collins da Cunha e Silva – Universidade Estadual Paulista
Profª Drª Deusilene Souza Vieira Dall'Acqua – Universidade Federal de Rondônia
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice
Profª Drª Juliane Sant'Ana Bento – Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Prof. Dr. Jorge González Aguilera – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)

C569 Ciência e engenharia de materiais 4 [recurso eletrônico] / Marcia Regina Werner Schneider Abdala. – Ponta Grossa (PR): Atena Editora, 2018. – (Ciência e Engenharia de Materiais; v. 4)

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-85-85107-64-2

DOI 10.22533/at.ed.642182910

1. Engenharia. 2. Materiais I. Abdala, Marcia Regina Werner Schneider. II. Série.

CDD 620.11

Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores.

2018

Permitido o download da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

www.atenaeditora.com.br

APRESENTAÇÃO

Você já percebeu a importância dos materiais na sua vida diária? Os materiais estão provavelmente mais imersos na nossa cultura do que a maioria de nós imagina. Diferentes segmentos como habitação, saúde, transportes, segurança, informação/comunicação, vestuário, entre outros, são influenciados em maior ou menor grau pelos materiais.

De fato a utilização dos materiais sempre foi tão importante que os períodos antigos eram denominados de acordo com os materiais utilizados pela sociedade primitiva, como a Idade da Pedra, Idade do Bronze, Idade do Ferro, etc.

A humanidade está em constante evolução, e os materiais não são exceções. Com o avanço da ciência e da tecnologia a cada dia surgem novos materiais com características específicas que permitem aplicações pormenorizadas e inovação nas mais diferentes áreas.

Todos os dias centenas de pesquisadores estão atentos ao desenvolvimento de novos materiais e ao aprimoramento dos existentes de forma a integrá-los em tecnologias de manufatura economicamente eficientes e ecologicamente seguras.

Estamos entrando em uma nova era caracterizada por novos materiais que podem tornar o futuro mais fácil, seguro e sustentável. O campo da Ciência e Engenharia de Materiais aplicada está seguindo por novos caminhos. A iminente escassez de recursos está exigindo inovações e ideias criativas.

Nesse sentido, este livro evidencia a importância da Ciência e Engenharia de Materiais, apresentando uma coletânea de trabalhos, composta por quatro volumes, que permitem conhecer mais profundamente os diferentes materiais, mediante um exame das relações entre a sua estrutura, as suas propriedades e o seu processamento.

Considerando que a utilização de materiais e os projetos de engenharia mudam continuamente e que o ritmo desta mudança se acelera, não há como prever os avanços de longo prazo nesta área. A busca por novos materiais prossegue continuamente...

Boa leitura!

Marcia Regina Werner Schneider Abdala

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	1
ESTUDO COMPARATIVO DA ABSORÇÃO DE UMIDADE ENTRE COMPÓSITOS POLIMÉRICOS HÍBRIDOS REFORÇADOS COM TECIDOS DE ALTO DESEMPENHO	
<i>Helen Fernandes de Sousa</i>	
<i>Eval Oliveira Miranda Junior</i>	
<i>Ana Claudia Rangel da Conceição</i>	
<i>Victor Antunes Silva Barbosa</i>	
<i>Olímpio Baldoino da Costa Vargens Neto</i>	
<i>Mirtânia Antunes Leão</i>	
CAPÍTULO 2	15
COMPÓSITOS POLIMÉRICOS REFORÇADOS COM TECIDO HÍBRIDO DE KEVLAR-CARBONO: INFLUÊNCIA DA ABSORÇÃO DE UMIDADE NAS PROPRIEDADES MECÂNICAS	
<i>Eval Oliveira Miranda Junior</i>	
<i>Helen Fernandes de Sousa</i>	
<i>Ana Claudia Rangel da Conceição</i>	
<i>Victor Antunes Silva Barbosa</i>	
<i>Olímpio Baldoino da Costa Vargens Neto</i>	
<i>Mirtânia Antunes Leão</i>	
CAPÍTULO 3	25
FRICTION AND WEAR OF NANOCOMPOSITES POLYSTYRENE / KAOLINITE	
<i>José Costa de Macêdo Neto</i>	
<i>Ana Emília Guedes</i>	
<i>Nayra Reis do Nascimento</i>	
<i>João Evangelista Neto</i>	
<i>Waldeir Silva Dias</i>	
<i>Bruno Mello de Freitas</i>	
<i>Solenise Pinto Rodrigues Kimura</i>	
<i>Eduardo Rafael Barreda</i>	
CAPÍTULO 4	33
INFLUÊNCIA DA QUANTIDADE DE CAULIM E DE AGENTE COMPATIBILIZANTE NO ÍNDICE DE FLUIDEZ DE COMPÓSITOS PEAD/CAULIM	
<i>Márcio Alves de Lima</i>	
<i>Gilmara Brandão Pereira</i>	
<i>Ezequiel de Andrade Silva</i>	
<i>Cirlene Fourquet Bandeira</i>	
<i>Roberto de Oliveira Magnago</i>	
<i>Sérgio Roberto Montoro</i>	
CAPÍTULO 5	40
ESTUDO DA INTEGRIDADE ESTRUTURAL EM LAMINADOS COMPÓSITOS POLIMÉRICOS	
<i>Sérgio Renan Lopes Tinô</i>	
<i>Ana Claudia de Melo Caldas Batista</i>	
<i>Raphael Siqueira Fontes</i>	
<i>Eve Maria Freire de Aquino</i>	
CAPÍTULO 6	48
ANÁLISE MECÂNICA DE ESTRUTURAS SANDUÍCHES COM DIFERENTES NÚCLEOS	
<i>Vanessa Cristina Da Costa Oliveira</i>	
<i>Vanessa Maria Yae Do Rosário Taketa</i>	
<i>Carmen Gilda Barroso Tavares Dias</i>	

CAPÍTULO 7 58

MATERIAL COMPÓSITO DE MATRIZ POLIÉSTER REFORÇADOS POR FIBRAS DE ALGODÃO CONTÍNUAS E ALINHADAS

César Tadeu Nasser Medeiros Branco
Wassim Raja El Banna
Deibson Silva da Costa
Roberto Tetsuo Fujiyama

CAPÍTULO 8 66

COMPÓSITO DE BORRACHA NATURAL E RESÍDUO DE COURO APLICADO COMO ISOLANTE TÉRMICO DE EDIFÍCIOS

Maria Alessandra Bacaro Boscoli
Fernando Sérgio Okimoto
Saulo Guths
Guilherme Dognani
Eduardo Roque Budemberg
Ado Eloizo Job

CAPÍTULO 9 82

ANÁLISE COMPARATIVA DE UM MATERIAL COMPÓSITO DE MATRIZ POLIMÉRICA COM DIFERENTES PROPORÇÕES DE FIBRA DE PIAÇAVA DO AMAZONAS.

Waldeir Silva Dias
Bruno Mello de Freitas
José Costa de Macedo Neto
Guilherme Moreira dos Santos
Solenise Pinto Rodrigues Kimura
Sarah Elisa Medeiros
João Christian Paixão Fonseca

CAPÍTULO 10 92

ANALYSIS OF THE STIFFNESS OF DOWEL LAMINATED TIMBER (DLT) PANELS MADE WITH LAMELLAS OF PINUS TAEDA AND ELLIOTTII WITH DOWELS OF PELTOGYNE SPP., LEGUMINOSAE

Marcos Cesar de Moraes Pereira
Carlito Calil Junior

CAPÍTULO 11 98

NANOCOMPÓSITO DE POLÍMERO VERDE: COMPORTAMENTO MECÂNICO E DE INFLAMABILIDADE

Felippe Fabrício dos Santos Siqueira
Renato Lemos Cosse
Joyce Batista Azevedo
Tatianny Soares Alves
Renata Barbosa

CAPÍTULO 12 108

DESENVOLVIMENTO DE NANOCOMPÓSITOS DE POLIPROPILENO/ARGILA BENTONÍTICA ORGANOFÍLICA

Carlos Ivan Ribeiro de Oliveira
Marisa Cristina Guimarães Rocha
Joaquim Teixeira de Assis
Jessica Verly
Ana Lúcia Nazareth da Silva
Luiz Carlos Bertolino

CAPÍTULO 13 123

COMPATIBILIZAÇÃO E EFEITO DA DEGRADAÇÃO TERMO-HIDROLÍTICA EM BLENDS PS/PCL

Danilo Diniz Siqueira
Dayanne Diniz de Souza Moraes

Rodolfo da Silva Barbosa Ferreira
Edcleide Maria Araújo
Danielly Campos França
Elieber Barros Barbosa
Amanda Dantas Oliveira

CAPÍTULO 14..... 139

MEMBRANAS DE FIBRA OCA DE CARBETO DE SILÍCIO: OBTENÇÃO E CARACTERIZAÇÃO

Sandriely Sonaly Lima Oliveira
Rodolfo da Silva Barbosa Ferreira
Bruna Aline Araújo
Keila Machado de Medeiros
Hélio de Lucena Lira
Edcleide Maria Araújo

CAPÍTULO 15..... 150

OBTENÇÃO DE NANOFIBRAS DE SÍLICA PELO MÉTODO SBS E INVESTIGAÇÃO PRELIMINAR DE SUA APLICAÇÃO COMO CARGA EM MATRIZ POLIMÉRICA

Edvânia Trajano Teófilo
Gabriel Lucena de Oliveira
Radamés da Silva Teixeira
Francisco Diassis Cavalcante da Silva
Rosiane Maria da Costa Farias
Romualdo Rodrigues Menezes

CAPÍTULO 16..... 161

SINERGISMO ENTRE AS PROPRIEDADES ÓPTICAS E FOTOCATALÍTICAS DE FIBRAS DOS ÓXIDOS DE TITÂNIO E TUNGSTÊNIO

Luana Góes Soares da Silva
Annelise Kopp Alves

CAPÍTULO 17..... 177

ADSORÇÃO DO POLI (3-OCTILTIOFENO) EM ÓXIDO DE ZINCO PARA USO EM CÉLULAS SOLARES

Guilherme Arielo Rodrigues Maia
Guilherme José Turcatel Alves
Bianca Vanjura Dias
Gideã Taques Tractz
Leticia Fernanda Gonçalves Larsson
Everson do Prado Banczek
Sandra Regina Masetto Antunes
Paulo Rogério Pinto Rodrigues

SOBRE A ORGANIZADORA..... 186

ESTUDO DA INTEGRIDADE ESTRUTURAL EM LAMINADOS COMPÓSITOS POLIMÉRICOS

Sérgio Renan Lopes Tinô

UFRN Centro de Tecnologia, Campus
Universitário, Lagoa Nova, Natal – RN/Brasil,
CEP: 59072-970 – PPGEM, PPGCEM e Instituto
Federal de Educação Ciências e Tecnologia de
Goiás/IFG

Ana Claudia de Melo Caldas Batista

UFRN – Programa de Pós-graduação em
Engenharia mecânica/PPGEM, Natal – RN/Brasil

Raphael Siqueira Fontes

UFRN – Programa de Pós-graduação em
Engenharia mecânica/PPGEM, Natal – RN/Brasil

Eve Maria Freire de Aquino

UFRN – Programa de Pós-graduação em
Engenharia mecânica/PPGEM, Natal – RN/Brasil

RESUMO: A gama de aplicação de plásticos reforçados com fibra de vidro (PRFV) vem crescendo para diversas formas de aplicações como a confecção de reservatórios e flanges. Os mesmos comumente ficam expostos a intempéries e possuem a presença de descontinuidades geométricas, logo é de extrema importância conhecer a influência da descontinuidade geométrica (furo central) e do envelhecimento ambiental sobre integridade estrutural dos mesmos. Neste sentido, o presente trabalho propõe estudar estes efeitos em um laminado compósito polimérico, cuja configuração é constituída de quatro camadas de tecido bidirecional de vidro/E e impregnadas

com resina de poliéster orto-tereftálica. Para o estudo da integridade estrutural foram realizadas avaliações pela Técnica de Medição de Variação de Massa e Técnica de Medição de Variação de Espessura. Percebe-se que tanto o envelhecimento ambiental, quanto a presença do furo influencia diretamente na integridade estrutural do material.

PALAVRAS - CHAVES: PRFV, envelhecimento ambiental, descontinuidade geométrica.

ABSTRACT: The range of application of plastic reinforced with fiberglass (FRP) is increasing for various forms of applications such as the manufacture of tanks and flanges. They commonly are exposed to weather and have the presence of geometrical discontinuities, so it is extremely important to know the influence of geometric discontinuity (central hole) and environmental aging on structural integrity. In this sense, this paper proposes study these effects to polymer composite, whose configuration is composed of four layers of fiberglass-E bidirectional fabric impregnated with polyester resin. To study the structural integrity assessments were performed by measuring technique for mass variation and Measurement technique for thickness variation. It is noticed that both the environmental aging, as the hole directly influences the structural integrity of the material.

KEYWORDS: GFRP, environmental aging, geometric discontinuity.

1 | INTRODUÇÃO

Muitos são os fatores que influenciam diretamente na resistência mecânica final do material compósito, porém destaque pode ser dado à presença de descontinuidade geométrica nos mesmos, seja ela dos mais diversos tipos, como ranhuras, entalhes e furos, dentre outros. Assim como nos materiais convencionais, nos materiais compósitos, a alteração brusca da seção de área de um elemento estrutural leva a um fenômeno denominado de concentração de tensão (Awerbuch e Madhukar, 1985; Shigley e Mischke, 1989; Aquino e Tinô, 2009).

Outro fator que pode influenciar as propriedades mecânicas dos compósitos poliméricos, de acordo com Batista, A.C.M. *et al.* (2013), é quando os mesmos são expostos à condições adversas de operação como, por exemplo, altas temperaturas, vapor aquecido e exposição à radiação ultravioleta, sendo essas condições, caracterizadas aqui por um processo de envelhecimento ambiental. Quando fatores como esses (presença de descontinuidades geométricas e envelhecimento ambiental) atuam simultaneamente nos materiais compósitos poliméricos, suas propriedades mecânicas sofrem influência direta como foi comprovado por Tinô e Aquino (2015).

Porém, no que diz respeito a estudos realizados sobre essa influência simultânea na integridade estrutural em PRFV, ainda é bastante escasso. Logo, o presente trabalho busca mostrar o estudo do efeito simultâneo da presença da descontinuidade geométrica (furo concêntrico de 6 mm) e do envelhecimento ambiental acelerado em um PRFV na forma de um laminado constituído de quatro camadas de tecido plano bidirecional de fibras de vidro/E e matriz de poliéster orto-tereftálica. Para tanto, foram utilizadas duas técnicas experimentais de medição denominadas de Técnica de Medição de Variação de Massa e Técnica de Medição de Variação de Espessura.

2 | MATERIAIS E MÉTODOS

Materiais utilizados e configuração dos laminados:

Para a realização do estudo proposto, foi confeccionado um laminado compósito polimérico (denominado de **LT**) utilizando-se como matriz a resina poliéster insaturada orto-tereftálica (Novapol – L120), cura a temperatura ambiente e como catalisador o MEKP (metil-etil-cetona). Como reforço foi utilizado quatro camadas do tecido bidirecional (balanceado) de fibras de vidro/E com uma gramatura de 600 g/m² fornecido pela Empresa TEXIGLASS, sendo denominado comercialmente de WR-600/3-1. A fig.

1 mostra uma ilustração da configuração do laminado **LT**.

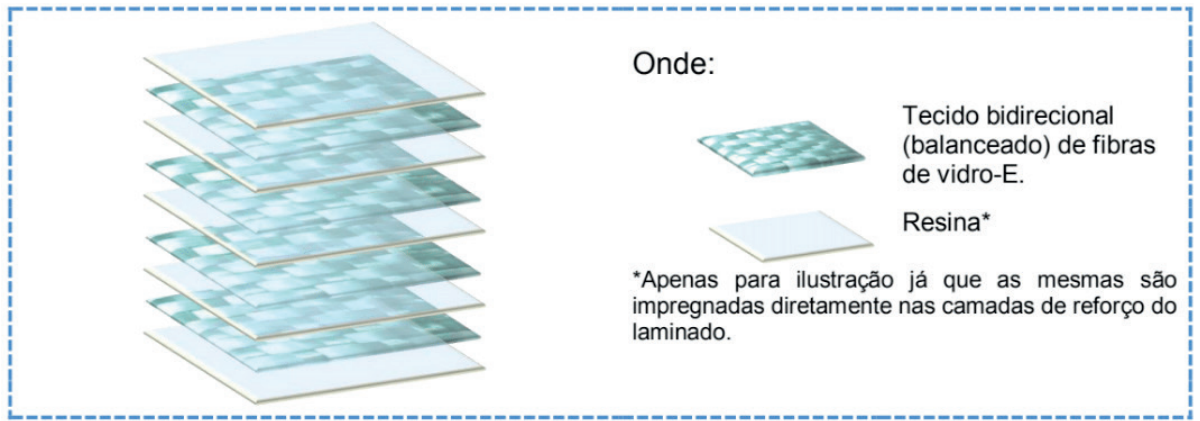


Figura 1. Configuração do laminado compósito polimérico **LT**.

Ensaio de envelhecimento Ambiental Acelerado e Corpos de Prova:

O processo de envelhecimento foi realizado na câmara de envelhecimento ambiental acelerado, ver Fig. 2 (a) e (b), construída segundo a norma ASTM G-53 e utilizado o método de envelhecimento ambiental acelerado conforme a norma ASTM G154. Este ensaio consiste em submeter os corpos de provas (CP's) a ciclos alternados, diários de radiação UV (18 horas) e vapor d'água aquecido (6 horas) até atingir o tempo definido através da norma ASTM G154 com 2016h de exposição no total.

(a)



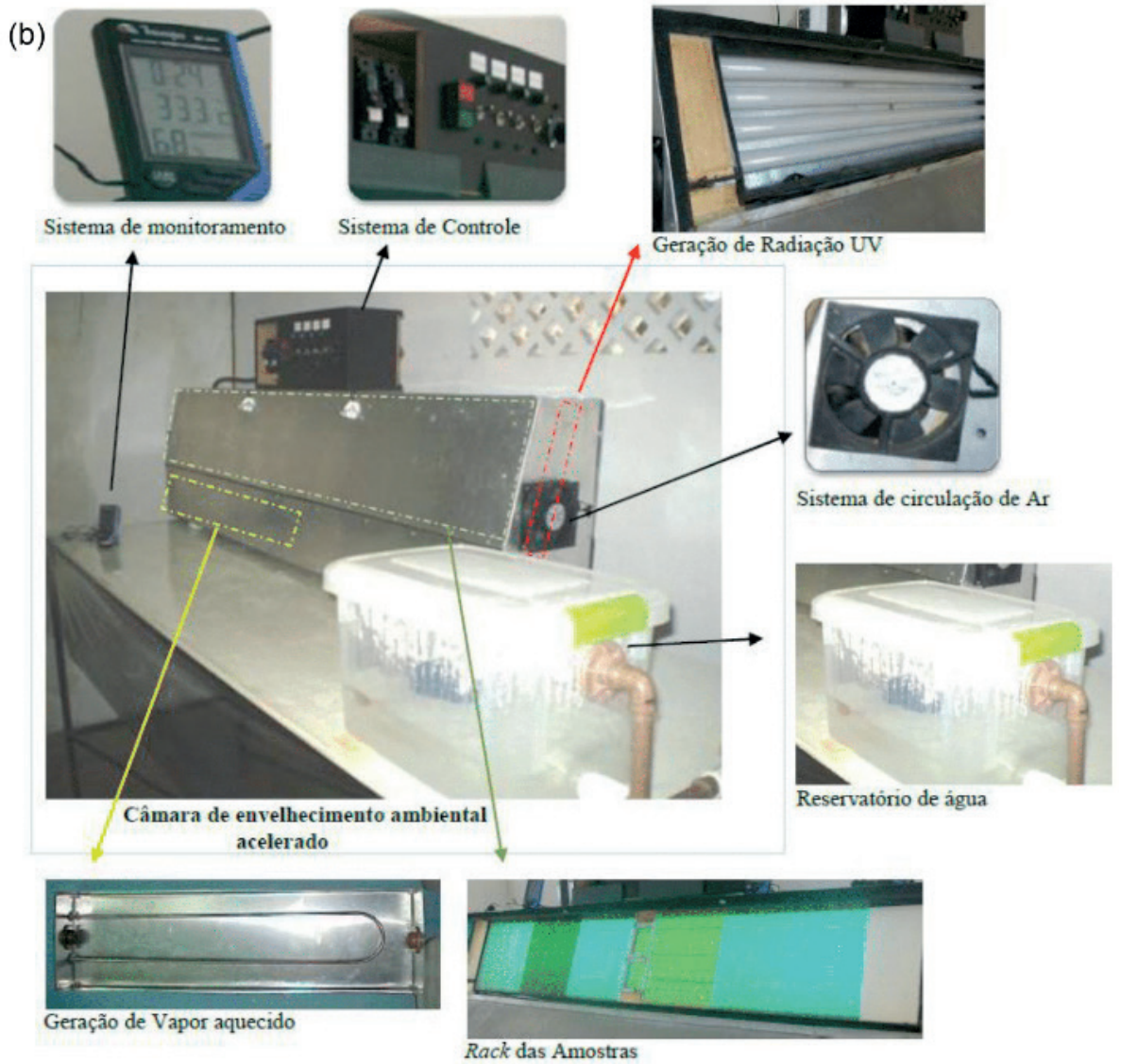


Figura 2. Câmara de envelhecimento ambiental com detalhe de seus componentes.

Técnicas Experimentais de Medição:

Para realização da avaliação da estabilidade estrutural, foram utilizadas duas técnicas experimentais de medição, que são: Técnica de Medição de Variação de Massa (**TMVM**) e a Técnica de Variação de Espessura (**TMVE**), técnicas estas desenvolvidas por Felipe (2012a) e Felipe (2012b).

A Técnica de Medição de Variação de Massa (**TMVM**) é baseada na lei de difusão de Fick, e consiste em quantificar as perdas de massas. As variações de perda de massa são obtidas pela Eq. (1).

$$\Delta M = \frac{M_{\text{envelhecida}} - M_{\text{original}}}{M_{\text{original}}} \quad (1)$$

Onde, ΔM é a perda percentual de massa (%), " $M_{\text{envelhecida}}$ " é a massa do corpo de prova envelhecido (g) e " M_{original} " é a massa do corpo de prova no estado original (g). As medidas foram efetuadas durante todo o processo de envelhecimento para intervalos

de sete dias e sempre após a exposição dos CP's aos raios UV.

A Técnica de Medição de Variação de Espessura (**TMVE**) objetiva detectar variação de espessura na secção transversal dos corpos de prova, mediante a utilização do micrômetro. Para tanto, foram feitas marcações (pontos ao longo do comprimento útil dos corpos de prova), servindo essas marcações como referência. Nessa técnica, as medições da espessura foram realizadas antes e após a finalização do período de exposição dos CP's na câmara de envelhecimento.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Como citado anteriormente, a instabilidade estrutural foi avaliada de duas formas distintas, primeiro através da técnica **TMVE** e em seguida pela técnica **TMVM**, as quais estabeleceram o comportamento da perda de espessura e de massa nos CP's. Ambas as técnicas foram realizadas para o material envelhecido, onde os CP's foram definidos como **LTE 0/90°** (na condição sem furo) e como **LTEF 0/90°** (para a condição com furo), sendo este último caracterizado como resultado da influência simultânea do processo de envelhecimento ambiental e presença do furo central. Já os CP's na condição original (antes do envelhecimento) foram definidos **LT 0/90°** (sem furo) e **LTF 0/90°** (com a presença do furo). Vale salientar que a disposição das fibras (0/90°) está diretamente ligada a direção de aplicação da carga de tração uniaxial, não sendo detalhado por não ser enfoque deste artigo.

Técnica de Medição de Variação de Espessura (TMVE):

Para a **TMVE** os resultados constam nas Figs. 3 (a) e (b). Numa análise dos resultados observa-se que tanto os CP's **LTE 0/90°** e quanto os CP's **LTEF 0/90°** apresentaram uma variação de espessura quando comparado às espessuras dos CP's **LT 0/90°** e **LTF 0/90°**, respectivamente.

Na Fig. 3 (c), observa-se que a integridade estrutural foi afetada de forma mais intensa nos CP's **LTEF 0/90°** (0,837%) (influência simultânea) do que nos CP's **LTE 0/90°** (0,824%). Este fato pode ser explicado pela presença do furo, que torna a o corpo de prova mais suseptível à variação da difusão da temperatura e umidade no tocante a ter uma região central aberta transversalmente ao corpo de prova, ou seja, na direção do gradiente do fluxo da umidade e da radiação.

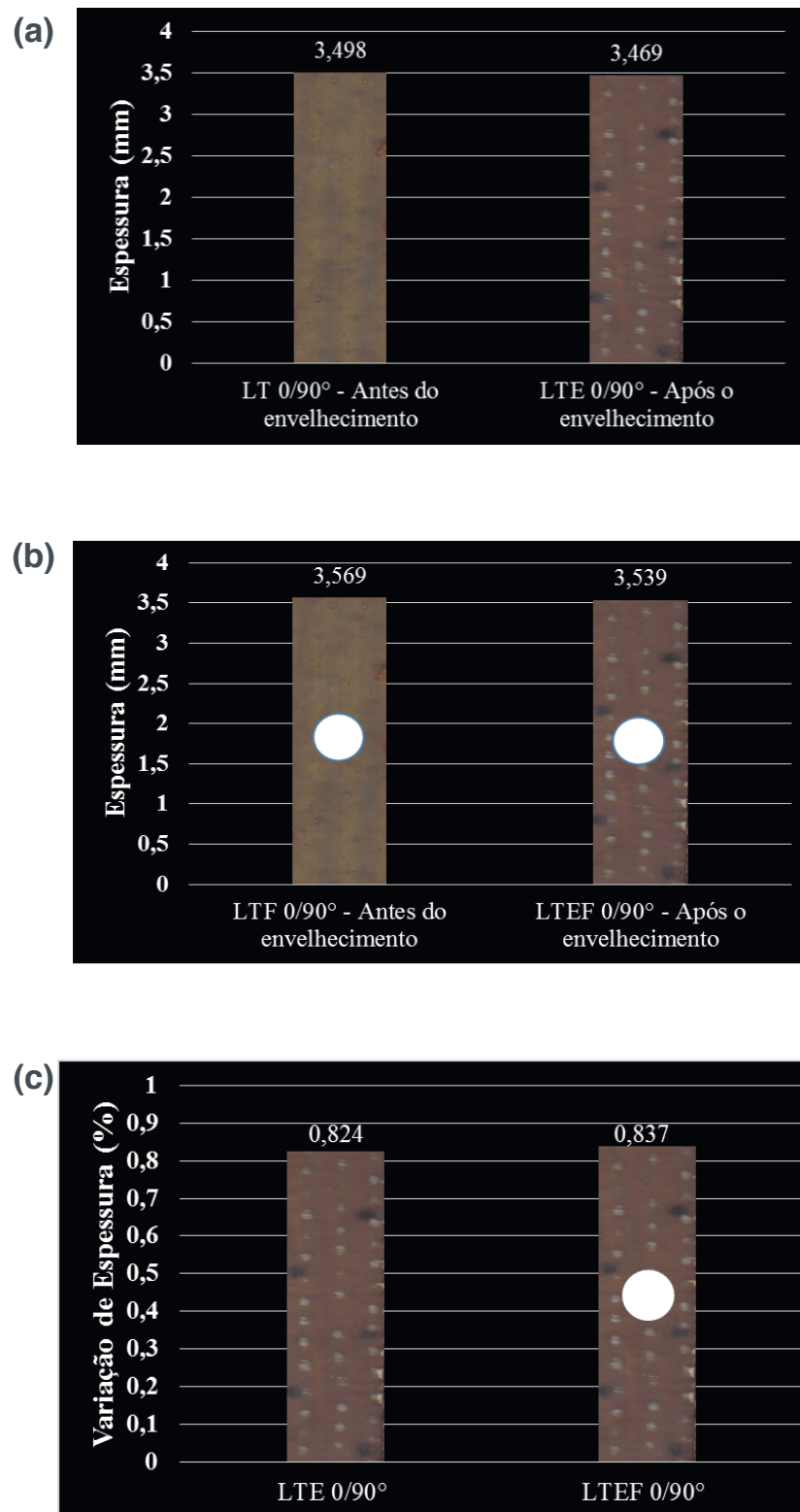


Figura 3: Valores de espessura: (a) CP's LT 0/90° e LTE 0/90°; (b) CP's LTF 0/90° e LTEF 0/90° e (c) Influência simultânea - CP's LTE 0/90° e LTEF 0/90°.

Técnica de Medição de Variação de Massa (TMVM)

A avaliação da deterioração da integridade estrutural por meio da **TMVM** para os CP's **LTE 0/90°** e **LTEF 0/90°**, após o término do ensaio de envelhecimento, pode ser observado na Fig. 4. No comportamento da perda de massa em função do tempo de exposição se constata que os CP's iniciaram a perda de massa em tempos semelhantes

de envelhecimento, ou seja, para ambos a perda de massa se deu a partir do 14º dia (aproximadamente 336 h) de envelhecimento.

No **LTEF 0/90°** (0,77 % e dispersão absoluta de 4,7 %) a degradação ocorreu de forma um pouco mais acentuada do que no **LTE 0/90°** (0,72 % e dispersão absoluta de 5,2 %), atingindo o valor de perda de massa de aproximadamente cinco centésimos (0,05 %) maior. Mais uma vez, pode-se destacar a influência da presença do furo, que torna o corpo de prova mais susceptível a variação da difusão da temperatura e umidade no tocante a ter uma região central aberta na direção do fluxo de radiação e umidade do corpo de prova, o que leva provavelmente, a uma perda de massa mais acentuada na região da vizinhança do furo.

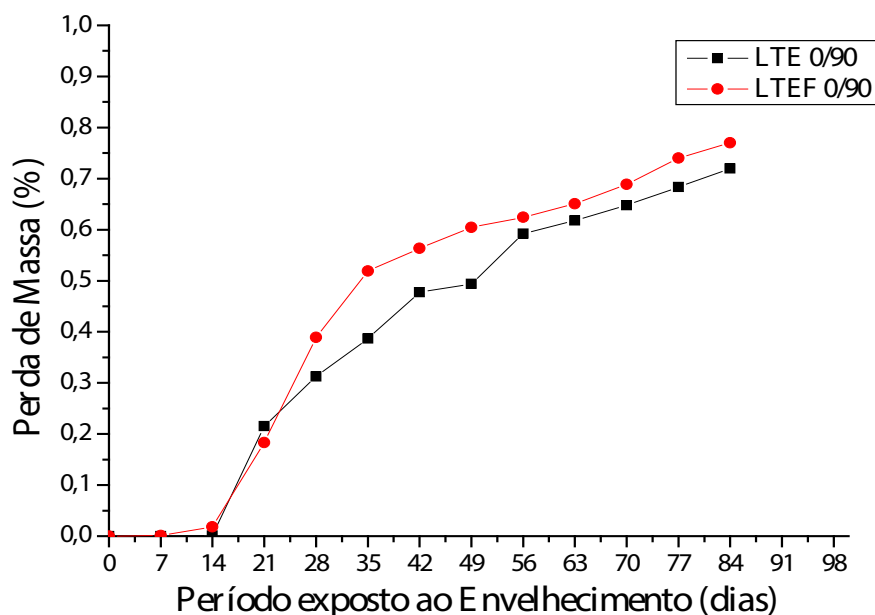


Figura 4. Variação de massa ao longo do período de envelhecimento ambiental dos CP's **LTE 0/90°** e **LTEF 0/90°**.

Assim como em Felipe (2012c), percebe-se que a degradação medida pela **TMVE** apresentou uma variação percentual aproximada à da obtida pela técnica **TMVM**, o que indica consistência nos levantamentos feitos e sendo possível ser aplicadas em condições satisfatórias no monitoramento de estruturas de **PRFV** em condições ambientais próximas as da pesquisa realizada.

4 | CONCLUSÕES

A presença do furo concêntrico durante o ensaio de envelhecimento ambiental teve uma influência negativa no que diz respeito à integridade estrutural, tanto para a **TMVM** quanto para **TMVE**, ou seja, os CP's **LTEF 0/90°** apresentaram valores de perdas maiores que os CP's **LTE 0/90°**.

As técnicas de medidas experimentais **TMVM** e **TMVE** se mostraram coerentes. Neste sentido, podem ser utilizadas na avaliação de possíveis degradações estruturais, quando um laminado compósito polimérico de características semelhantes ao **LT** for exposto às mesmas condições de serviço. O desenvolvimento da **TMVE** facilita a análise da integridade estrutural ocorrida no laminado após envelhecimento, uma vez que a sua medição se verifica apenas no final do ensaio.

5 | AGRADECIMENTOS

Agradecimentos ao suporte financeiro (bolsas) proveniente do CNPq.

REFERÊNCIAS

- AQUINO, E. M. F.; TINÔ, S. R. L.: Descontinuidade Geométrica nos Compósitos Poliméricos: Resposta Mecânica e Característica da Fratura, In: IX CONGRESO IBEROAMERICANO DE INGENIERÍA MECÁNICA - CIBIM, Las Palmas de Gran Canaria, Anais /2009, Vol. 1, p. 12/2-12/9, 2009.
- ASTM G154. Standard Practice for Operating Fluorescent Light Apparatus for UV Exposure of Nonmetallic Materials, **ASTM International**, Philadelphia, 2006.
- ASTM G53. Standard Practice for Operating Light- and Water- Exposure Apparatus (Fluorescent UV-Condensation Type) for Exposure of Nonmetallic Materials, **ASTM International**, Philadelphia, 1996.
- AWERBUCH, J.; MADHUKAR, M. S.: Notched strength of composite laminates: Predictions and experiments – A review, **Journal of Reinforced plastics and Composites**, v. 4, 159p, 1985.
- BATISTA, A.C.M.; OLIVEIRA, J.F.S. E AQUINO, E.M.F. Structural Degradation and Mechanical Fracture of Hybrid Fabric Reinforced Composites. **Polymer Engineering and Science**, 2016.
- FELIPE, R.C.T.S. **Envelhecimento Ambiental Acelerado em PRF a Base de Tecidos Híbridos Kevlar/Vidro: Propriedades e Instabilidade Estrutural**. 2012(a), 189p. Tese (doutorado em Engenharia Mecânica), UFRN, Natal-RN.
- FELIPE, R.N.B. **Efeitos da Radiação UV, Temperatura e Umidade nos PRF: Modelagem, Instabilidade Estrutural e Fratura**, 2012(b), 247p. Tese (doutorado em Engenharia Mecânica), UFRN, Natal-RN.
- FELIPE, R.C.T.S.; FELIPE, R.N.B.; AQUINO, E.M.F., Laminar composite structures: Study of environmental aging effects on structural integrity, **Journal of Reinforced Plastics and Composites**, vol. 31, 21: p. 1455-1466, 2012(c).
- SHIGLEY, J. E.; MISCHKE, C. R.: **Mechanical Engineering Desing**, 5° Ed., 347 p, 1989.
- TINÔ, S.R.L; AQUINO, E.M.F. Polymer composites: Effects of environmental aging and geometric discontinuity in the isotropic and anisotropic behaviors. **Journal of Composite Materials**, 2015.

SOBRE A ORGANIZADORA:

Marcia Regina Werner Schneider Abdala: Mestre em Engenharia de Materiais pela Universidade Federal do Rio de Janeiro, Graduada em Engenharia de Materiais pela Universidade Federal do Rio de Janeiro. Possui experiência na área de Educação a mais de 06 anos, atuando na área de gestão acadêmica como coordenadora de curso de Engenharia e Tecnologia. Das diferentes atividades desenvolvidas destaca-se a atuação como professora de ensino superior atuando em várias áreas de graduações; professora de pós-graduação *lato sensu*; avaliadora de artigos e projetos; revisora de revistas científicas; membro de bancas examinadoras de trabalhos de conclusão de cursos de graduação. Atuou como inspetora de Aviação Civil, nas áreas de infraestrutura aeroportuária e segurança operacional em uma instituição federal.

Agência Brasileira do ISBN
ISBN 978-85-85107-64-2

