cbecimat26
26° Congresso Brasileiro de Engenharia e Ciência dos Materiais
22 a 26 de novembro de 2026
Costão do Santinho
Florianópolis-SC

Desenvolvimento de microcápsulas com óleo de linhaça e Nb_2O_5 funcionalizado obtidas por polimerização *in situ*

Larissa Rodrigues Martins[1]; Daniela Maria Cecatto[1]; Lilian Vanessa Rossa Beltrami[1]
1. Programa de Pós Graduação em Engenharia de Processos e Tecnologias (PGEPROTEC), Universidade de Caxias do Sul (UCS), Caxias do Sul, RS, Brasil

Introdução

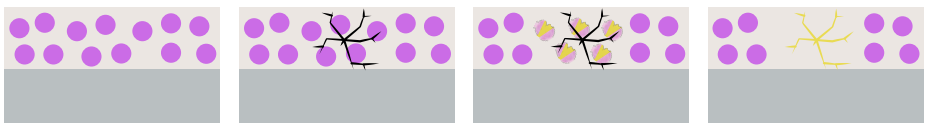
A problemática da corrosão que motivou este trabalho:

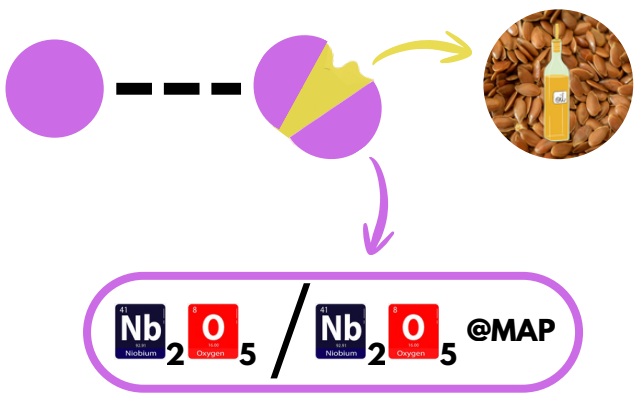


- 💰 Alto custo de reparo
- 🔧 Manutenção frequente
- ⏳ Redução da vida útil
- ⚠️ Riscos à segurança
- 🌱 Impactos ambientais
- 🏭 Perdas de produtividade

Créditos da imagem: IPT (Instituto de Pesquisas Tecnológicas) e CENPES (Centro de Pesquisas e Desenvolvimento Leopoldo Américo Miguez de Mello) da Petrobras.

Revestimentos protetivos com capacidade de autorreparo contendo microcápsulas responsivas como uma solução promissora





Objetivos

Desenvolver e avaliar o encapsulamento de óleo de linhaça em Nb_2O_5

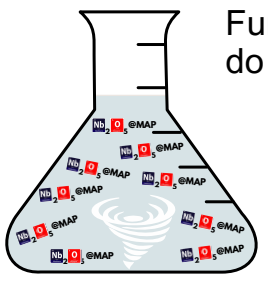
→ Investigar a influência da funcionalização do Nb_2O_5 com 3-(trimetoxisilil)propilmetacrilato (MAP)

Comparação entre diferentes rotas de síntese comparando métodos e influência da funcionalização do Nb_2O_5 em cada um deles

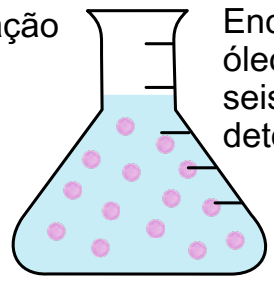
- Método de emulsão de *pickering* (EP)
- Método de polimerização *in situ* (PIN)
- Método de polimerização *in situ* com pré-polimerização (PIN-PP)

Caracterização por microscopia eletrônica de varredura (MEV) e espectroscopia por dispersão de energia (EDS)

Metodologia



Funcionalização do Nb_2O_5



Encapsulamento do óleo de linhaça nas seis rotas de síntese determinadas



Pré polímero de ureia-formaldeído para a rota PIN-PP



Filtragem bem sucedida nas rotas de polimerização *in situ*

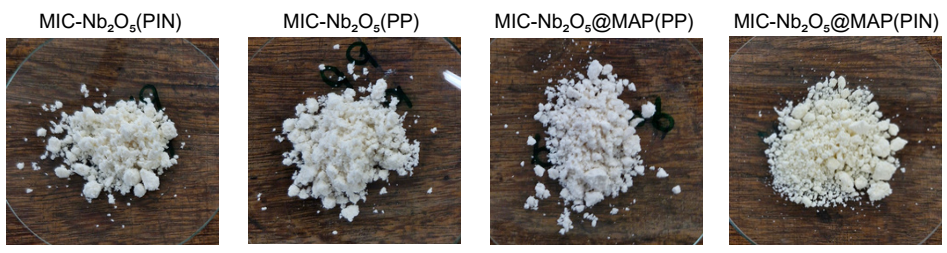


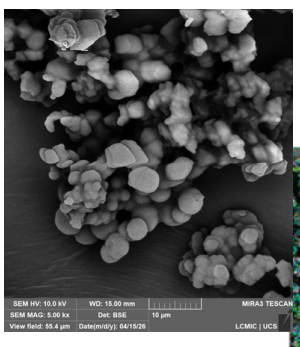
Filtragem mal sucedida na rota de emulsão de *pickering*

Resultados e Discussão

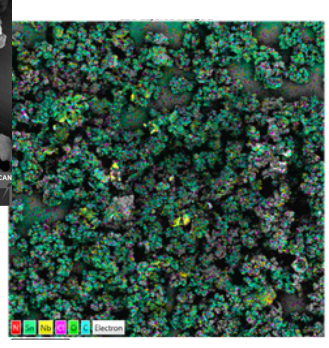
As amostras por emulsão de *pickering* não obtiveram resistência significativa impossibilitando caracterização.

As amostras por PIN e PP apresentaram resistência satisfatória e foram submetidas às etapas de caracterização





Amostra mais promissora: polimerização *in situ* e Nb_2O_5



Microcápsula de paredes duplas sendo uma parede externa polimérica de ureia-formaldeído e uma parede interna cerâmica de Nb_2O_5

A funcionalização do Nb_2O_5 com MAP e a pré-polimerização da ureia com formaldeído na polimerização *in situ* não gerou impactos significativos na morfologia das microcápsulas

Conclusões

- Confirmação da presença dos grupos químicos esperados
- Identificação da morfologia de encapsulamento desejada.
- Há evidências da obtenção dos compostos pretendidos.
- Os resultados demonstram a viabilidade da síntese e o potencial de aplicação das microcápsulas.

Referências e Agradecimentos

CECATTO, Daniela Maria; ZATTERA, Ademir José; BELTRAMI, Lílian Vanessa Rossa. Self-Healing Coatings Incorporating Microcapsules With Imidazole and APTES: Characterization Using Electrochemical Accelerated Technique. Polymers for Advanced Technologies, v. 36, n. 7, p. e70251, 2025.

CHE ZAKARIA, Farasuraya et al. Linseed Oil Microencapsulation for Advanced Corrosion Protection Coatings: A Review. Macromolecular Symposia, v. 411, p. 2300260, 2025.
SOUZA, Lucas Henrique de Oliveira et al. In Situ Evaluation of Epoxy Self-Healing Coating by Encapsulated Linseed Oil in Poly (Urea–Formaldehyde–Melamine) Microcapsules. Materials, v. 18, n. 9, p. 1906, 2025.

BHARDWAJ, Sushant et al. Self-healing properties of microencapsulated linseed oil-poly (urea formaldehyde) additives embedded polyester coating on Galvalume steel sheet. Transactions of the IMF, v. 102, n. 2, p. 67-76, 2024.

ZHANG, Lichang et al. One-pot efficient synthesis of amino-functionalized polyurethane capsules via photopolymerization for self-healing anticorrosion coatings. Progress in Organic Coatings, v. 189, p. 108348, 2024.

UCS PGEPROTEC · CNPq Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico · CBMM · FAPERGS · CAPES