

# ESTUDO E DESENVOLVIMENTO DE REVESTIMENTOS COMPÓSITOS PARA REPARO E PROTEÇÃO DE ESTRUTURAS METÁLICAS

Vicente Augusto de Magalhães Neto<sup>1</sup>; Nadège Sophie Bouchonneau da Silva<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Estudante do Curso de engenharia de materiais- CTG – UFPE; E-mail: vincete.dmn@gmail.com,

<sup>2</sup>Docente/pesquisador do Depto de engenharia mecânica – CTG– UFPE. E-mail:  
nadege.bouchonneau@gmail.com.

**Sumário:** Neste trabalho foi estudado o comportamento mecânico de compósitos de matriz de resina epóxi reforçadas com fibras de vidro e reforçadas com fibra de cana brava (fibra natural celulósica). Foram estudadas as propriedades mecânicas de ambos os compósitos. Então foi feito os teste de absorção de água pelos mesmos e testadas as propriedades mecânicas dos compósitos após a degradação da propriedades devidos a absorção de água.

**Palavras-chave:** Cargas inorgânicas; Materiais compósitos; Propriedades mecânicas

## INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, houve um aumento significativo na demanda mundial por tubulações para transporte de óleo e gás. No Brasil, este aumento ocorreu devido ao crescimento contínuo da produção de petróleo e a maior utilização do gás natural na matriz energética nacional. Além de exigir a utilização intensiva da malha dutoviária já existente no país, o aumento da demanda vem impulsionando também o seu crescimento. Estima-se que 40% das linhas em operação já tenham ultrapassado sua vida de projeto (ALBUQUERQUE, 2005). Tudo isto aponta para a necessidade de esforços tecnológicos para se tentar estender a vida útil destas instalações.

Em função do crescente aumento do transporte de petróleo e gás sob condições severas de trabalho, as especificações de tubos para gasodutos e oleodutos têm se tornado cada vez mais exigentes, o que começa a afetar a integridade dos dutos a partir de sua utilização contínua podendo levar a conseqüentes perdas de confiabilidade.

Danos em tubulações de transferência de óleo e gás podem ocasionar acidentes de grandes proporções, assim, tão logo que um dano significativo é identificado, medidas preventivas são tomadas para reparar o dano e evitar os possíveis acidentes. As técnicas mais utilizadas para reparar os dutos são: corte e substituição da região danificada, dupla calha soldada, dupla calha com preenchimento com solda e bandagem com materiais compósitos. Dentre essas técnicas o uso de materiais compósitos tem se mostrado uma excelente opção para reparar danos em tubulações de aço, por apresentarem altas resistências, baixa corrosividade ao ambiente e não precisarem de solda para sua aplicação (GARCIA e MORILLA, 2012).

Os estudos de desenvolvimento de revestimentos e técnicas que inibam e retardem a degradação de superfícies metálicas são bastante diversificados devido ao elevado interesse em reduzir os custos provocados pela corrosão (GENTIL, 2001; VERGES, 2005; VIEIRA, 2006).

Os compósitos são materiais que possuem pelo menos dois componentes ou duas fases (reforço e matriz), com propriedades físicas e químicas nitidamente distintas, em sua composição. Quando usados em reparo de dutos, esses materiais são aplicados sobre a superfície do duto em camadas que são coladas umas sobre as outras, através de adesivos especiais ou da própria resina da matriz do compósito, até atingir a espessura desejada.

Buscando a melhoria das propriedades mecânicas, a incorporação de cargas inorgânicas (tais como nanotubos de carbono ou argila) em polímeros e compósitos vem recebendo muita atenção nas últimas décadas tanto no meio acadêmico quanto na indústria (GARCIA *et al.*, 2008; WILLIAM, 2014; WU e CHOU, 2012). Outras propriedades, como as propriedades térmicas e a retardância a chama, também podem ser melhoradas com a presença de cargas inorgânicas (HERTER, 2010).

As propriedades de materiais poliméricos e compósitos são altamente influenciadas pelas condições ambientais, entre outros pela sua exposição em meios aquosos ou ambientes úmidos (GROSJEAN *et al.*, 2009; DANTAS *et al.*, 2009). Assim, torna-se fundamental a avaliação da influência da absorção de água nas propriedades mecânicas dos materiais compósitos, já que estarão expostos ao efeito de umidade se aplicados como reforço em dutos imersas em meio aquoso.

Esse trabalho busca desenvolver e avaliar sistemas de revestimentos compósitos a base de resina orgânica, reforçados com fibras e cargas inorgânicas, que apresentem eficientes propriedades mecânicas e características anticorrosivas atuando como proteção e reparo de estruturas metálicas. Neste trabalho, serão analisadas e comparadas as propriedades mecânicas e eficiência anticorrosiva dos compósitos antes e após a imersão em meio aquoso.

### **MATERIAIS E MÉTODOS** [centralizado, negrito]

Foram confeccionados corpos-de-prova de dimensões 250mm x 25mm x 2,5mm segundo a norma ASTM D3039 para realização do ensaio de tração e corpos de provas nas dimensões 50mm x 50mm x 2,4mm para realização dos ensaios de absorção segundo a norma ASTM D 570. Foi utilizada a resina poliéster insaturada da marca VIFIBER com o endurecedor MEK V-50, também da VIFIBER, e o catalisador naftanato de cobalto da IBEX Química. O composto orgânico foi reforçado com um tecido de fibras de cana-brava obtido em uma vila de pescadores na praia de Pontas de Pedra, município de Goiana-PE, a 65 km de Recife e com fibra de vidro de densidade 1,2g/cm<sup>3</sup>.

Utilizou-se um molde metálico para fazer as laminações e confeccionou-se corpos-de-prova de poliéster, poliéster reforçado com fibras de vidro e poliéster reforçado com fibras de cana-brava. Foram realizados ensaios de tração até a ruptura das amostras de resina poliéster com e sem a adição de fibra de cana-brava. Utilizou-se 3 corpos-de-prova de cada. Nos ensaios foi utilizada a velocidade de 1mm/min.

## **RESULTADOS**

Ensaio de Tração:

As curvas Tensão vs Deformação obtidas nos ensaios de tração da resina e do compósito podem ser vistos, respectivamente, nas Figura 6(a) e 6(b).

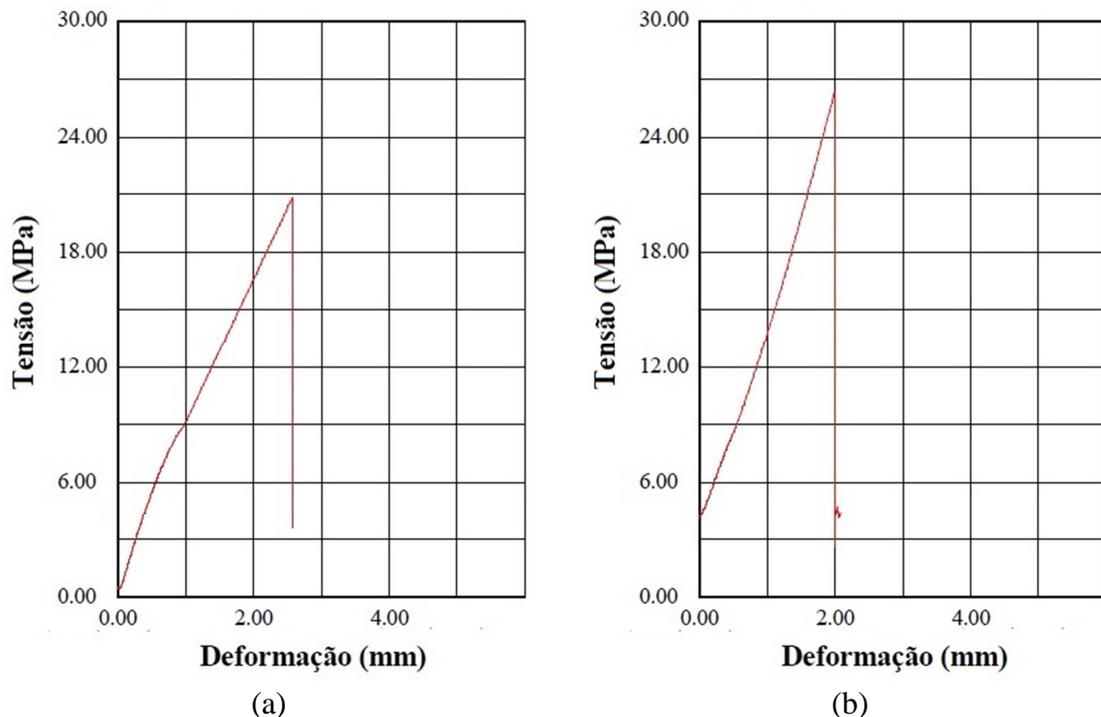


Figura 1: Curvas Tensão vs Deformação da resina pura (a) e do compósito resina mais fibras de cana-brava(b)

A resina pura apresentou uma tensão de ruptura de 20,8MPa e módulo de rigidez de 1,57GPa. Já o compósito fibroso apresentou uma tensão de ruptura de 26,3MPa e módulo de rigidez de 1,84 GPa

### DISCUSSÃO

A Com base nesses primeiros resultados é possível concluir que houve influência da fibra na melhoria das propriedades mecânicas do material, tanto na elevação da tensão de ruptura quanto no aumento da rigidez do material. Nota-se, também, que a resina possui maior deformação até o cisalhamento que o compósito. A partir destes dados é possível concluir que as fibras também atuam restringindo a deformação frente aos esforços trativos.

A partir do ensaio de tração observou-se, também, o perfil de ruptura dos corpos-de-prova que pode ser observados na Figura 2 para a resina. Nota-se que a resina possui uma fratura de caráter frágil, já as fibras apresentaram certo alongamento.

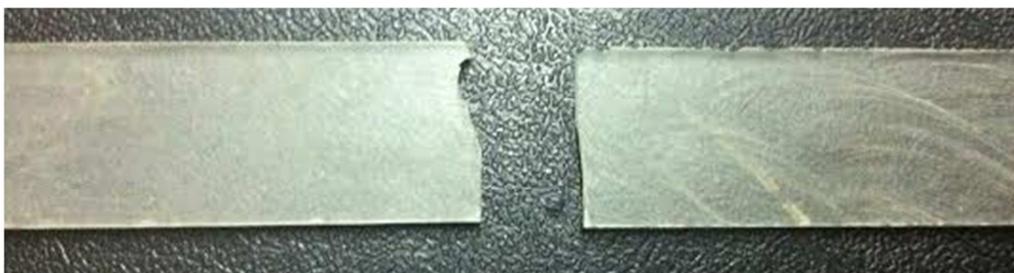


Figura 2: Perfil de ruptura da resina

## CONCLUSÕES

Com base nesses primeiros resultados foi possível concluir que houve influência da fibra de cana brava na melhoria das propriedades mecânicas do compósito, tanto na elevação da tensão de ruptura quanto no aumento da rigidez do mesmo. Nota-se, também, que a resina possui maior deformação até o cisalhamento que o compósito. A partir destes dados é possível concluir que as fibras também atuam restringindo a deformação frente aos esforços trativos.

## AGRADECIMENTOS

Agradecemos aos órgãos de fomento Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e a PROPESQ pelo suporte financeiro e bolsas de estudo a este projeto de pesquisa.

## REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, R. J. Desenvolvimento de material compósito para reforço de dutos de aço. 2005. Tese, Universidade Federal do Rio de Janeiro, COPPE, 130 p.

GARCIA, L. P.; MORILLA, J. C. Aplicação de materiais compósitos em reparos de tubulações de óleo e gás. 2012. UNISANTA - Science and Technology, p. 14 - 19, Vol. 1, No1.

GENTIL, V. Corrosão. 6.ed. Rio de Janeiro: Livros técnicos e científicos, 2011.

VERGES, G. R. Estudo do Desempenho de pintura para materiais das redes de distribuição de energia elétrica situadas em regiões litorâneas. Dissertação de mestrado apresentada à pós-graduação de Engenharia e Ciências dos Materiais, do setor de Tecnologia da Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2005.

GROSJEAN, F. BOUCHONNEAU, N. CHOQUEUSE, D. SAUVANT-MOYNOT, V. Comprehensive analyses of syntactic foam behaviour in deepwater environment. 2009. J Mater Sci (2009) 44:1462–1468.

DANTAS, C.; SILVA, C.; FELIPE R.; FELIPE R. Avaliação da influência do petróleo e água do mar nas Propriedades de flexão do compósito (PRFV) e na Característica da fratura. In: IV Congresso de Pesquisa e Inovação da Rede Norte e Nordeste de Educação Tecnológica, Belém, 2009. Anais do IV Congresso de Pesquisa e Inovação da Rede Norte e Nordeste de Educação Tecnológica. Belém, 2009.