

CARACTERIZAÇÃO DE COMPÓSITOS POLIMÉRICOS REFORÇADO COM AS ESCAMAS DO PIRARUCU*

Noan Tonini Simonasssi¹

Wendell Bruno Almeida Bezerra²

Michelle Souza Oliveira³

Fábio Da Costa Garcia Filho⁴

Luana Cristyne da Cruz Demosthenes⁵

Luis Carlos da Silva⁶

Sergio Neves Monteiro⁷

Resumo

Neste trabalho às escamas e o compósito de pirarucu foram caracterizadas em relação à sua estrutura. Para este estudo, foram aplicadas as técnicas de Espectroscopia de Infravermelho por Transformada de Fourier (FTIR). Foram observadas as presenças de colágenos oriundas das escamas puras e à presença de grupos de hidroxila e absorções referentes ao grupo epoxídico, além do colágeno nos compósitos, pelo método de FTIR.

Palavras-chave: Epóxi; Compósito; FTIR; Escamas de Pirarucu

CHARACTERIZATION OF POLYMERIC COMPOSITES REINFORCED WITH PIRARUCU SCALES

Abstract

In this work, the scales and the composite of pirarucu were characterized in relation to their composition. For this study, the techniques of Fourier Transform Infrared Spectroscopy (FTIR) were applied. The presence of collagens from the pure scales and the presence of hydroxyl groups and absorptions relative to the epoxy group besides the collagen in the composites, by the FTIR method.

Keywords: Epoxy; Composite; FTIR; Pirarucu Scales.

¹ Engenheiro Metalúrgico, Mestre em Ciências, em Ciências dos Materiais. Doutorando em Ciências, em Ciências dos Materiais, Subdivisão de Engenharia de Materiais. Instituto Militar de Engenharia. Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

² Engenheiro de Materiais, Mestrando em Ciências, em Ciências dos Materiais, Subdivisão de Engenharia de Materiais. Instituto Militar de Engenharia. Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

³ Engenheira Civil, Mestranda em Ciências, em Ciências dos Materiais, Subdivisão de Engenharia de Materiais. Instituto Militar de Engenharia. Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

⁴ Engenheiro de Materiais, Mestrando em Ciências, em Ciências dos Materiais, Subdivisão de Engenharia de Materiais. Instituto Militar de Engenharia. Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

⁵ Engenheira Civil, Mestranda em Ciências, em Ciências dos Materiais, Subdivisão de Engenharia de Materiais. Instituto Militar de Engenharia. Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

⁶ Engenheiro Químico. Doutor em Ciências em Ciências dos Materiais. Pós-doutorando. Subdivisão de Engenharia de Materiais. Instituto Militar de Engenharia. Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

⁷ Engenheiro de Materiais, PhD em Engenharia dos Materiais, Professor. Subdivisão de Engenharia de Materiais. Instituto Militar de Engenharia. Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

1 INTRODUÇÃO

O desenvolvimento de novos materiais e novas tecnologias estão diretamente associados ao desenvolvimento da humanidade como sociedade. A substituição de ferramentas feitas a base de pedra por metais proporcionou o primeiro salto de desenvolvimento que continua até os tempos atuais. Após a revolução industrial, a população mundial cresceu, e os novos padrões de conforto e desenvolvimento que surgiram, levaram a uma exploração crescente de recursos minerais causando impactos ambientais cada vez maior.

Desde o início do século XXI, entretanto, devido a constantes reflexões e convenções sobre o dano provocado pelo homem ao meio ambiente, a comunidade internacional tem se mobilizado em busca de formas de desenvolvimento sustentável. Dessa maneira, pesquisas tem se desenrolado ao redor do mundo afim de se desenvolver materiais ecologicamente corretos para diversas gamas de utilização.

Dentro deste panorama, materiais compósitos são apresentados como uma solução promissora. O uso de rejeitos de outras indústrias como reforço em materiais compósitos são apontados em diversas pesquisas [1-3], o que reduz o uso da fase matriz além de causar uma diminuição de deposição de rejeitos na natureza. Ainda, materiais ambientalmente corretos podem ser utilizados diretamente na fabricação de compósitos.

Materiais de origem animal são utilizados pela humanidade desde a antiguidade como o couro e pele que, por muitos séculos, fizeram parte do vestuário. Na região amazônica do Brasil o pirarucu (*Arapaima gigas*), além de fonte de alimento, suas escamas, tradicionalmente utilizado como lixas, conferem ao peixe uma blindagem natural a predadores [4].

Com uma estrutura composta por camadas de fibras coladas em sua parede interna, e uma dura camada cerâmica, naturalmente mineralizada, as escamas do pirarucu são, basicamente, um sistema natural de blindagem multicamada como pode ser observado na figura 1 [5].

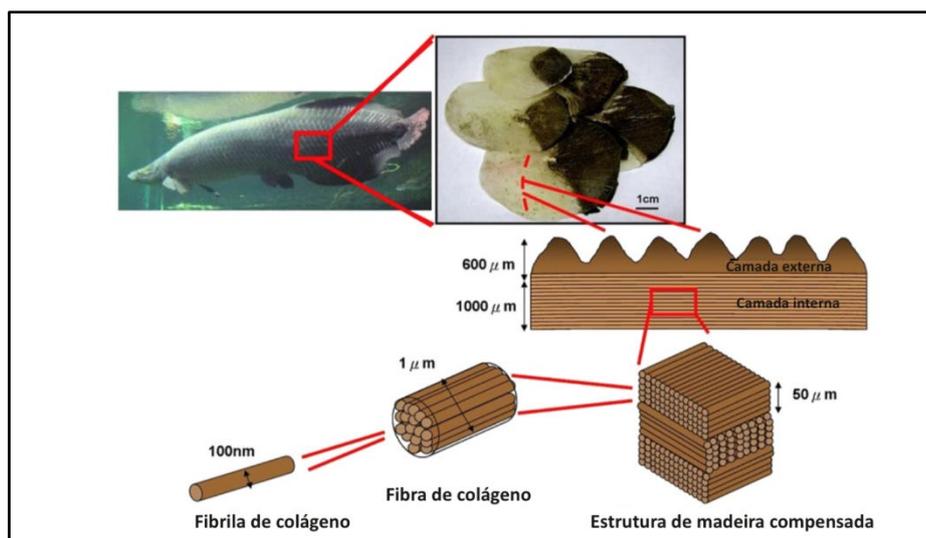


Figura 1: estrutura das escamas do pirarucu (retirado de Chen, *et al.* [5])

Entretanto, poucos trabalhos científicos foram realizados em relação à caracterização deste material que possui um potencial nobre de utilização. O objetivo deste trabalho é de realizar a caracterização de compósitos de matriz epóxi

reforçados com escamas de pirarucu por técnica de espectroscopia de infravermelho (FTIR) como base para desenvolvimento de pesquisa com objetivo de uso destas em blindagens balísticas.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

As escamas de pirarucu foram fornecidas em seu estado natural, sem nenhum tipo de tratamento, pela empresa Selva Amazônica localizada na cidade de Manaus e a resina epóxi, diglicidílico do bisfenol-A (DEGEBA), e o seu iniciador, trietileno tetramina (TETA) foram fornecidas pela empresa Epoxyfiber, localizada na cidade do Rio de Janeiro.

Inicialmente as escamas foram planificadas, conforme a figura 2, aquecendo-as em banho Maria e secando-as em uma estufa por cerca de três horas à uma temperatura de 80 °C.



Figura 2. Escamas de pirarucu planificadas.

Após sua planificação, as escamas foram postas em camadas intercaladas juntamente à mistura de resina e iniciador (13% em fração mássica de iniciador) em um molde metálico de dimensões 15 x 12 x 1,19 cm, conforme a figura 3, formando uma placa de compósito com 30% em fração volumétrica de escamas.



Figura 3. Molde metálico para confecção do compósito

Em seguida a placa foi cortada em diversas seções e submetidas as análises de Espectroscopia no Infravermelho por Transformada de Fourier (FTIR). Os resultados encontrados são apresentados a seguir e são comparados com revisões da literatura.

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

A figura 4 mostra os gráficos de Transmitância por comprimento de onda obtido pela análise de FTIR para o compósito de epóxi reforçado com a escama do pirarucu. Nesta imagem, são identificados os picos associados as escamas de pirarucu.

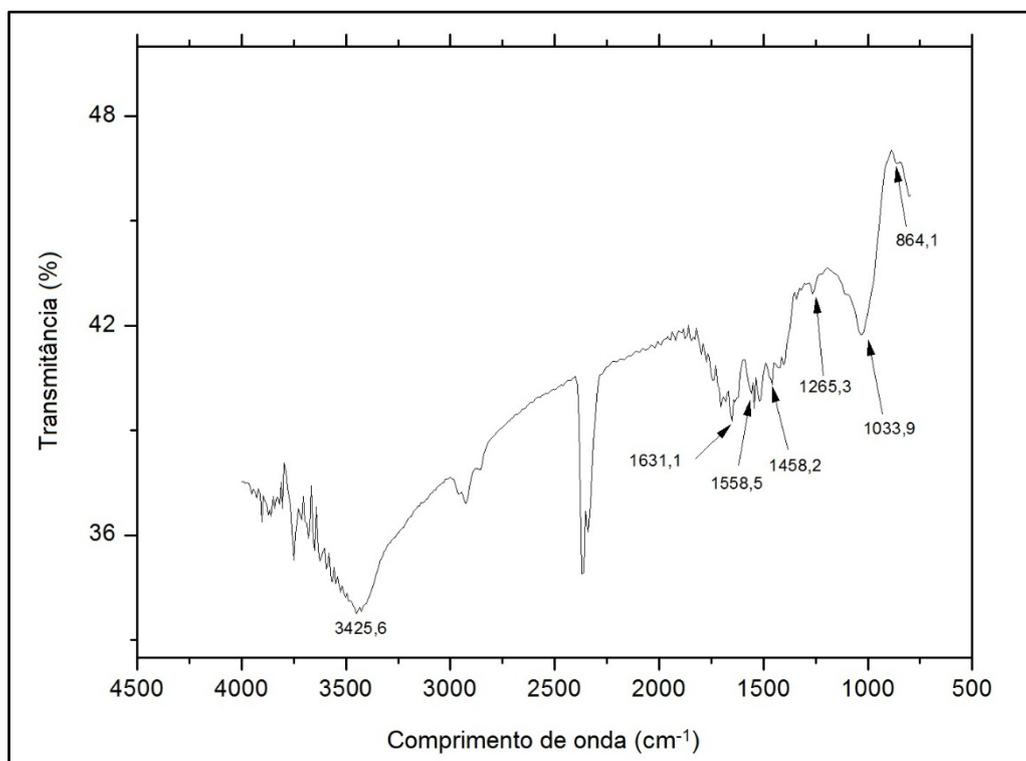


Figura 4: Espectrograma de Infravermelho para o compósito de epóxi reforçado com 30% de escamas de pirarucu.

Na figura 4 pode ser observado vários picos associados as escamas, bem como picos associados a resina. Quando comparados com os resultados obtidos por Torres et al. [6] e Lin et al. [7], pode ser observado uma variação de intensidade de transmitância em relação a escama pura e o compósito. Basicamente isso se deve à interferência provocada pela resina. Entretanto todos os picos de transmitância associados a escama do pirarucu puderam ser encontrados e são apresentados na Tabela 1.

Tabela 1: Picos encontrados no espectrograma.

Pico	Comprimento de Onda (cm ⁻¹)	Pico associado.
1	3425,6	
2	1631,1	Amida III
3	1558,5	Amida II
4	1458,2	Grupos de Fosfatos
5	1265,3	Amida I
6	1033,9	Grupos de Fosfatos
7	864,1	Grupos de Carbonatos

Como pode ser observado na tabela 1, os picos 2, 3 e 5 estão associados aos componentes orgânicos da escama que são colágenos, enquanto que os picos 4, 6 e 7 estão associada a parte inorgânica da escama que é composta basicamente por hidroxiapatita [6,7]. Além disso, a identificação dos picos isolados dos picos relacionados as escamas de pirarucu indicam que não houve interação química entre as fases de reforço e matriz.

4 CONCLUSÃO

- Nesse estudo foi possível se obter o espectro de infravermelho de compósitos de matriz epóxi reforçados com escamas de pirarucu.
- Apesar de haver uma variação na intensidade de transmitância do material. Entretanto não houve interação entre as fases do compósito.

Agradecimentos

Os autores gostariam de agradecer as agências de fomento, CAPES CNPq e Faperj.

REFERÊNCIAS

1. Loh YR, Sujun D, Rahman ME, Das CA. Sugarcane bagasse - The future composite material: A literature review. Resources, Conservation and Recycling. Elsevier. Vol. 75, p.14-22. 2013.
2. Monteiro SN, Candido VS, Braga FO, Bolzan LT, Weber RP, Drelich JW. Sugarcane bagasse waste in composites for multilayered armor. European Polymer Journal. Vol. 78, p 173-185. 2016.

3. Keskisaari A, Kärki T. The use of waste materials in wood-plastic composites and their impact on the profitability of the product. *Resources, Conservation and Recycling*. Elsevier. Vol. 134, p. 257-261. 2018.
4. Inovação Tecnológica. Escamas de pirarucu inspiram escudos para naves espaciais. Disponível em: http://www.inovacaotecnologica.com.br/noticias/noticia.php?artigo=escamas-pirarucu-escudos-naves-espaciais&id=010160120213#.Wxxkm_kvzIU Visualizado em 09/06/2019.
5. Chen PY, Kittrick JM, Meyers MA. Biological materials: Functional adaptations and bioinspired designs. *Progress in Materials Science*. Vol. 57, p. 1492–1704. 2012.
6. Torres FG, Troncoso OP, Nakamatsu J, Grande CJ, Gómez CM. Characterization of the nanocomposite laminate structure occurring in fish scales from *Arapaima gigas*. *Materials Science and Engineering*. Vol. 28, p. 1276–1283, 2008.
7. Lin YS, Wei CT, Olevsky EA, Meyers MA. Mechanical properties and the laminate structure of *Arapaima gigas* scales. *Journal of the Mechanical Behavior of Biomedical Materials*. Vol. 4, Issue 7, p. 1145-1156. 2011.