



## Estudos preliminares de compósito polimérico com propriedades eletromagnéticas.

José Victor Bezerra Teixeira<sup>1\*</sup>, Wisley Prata Lima<sup>1</sup>, Paulo Victor da Silva Péres<sup>2</sup>, Célio dos Santos Almeida<sup>2</sup>, Maria Gabriele Meirellis Dos Santos<sup>2</sup>, Fidel Guerrero Zayas<sup>3</sup>, Marcos Marques da Silva Paula<sup>3</sup>.

<sup>1</sup>Universidade Federal do Amazonas, Programa de Pós-Graduação em física, Laboratório de Materiais Nanoparticulados, Av. Rodrigo Otávio Jordão Ramos, 6200, Coroado I, 69080-900, Manaus AM, Brasil.

<sup>2</sup>Universidade Federal do Amazonas, Laboratório de Materiais Nanoparticulados, Av. Rodrigo Otávio Jordão Ramos, 6200, Coroado I, 69080-900, Manaus AM, Brasil.

<sup>3</sup>Universidade Federal do Amazonas, Departamento de Física de Materiais, Av. Rodrigo Otávio Jordão Ramos, 6200, Coroado I, 69080-900, Manaus AM, Brasil.

\* [j.victorteixeira@hotmail.com](mailto:j.victorteixeira@hotmail.com)

**Palavras-Chave:** Hexaferrita de bário, absorvedores, radiação eletromagnética, materiais nanoparticulados.

### Introdução

Materiais absorvedores de radiações eletromagnéticas, tornam-se de grande relevância para o contexto global, pois a necessidade de aprimorar e manter seguro o uso de tecnologias no cotidiano é urgente, mitigando interferências eletromagnéticas externas no funcionamento de equipamentos e proteção à exposição de radiação ao corpo humano [1]. Nesse sentido, a hexaferrita de bário dopada com íon de titânio ( $Ti^{4+}$ ), destacam-se por serem materiais que apresentam tais características eletromagnéticas [2] e para viabilizar sua aplicação, buscou-se a sua incorporação em material polimérico. O uso de polímeros tem se tornado popular devido a formação de compósitos, atribuindo novas funcionalidades a membranas ampliando sua aplicação [3]. Para isso, utilizou-se o polímero policaprolactona (PCL), por ser biodegradável e biocompatível a ser incorporado pela hexaferrita. Dessa forma, o objetivo da pesquisa consistiu no desenvolvimento de um compósito polimérico para analisar a compatibilidade de incorporação da hexaferrita de bário a matriz polimérica.

### Material e Métodos

O compósito foi desenvolvido a partir do método de *solvent casting* nas seguintes etapas: (i) filme de PCL, exposto na Figura 1 e (ii) filme de PCL com hexaferrita na Figura 2 abaixo.

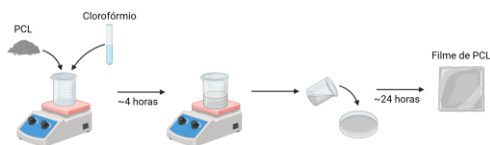


Figura 1. Rota de síntese do filme polimérico de PCL.

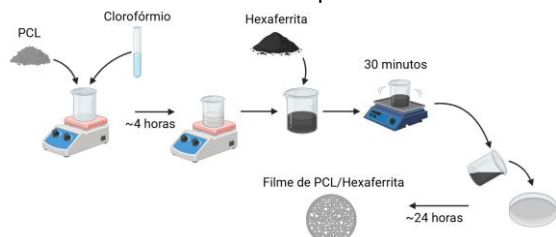


Figura 2. Rota de síntese do filme polimérico de PCL/Hexaferrita.

Os experimentos foram realizados baseados nas concentrações de PCL/clorofórmio (10%) e hexaferrita (10, 20, 30, 40 e 50) %. Para caracterização dos filmes buscando analisar sua composição, empregou-se a técnica de espectroscopia no infravermelho por transformada de Fourier (FTIR).

### Resultados e Discussão

Os filmes obtidos estão dispostos na Figura 3 abaixo, em que se observa as diferentes concentrações de hexaferrita incorporada ao material.

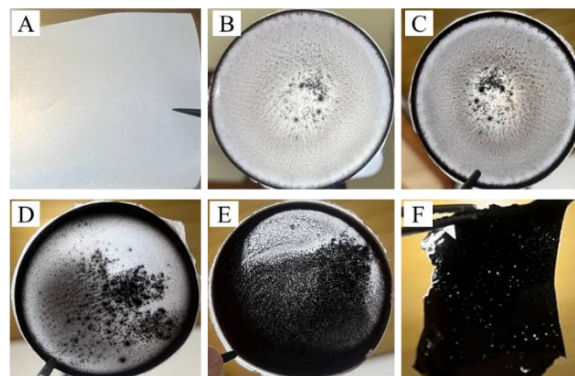


Figura 3. Filmes PCL/hexaferrita: (A) 0%; (B) 10%; (C) 20%; (D) 30%; (E) 40%; (F) 50%.

A análise realizada por FTIR, na Figura 4, revelou que a membrana possui as bandas características da policaprolactona, porém, faz-se necessário outros métodos de medidas para melhor caracterização dos filmes.

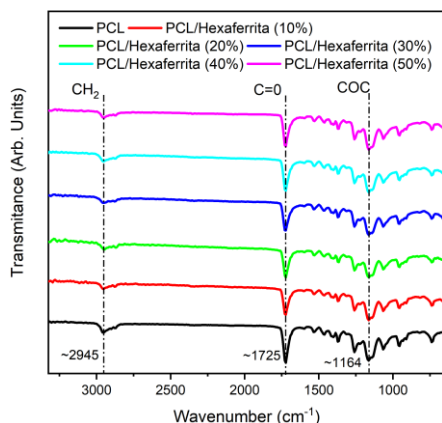


Figura 4. Espectro no Infravermelho de PCL e PCL/hexaferrita na região do centro dos filmes. Fonte: autor 2025.

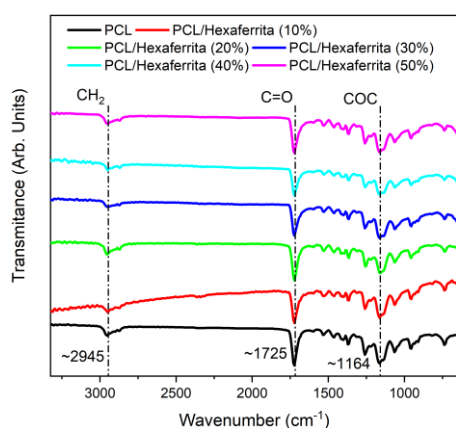


Figura 5. Espectro no Infravermelho de PCL e PCL/Hexaferrita na região da borda dos filmes. Fonte: autor 2025.

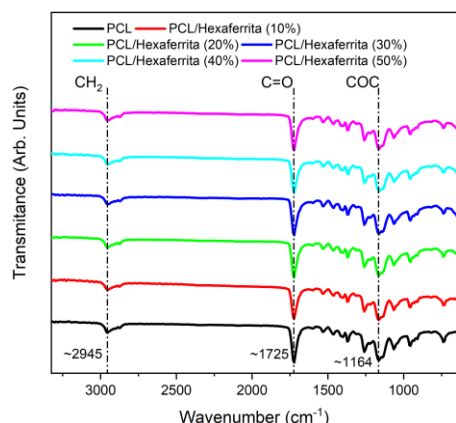


Figura 6. Espectro no Infravermelho de PCL e PCL/Hexaferrita na região de  $r/2$  dos filmes. Fonte: autor 2025.

Destaca-se que apesar das regiões da medida serem diferentes, a hexaferrita não contribuiu nas vibrações características da policaprolactona.

## Conclusões

Conforme observado no espectro de infravermelho, observa-se que a matriz polimérica não sofre alteração com a incorporação da hexaferrita nanoparticulada, porém, outras técnicas serão consideradas para verificar as bandas presentes da hexaferrita, por exemplo, difração por Raio-x (DRX). Além disso, serão realizadas análises de morfologia e estrutura com Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV) e de Força Atômica (MFA).

Dessa forma, constata-se que a incorporação é promissora para realização de novos estudos, em específico para

aplicação de absorvedores que tenham a necessidade de uma matriz polimérica biodegradável ou biocompatível.

Ademais, de acordo com os filmes desenvolvidos, é nítido a necessidade de melhorias com relação a homogeneização da hexaferrita na matriz polimérica, fator este que continuará a ser investigado nas próximas etapas da pesquisa, uma vez que, para que seja possível o uso em aplicações, precisam estar devidamente homogeneizados, e para isso, é necessário o ajuste de parâmetros na solução e procedimentos durante a deposição em placa de Petri e tempo para a formação do filme.

Nesse sentido, serão pesquisadas melhorias nos procedimentos para a confecção dos compósitos, mantendo as proporções e método de deposição padronizados para estabelecer modelos de novas incorporações. Estudos futuros buscarão a aplicação deste compósito para a finalidade de absorvedor de radiação eletromagnética e demais necessidades que o material possa atender em outras áreas de pesquisa.

## Agradecimentos

FAPEAM pelo suporte financeiro, CAPES e o Departamento de Física de Materiais – ICE/UFAM, através da estrutura física dos laboratórios (LAMAM e NANOPOL) e profissionais envolvidos.

## Referências

- [1] MHASE, Pramod D.; PUJARI, Varsha C.; SHIRSATH, Sagar E.; FULARI, Akash V.; JADHAV, Santosh S.; RAMANA, C.V.; PATANGE, Sunil M. *Advances in M-type Hexaferrites: A review tailoring structural, magnetic, and microwave absorption properties for emerging technologies*. Coordination Chemistry Reviews, v. 541, p. 216825, 2025. ISSN 0010-8545. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ccr.2025.216825>. Acesso em: 03 jul. 2025.
- [2] CHAGAS, P. C. et al. *Caracterização elétrica da hexaferrita de bário dopada com titânio sintetizada pelo método de coprecipitação*. In: Anais do Workshop de Química Inorgânica. Anais. Manaus (AM) UFAM, 2024. Disponível em: <https://www.even3.com.br/anais/VI-WQI-2024/953267-CARACTERIZACAO-ELETRICA-DA-HEXAFERRITA-DE-BARIO-DOPADA-COM-TITANIO-SINTETIZADA-PELO-METODO-DE-COPRECIPITACAO>. Acesso em: 05 jun. 2025.
- [3] BHONG, Mahesh; KHAN, Tasneem K.H.; DEVADE, Kiran; KRISHNA, B. Vijay; SUR, Sreekanth; EFTIKHAAR, H.K.; THETHI, H. Pal; GUPTA, Nakul. *Review of composite materials and applications*. *Materials Today: Proceedings*, 2023. ISSN 2214-7853. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2023.10.026>. Acesso em: 9 jul. 2025.