



FAPESP
MUDANÇAS CLIMÁTICAS

B Ramos¹, CAP Alves², AL Barbosa², AA Bernardes², AL da Silva², ACSC Teixeira³, D Gouvêa², GC de Assis³, GV Olivieri¹, JGR Poço¹, PH Palharim⁴, R Condotta¹

¹Departamento de Engenharia Química, Centro Universitário FEI

²Departamento de Engenharia Metalúrgica e de Materiais, Escola Politécnica da USP

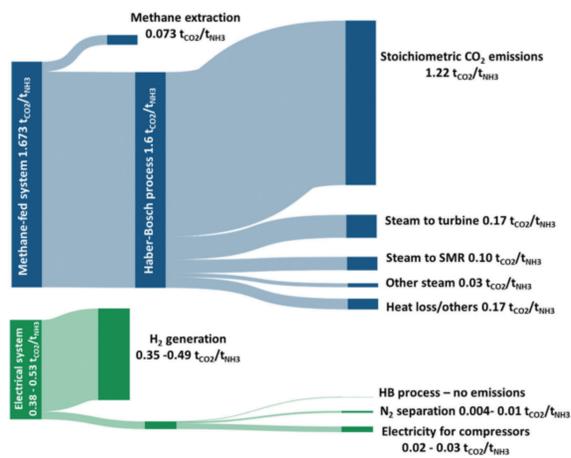
³Departamento de Engenharia Química, Escola Politécnica da USP

⁴Centro de Engenharia, Modelagem e Ciências Sociais Aplicadas, Universidade Federal do ABC

23/14214-4 (Fev/2024 – Jan/2026)

RESUMO

A produção de amônia emite cerca de **1,6 toneladas de CO₂ por tonelada** produzida, contribuindo significativamente às mudanças climáticas. Porém, além de essencial para a agricultura, a amônia é um eficiente carregador de hidrogênio, oferecendo soluções para energia limpa. Este projeto explora a **produção fotocatalítica de amônia a partir de nitrogênio molecular e água**, eliminando etapas intensivas do processo Haber-Bosch, usando **catalisadores e reatores de baixo impacto ambiental** e alta eficiência. Esta abordagem permite reduzir drasticamente emissões de GEE e contribuir para a mitigação das mudanças climáticas, **fomentando a transição para uma agricultura mais sustentável e novas fontes de hidrogênio**.

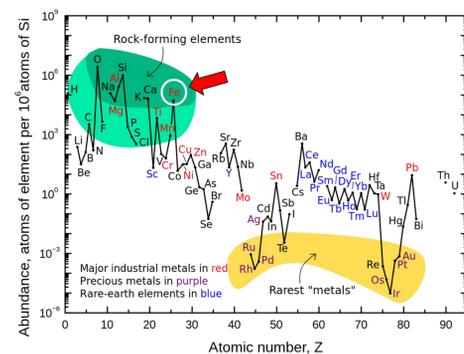
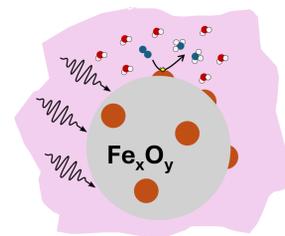
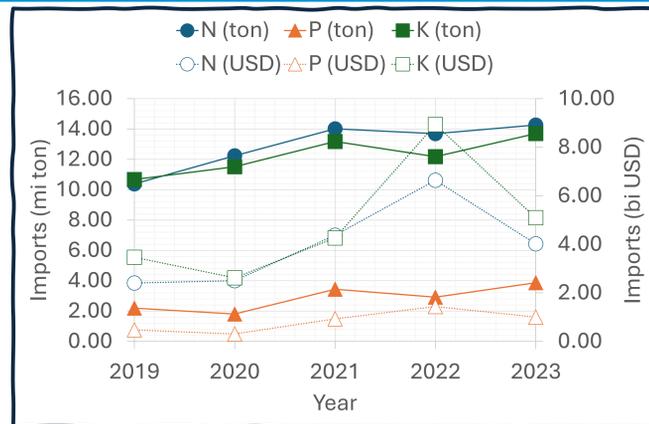


MOTIVAÇÃO

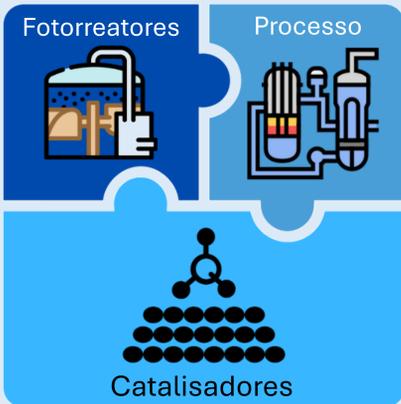


4º maior exportador de alimentos
1º exportador de soja
Alimentamos ca. **10% do mundo**
Mas **importamos >85%** dos fertilizantes que utilizamos

- A amônia (NH₃) é uma das principais commodities, **com crescimento esperado de 37%** até 2050, atingindo 253 mi ton anuais.
- Usado majoritariamente (>80%) na **indústria de fertilizantes**.
- O uso energético vem aumentando, com projeções de **ca 1/4 do uso final** em 2050 dedicado ao transporte marítimo e internacional.
- A produção convencional (Haber-Bosch) é **extremamente intensiva**.
- A **fotocatálise** se mostra como uma alternativa sustentável, com a possibilidade do uso de elementos não-raros.



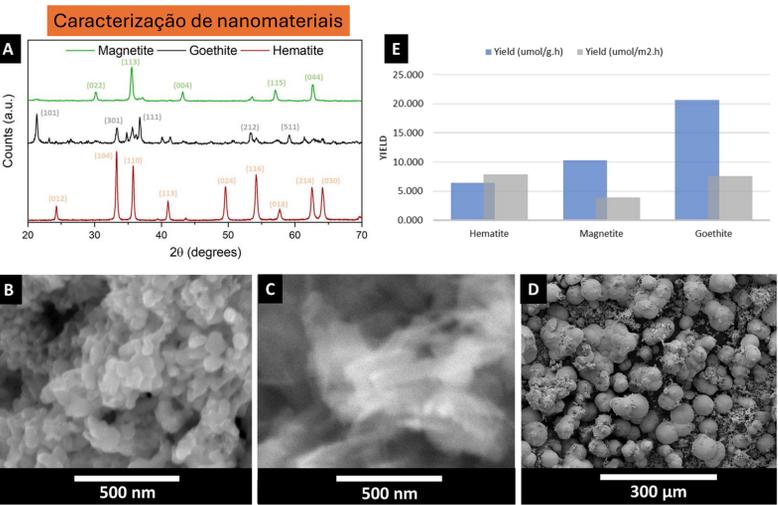
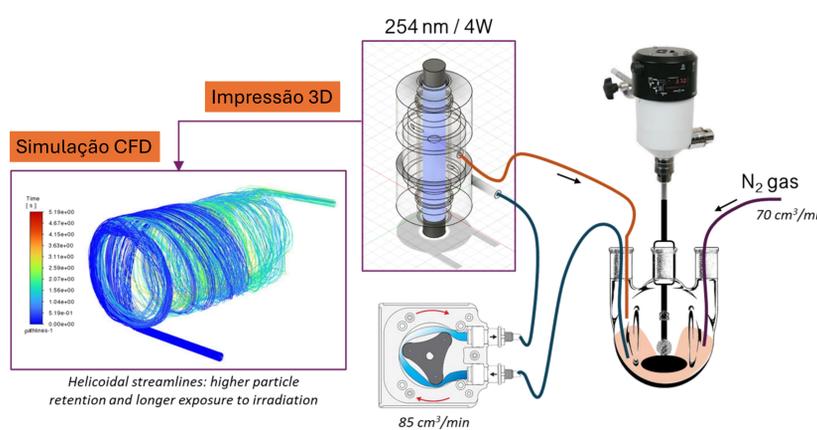
DESAFIOS E QUESTÕES DE PESQUISA



TRL 1 > TRL 4

- Desenvolver catalisadores sustentáveis e eficientes**
 - O material utilizado é sustentável? O método de síntese é escalonável?
 - Como o rendimento se compara ao processo atual?
- Desenvolver reatores otimizados para a fotocatalise**
 - É possível fixar o catalisador em um leito fixo?
 - Como otimizar o aproveitamento de fótons sem prejuízo da produtividade?
- Desenvolver o sistema químico e o processo**
 - É possível aumentar a eficiência utilizando aditivos de reação?
 - Quais operações são necessárias para recuperar o produto?
 - Como reaproveitar o reagente não-reagido e recuperar o catalisador?

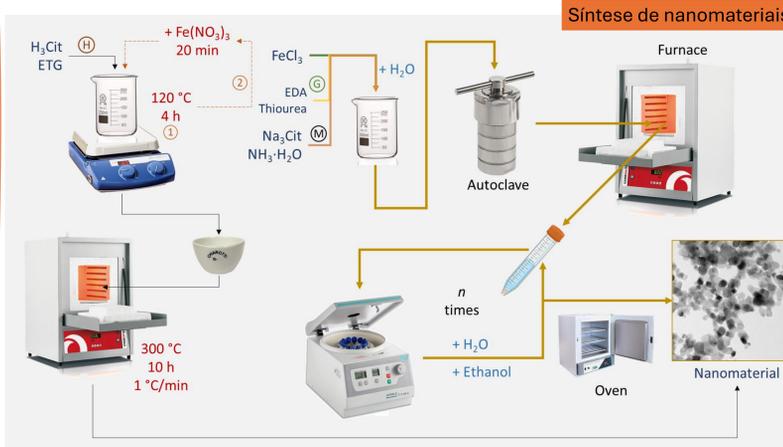
RESULTADOS PRELIMINARES



Seleção de um catalisador Prova-de-conceito
Rendimento de **20,6 μmol/g.h**
HB: 305000 μmol/g.h (!)
Melhor fotocatalisador: 1380 μmol/g.h

↓

Otimização do catalisador
Otimização do sistema de reação



AGRADECIMENTOS

FAPESP
Alunos de Iniciação Científica, técnicos de laboratório e colegas dos grupos de pesquisa
Fundação Educacional Inaciana "Pe. Sabóia de Medeiros"

Instituições



Maiores informações sobre o grupo de pesquisa:



APOIO

