Encontro Nacional do Programa de Formação de Recursos Humanos da ANP - 2026

NANOSSISTEMA TRÍPLICE PARA REMOÇÃO DE ACILGLICERÍDEOS DO BIODIESEL

Bolsista: Suelen Ramona de Souza Cunha

Orientadores: Fernando Gomes de Souza Jr.

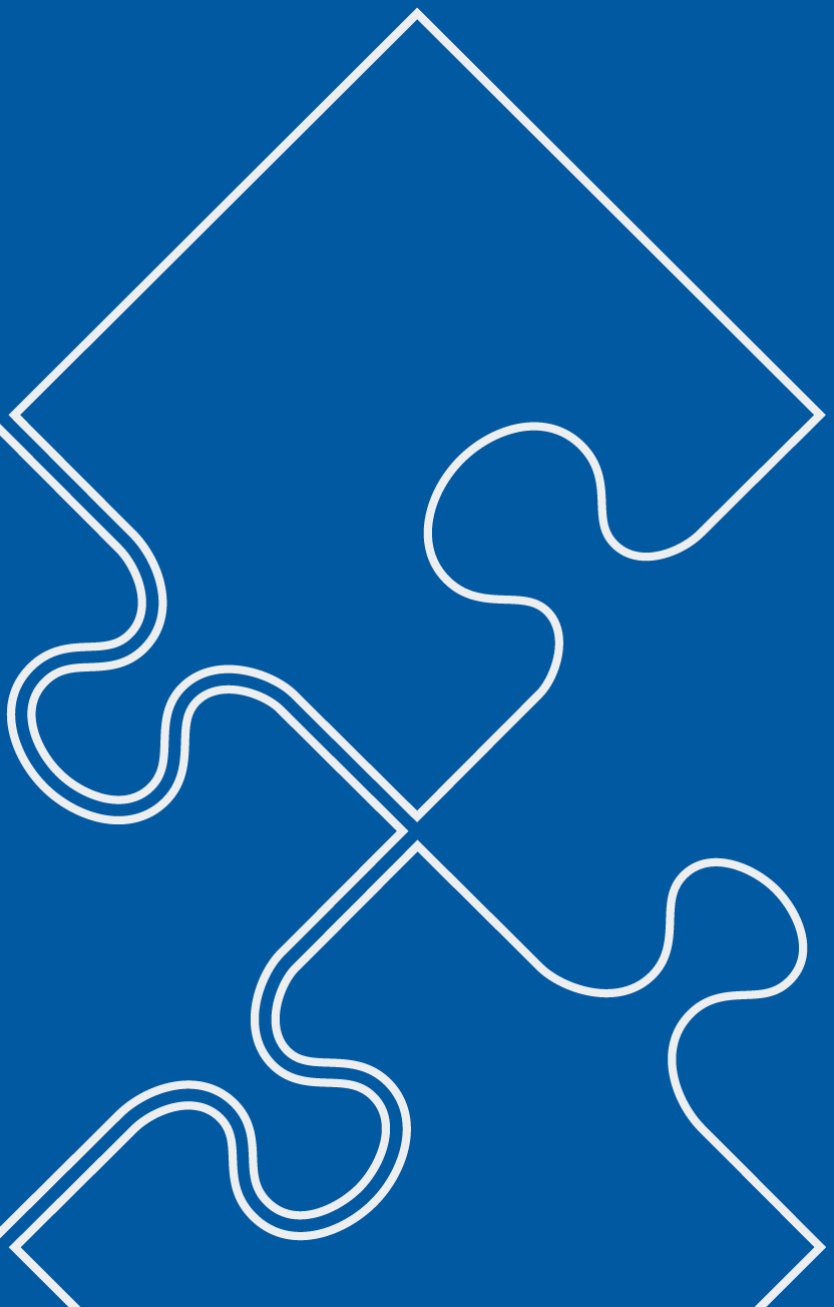
Luciana Spinelli Ferreira

PRH 16/UFRJ

Tipo de bolsa: Doutorado

Universidade Federal do Rio de Janeiro

Gestão:



#1

Apresentação

Soluções tecnológicas para a produção sustentável de biodiesel

Formação, Pesquisa e Inovação



Engenharia de Produção - **Universidade do Estado do Pará - UEPA**

Mestre em Ciência e Tecnologia de Polímeros -
Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ

Doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Polímeros – **IMA/UFRJ**

Bolsista de Doutorado – **PRH 16 ANP**

Disciplinas Obrigatórias Cursadas - **270 horas cursadas**

Mestrado do PPGCTP - **Aproveitamento de 465 horas cursadas**

Total de horas Doutorado - **735 horas.**

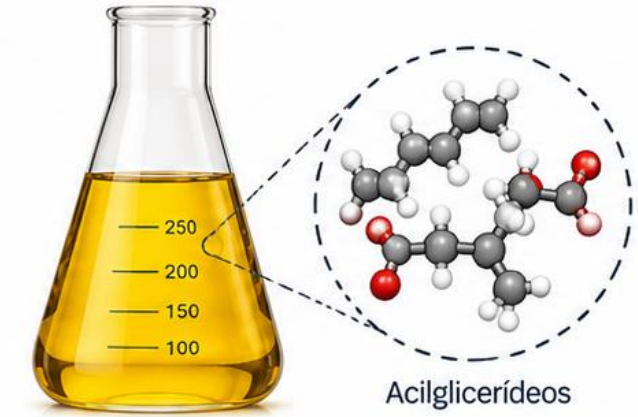
Integrante do Laboratório de Biopolímeros e Sensores – LaBioS IMA UFRJ

Nanossistema Tríplice para Remoção de Acilglicerídeos do Biodiesel
Suelen Ramona de Souza Cunha - Doutorado
PRH16/UFRJ

Motivação

Contexto e desafio

A produção de biodiesel é fundamental para a transição energética, mas a purificação ainda representa um **desafio** devido à presença de **acilglicerídeos residuais**.



Biodiesel bruto
Contém acilglicerídeos residuais

Limitações dos métodos convencionais

Processos de purificação convencionais, como a lavagem com água, apresentam desvantagens operacionais, **elevado consumo hídrico e geração de efluentes**.



Oportunidade

Desenvolver um adsorvente inovador, baseado em um **nanocompósito**, para a remoção de acilglicerídeos residuais, contribuindo para processos **mais eficientes e sustentáveis** de produção de biodiesel.

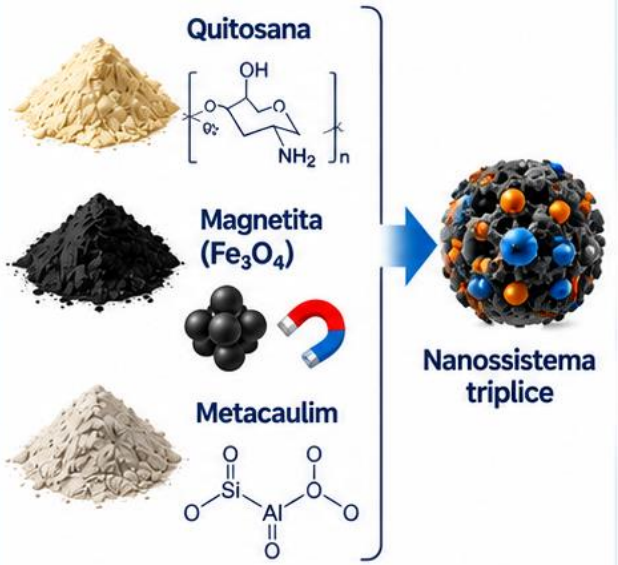


Contribuir para soluções tecnológicas aplicadas à transição energética,
reduzindo o consumo de água, a geração de resíduos e aumentando a eficiência da produção de biocombustíveis.

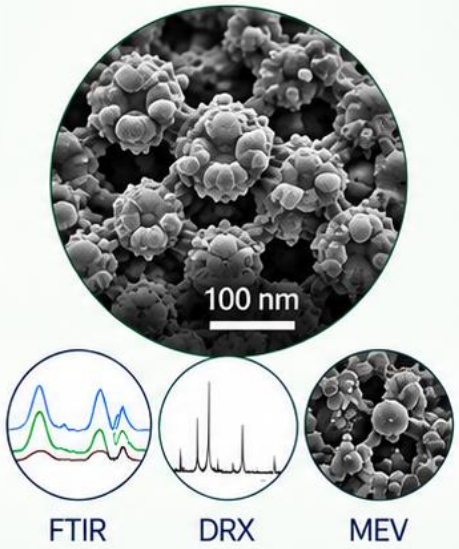
Objetivos

Desenvolver e avaliar um nanossistema tríplice aplicado à purificação de biodiesel, visando à **remoção eficiente de acilglicerídeos residuais.**

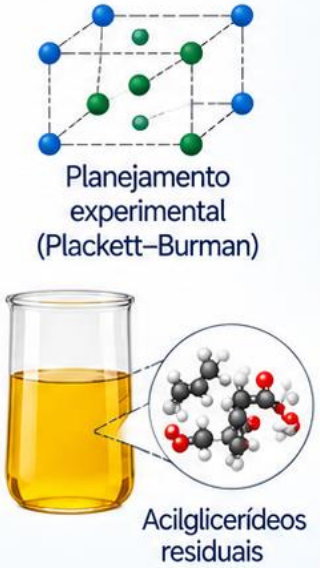
Desenvolver o nanossistema tríplice



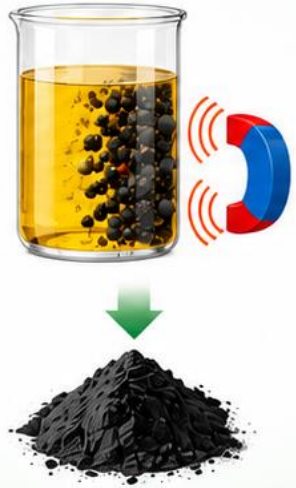
Caracterizar o material



Investigar e otimizar o desempenho



Remover e recuperar o material

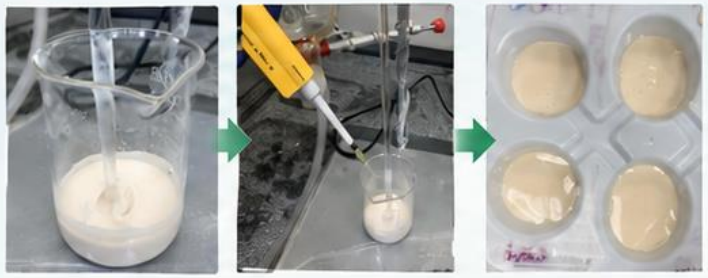


Avaliar o potencial de aplicação



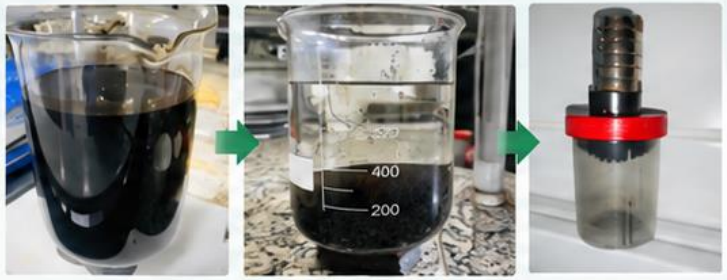
Esquema Metodológico

1 Síntese do Geopolímero



Metacaulim + solução alcalina | Homogeneização | Gelificação/ moldagem

2 Síntese das Nanopartículas de Magnetita



Precipitação (Fe^{2+}/Fe^{3+}) | Formação da magnetita (Fe_3O_4) | Separação magnética

3 Preparação do Nanossistema Tríplice



4 Planejamento Experimental Plackett–Burman

	F1	F2	F3	...	F12
1	-1	1	-1	...	1
2	1	-1	1	...	-1
3	-1	-1	1	...	1
...	...	...	...	...	...
20	1	1	-1	...	1

12 fatores
20 experimentos
+ pontos centrais



Análise dos efeitos (Gráfico de Pareto)

5 Aplicação na purificação do biodiesel



Biodiesel bruto (com acilglicerídeos) | Separação magnética do material | **Biodiesel purificado** (baixo teor de acilglicerídeos)

6 Caracterização e avaliação



MEV (morfologia) | **FTIR** (grupos funcionais) | **Reutilização** e estabilidade

Aplicação no Setor de Petróleo e Energia



Ganhos tecnológicos

- Adsorvente multifuncional
- Recuperação magnética
- Alta eficiência de remoção (até 99,6%)

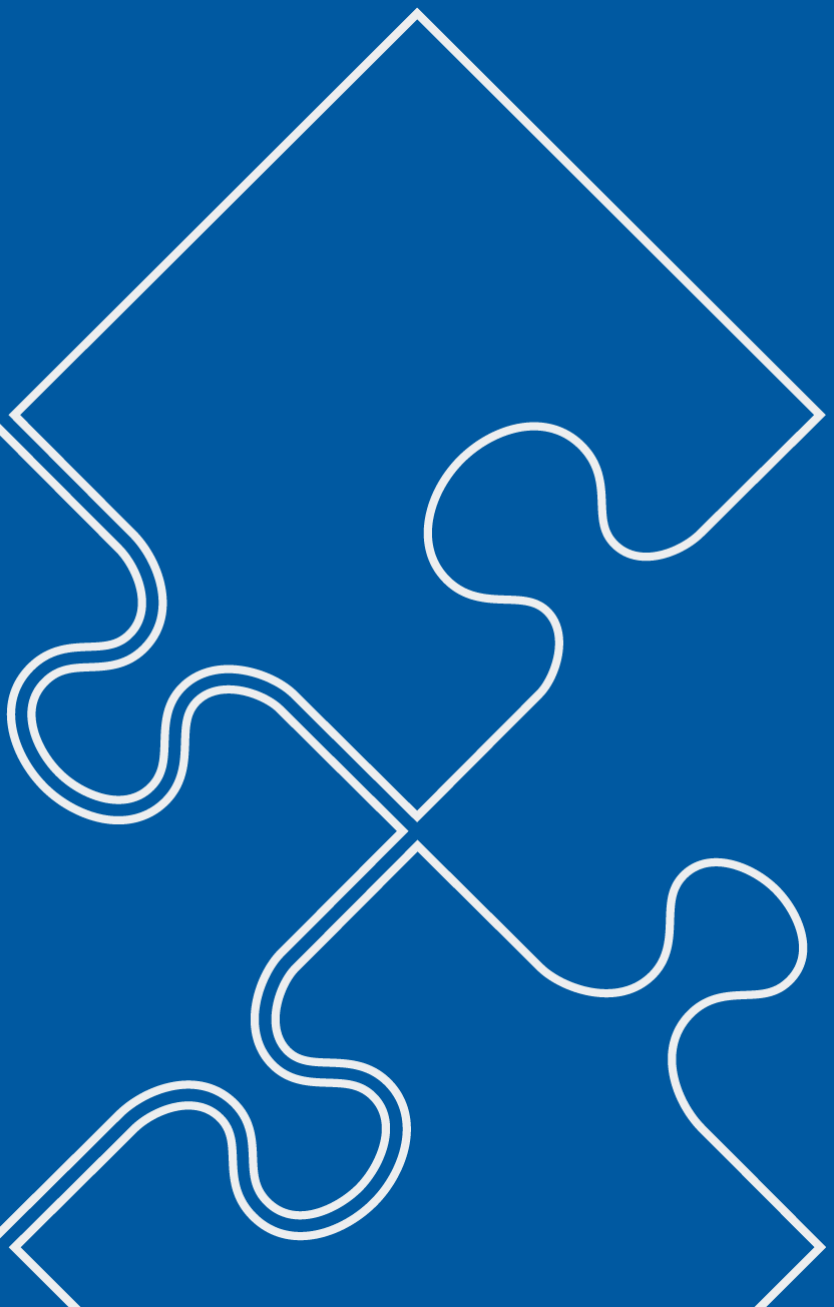
Ganhos operacionais

- Menor consumo de água
- Menor geração de efluentes
- Reutilização do material

Ganhos financeiros e estratégicos

- Redução de custos operacionais
- Processo mais eficiente e sustentável
- Potencial de escalonamento industrial

Contribui para soluções tecnológicas aplicadas à transição energética,
apoiando a produção de biocombustíveis mais eficientes e sustentáveis.

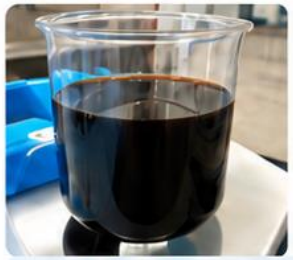


#2

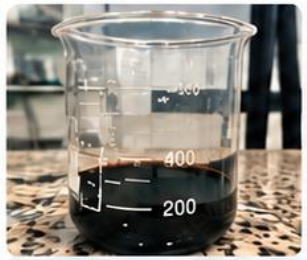
Resultados

Resultados experimentais e potencial tecnológico

Caracterização por Difratometria de Raio X - DRX



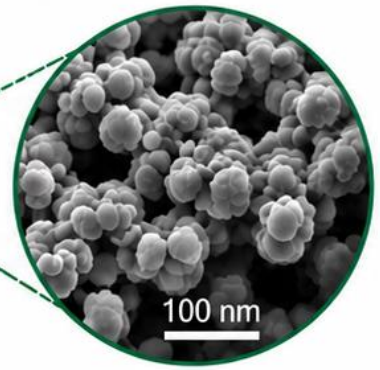
Precipitação (Fe^{2+}/Fe^{3+})

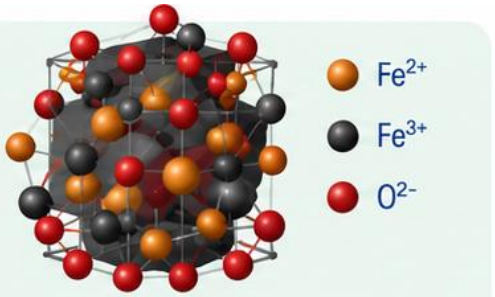


Formação da magnetita (Fe_3O_4)



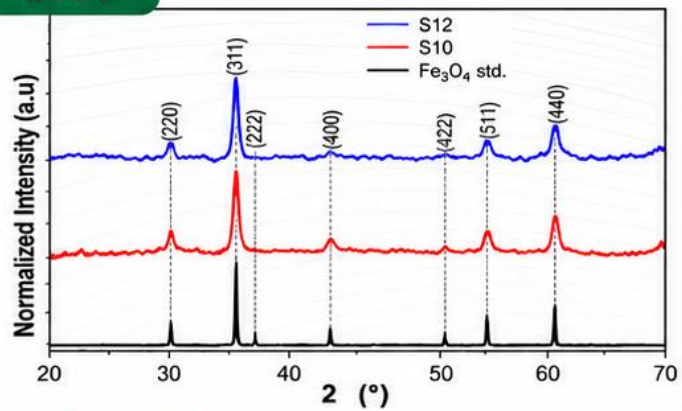
Separação magnética



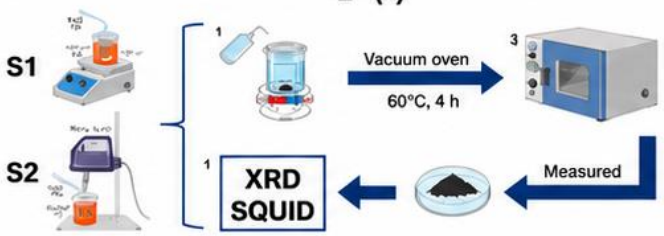


Magnetita (Fe_3O_4)
estrutura espinélio invertido

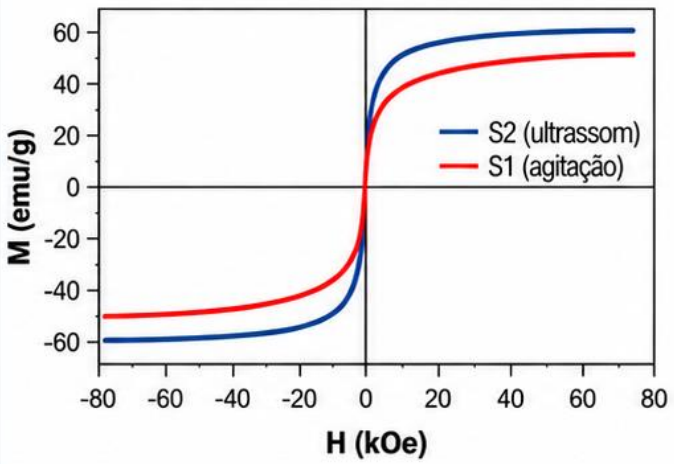
DRX



- Picos característicos da magnetita (Fe_3O_4)
- Estrutura espinélio cúbica
- Alta cristalinidade
- Síntese assistida por ultrassom (S2)



Magnetização (M x H)



- S2 (ultrassom): maior magnetização de saturação (M_s)
- S1 (agitação): magnetização inferior
- Comportamento superparamagnético (histerese desprezível)
- Adequada para separação magnética do nanossistema



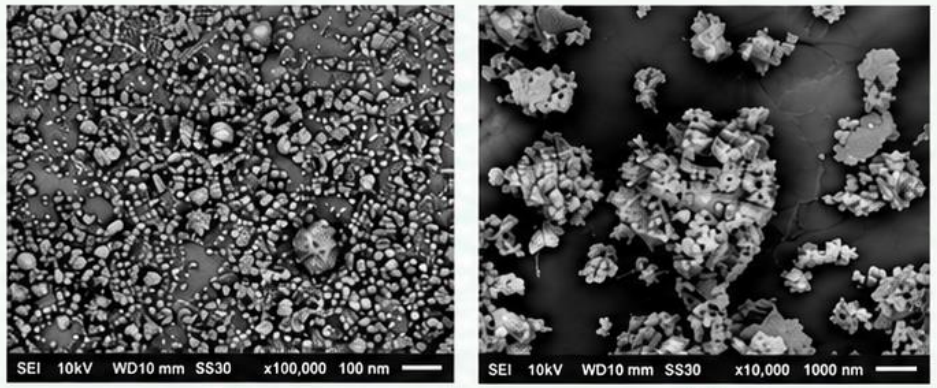
Síntese eficiente de nanopartículas de magnetita (Fe_3O_4)

Ultrassom (S2) proporciona maior magnetização e cristalinidade



Nanopartículas magnéticas estáveis e facilmente recuperadas

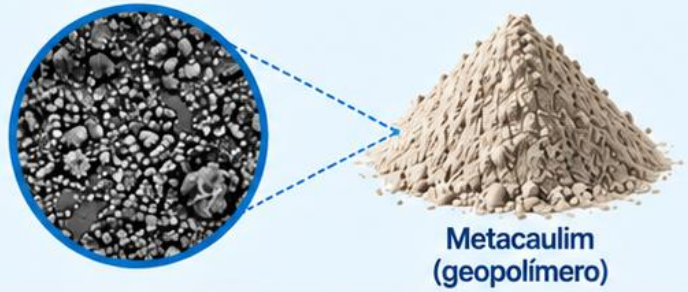
Caracterização por Microscopia Eletrônica de Varredura -MEV



Imagens (a) e (b): geopolímero (100 nm e 1000 nm);
(c) e (d): compósito geopolímero modificado com quitosana
e dopado com nanopartículas de magnetita.

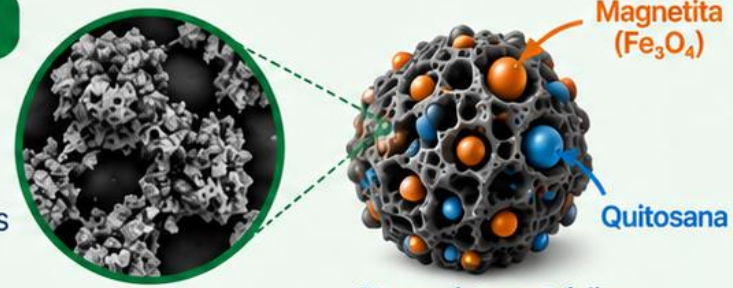
Geopolímero

- Morfologia granular
- Partículas aglomeradas



Compósito híbrido

- Superfície heterogênea
- Regiões porosas
- Nanopartículas ancoradas na matriz

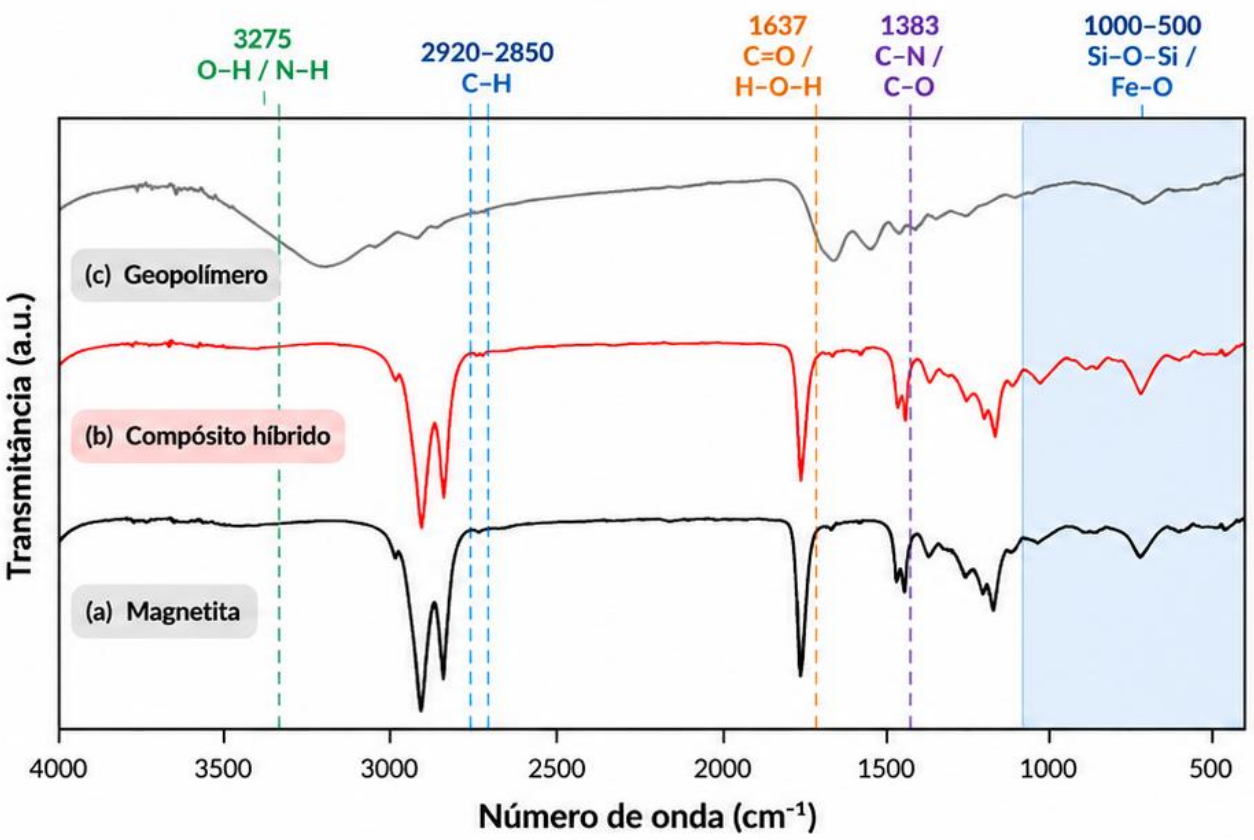


Efeito da quitosana

- Menor aglomeração
- Maior homogeneidade
- Favorece o contato com o biodiesel



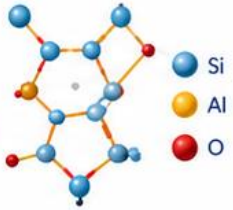
Caracterização por Espectroscopia de Infravermelho por Transformada de Fourier - FTIR





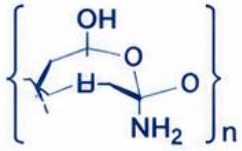
GEOPOLÍMERO

- **Si–O–Al / Si–O–Si**
  bandas na região 1000–500 cm^{-1}





QUITOSANA



- N–H (~3275 cm^{-1})
- C–H (2920–2850 cm^{-1})
- C–N (~1383 cm^{-1})
- C–O (~1150–1020 cm^{-1})



MAGNETITA (Fe_3O_4)

- Fe–O
  (bandas na região 600–500 cm^{-1})



COMPÓSITO HÍBRIDO

- Presença das bandas do geopolímero, quitosana e magnetita.
- Evidencia a incorporação da quitosana na matriz e grupos funcionais ativos para a interação com acilglicerídeos.



O FTIR confirma a formação do compósito híbrido, evidenciando a incorporação da quitosana na matriz geopolimérica e a presença de grupos funcionais relevantes para a sorção de acilglicerídeos.

Planejamento Experimental – Plackett-Burman

Matriz experimental (12 fatores)

Exp.	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9	F10	F11	F12
1	-1	1	-1	-1	-1	1	-1	-1	-1	1	-1	-1
2	-1	-1	1	-1	1	1	1	-1	1	-1	1	1
3	1	1	1	1	1	1	-1	-1	1	1	1	-1
4	1	-1	-1	-1	-1	-1	1	1	1	1	1	-1
5	-1	1	-1	1	-1	1	-1	1	-1	-1	-1	-1
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
16	1	1	1	-1	-1	1	1	1	1	1	1	1
17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

- 1 → condição baixa da variável
+1 → condição alta da variável
0 → ponto central (controle experimental)

1 **12 fatores** avaliados simultaneamente
- Composição
- Síntese
- Condições operacionais

Variáveis do nanossistema

2 **20 experimentos + pontos centrais**
para estimar o erro experimental e avaliar a reprodutibilidade



Matriz experimental do Plackett–Burman

3 **Análise dos efeitos**
e identificação dos fatores mais influentes



Gráfico de Pareto

4 **Fatores prioritários identificados**



Q (quitosana)



Fe_3O_4 (magnetita)



Ativação alcalina

O planejamento Plackett–Burman permitiu identificar os fatores de maior influência no desempenho do nanossistema, direcionando a otimização das condições de síntese e operação.

- **Redução** de experimentos
- **Otimização** do nanossistema
- **Maior eficiência** de remoção

Próximos Passos

Otimização do sistema



- Ajuste das condições operacionais
- Maximização da remoção
- Definição dos parâmetros ideais

Validação e reprodutibilidade



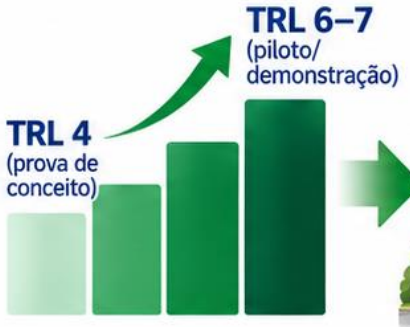
- Reprodutibilidade dos resultados
- Robustez do processo
- Testes em diferentes lotes de biodiesel

Viabilidade técnica e econômica



- Análise de custos
- Escalabilidade
- Avaliação de cenários de implementação

Evolução de TRL



- Desenvolvimento e escalonamento
- Testes em escala piloto
- Preparação para aplicação industrial

Aplicação industrial no setor de biocombustíveis



- Purificação de biodiesel
- Processo sustentável e competitivo
- Contribuição para a transição energética

Contribuição para os ODS



Energia renovável



Inovação tecnológica



Processos mais sustentáveis



Menores impactos ambientais

Participação em Atividades pelo Bolsista

prhanp 16/UFRJ

Produtividade do Bolsista

Eventos acadêmicos



APG/UFRJ



Rio Innovation Week



III Seminário Interno do PRH 16.1 (27 de fevereiro de 2024)

Capacitações e treinamentos


Treinamento da Brigada de Incêndio Voluntária – LIMC


Treinamento de Descarte de Resíduos Contaminados


Minicurso: Introdução à indústria de petrólee e impactos na cultura oceânica – IFRJ

Visitas técnicas


Visita técnica ao CENPES – Petrobras


Visita técnica – Fibras



Visita técnica ao Centro de Treinamento de Angra 1 e 2

Intercâmbio e cooperação internacional


Recepção do Dr. Sung Ryong Kim do Departamento de Polimeros da Universidade da Korea


Recepção à Delegação da Indonésia

Produção científica


Journal of Drug Delivery Science and Technology

Leveraging large language models for accelerated learning and innovation in biogenic tissue-engineered vascular grafts

DOI 10.29327/ComBraPA2022.558147

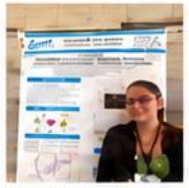
Título do Trabalho:

CIÊNCIA CIDADÃ: O PROCESSO DE PROSPECÇÃO E ANÁLISE DE DADOS PARA GEORREFERENCIAMENTO DE RESÍDUOS PLÁSTICOS E MAPEAMENTO DE ÁREAS AMOSTRAIS DA CIDADE DO RIO DE JANEIRO

Brazilian Journal of Experimental Design, Data Analysis and Inferential Statistics

- Artigos publicados em periódicos científicos.
- Apresentação de trabalhos em congressos (SPEM e SIBEN).

Atuação no ensino


Coautora e editora da Edição 2025 do livro Biocombustíveis na Indústria de Petróleo (MMP 320)



Monitora da disciplina Biocombustíveis (MMP 004) no IMA/UFRJ


Orientação de Estagiária Voluntária do Ensino Técnico – IT

Produção técnica e editorial



Coautora e editora da Edição 2025 do livro Biocombustíveis (MMP 320)



Coautora e editora da Versão 2025 do livro Análise de Dados e Planejamento Experimental (PEN 765)

Representação institucional


Representação e defesa da pós-graduação nas politicas de extensão


Apresentação de Minicurso: Introdução à indústria de petróleo e impactos na cultura oceânica – IFRJ

Jornada acadêmica





- Desenvolvimento do projeto EcoPlug (NEXUS) na Jornada Empreendedora do PRH 2026.
- Uma das 20 equipes selecionadas para a etapa da mentoria (entre 41 equipes).

Nanossistema Tríplice para Remoção de Acilglicerídeos do Biodiesel

Suelen Ramona de Souza Cunha - Doutorado

PRH16/UFRJ

prh anp 16/UFRJ

Suelen Ramona de Souza Cunha

E-mail: suka.srsc@ima.ufrj.br

https://www.linkedin.com/in/suelen-cunha

Nanossistema Tríplice para Remoção de Acilglicerídeos do Biodiesel



prh anp

anp | Gestão: FAPESP