UNIVERSIDADE ESTADUAL DE SANTA CRUZ - UESC
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA – PROPP
Departamento de Engenharias e Computação - DEC
Mestrado em Ciência, Inovação, e Modelagem em Materiais - PROCIMM

PROGRAMA DE DISCIPLINA

CÓDIGO	SEMESTRE	DISCIPLINA
DEX101322	**xxxx**	**PREPARAÇÃO DE SÓLIDOS INORGÂNICOS**

C/HORÁRIA	CRÉDITOS	PERÍODO	PROFESSOR
T - 60	4	Diurno	Rosenira Serpa da Cruz
P - -	-		
TOTAL 60	4	**Ass.**	

EMENTA	Equilíbrios termodinâmicos e transformações em sólidos. Técnicas de preparação de sólidos: reações sólido-vapor, sólido – líquido e sólido-sólido. Preparação de nanomateriais. Tratamento térmico: secagem e calcinação. Relação entre estrutura e propriedades dos materiais

Capacitar o aluno a compreender os fundamentos termodinâmicos e cinéticos da preparação de sólidos inorgânicos e a planejar, executar e avaliar rotas sintéticas para a obtenção de catalisadores e adsorventes com propriedades otimizadas para aplicações em biorrefinarias e na remoção de poluentes emergentes. Para isso, almeja-se:

- Compreender princípios de nucleação, crescimento e transformação de fases aplicados à engenharia de catalisadores e adsorventes
- Dominar técnicas de síntese: estado sólido, solução, sol-gel, hidrotermal, micro-ondas e deposição
- Relacionar porosidade, área superficial, acidez e funcionalização com desempenho catalítico e adsortivo
- Projetar materiais para conversão de biomassa (açúcares, lignina, furânicos, ácido levulínico) em produtos de plataforma
- Projetar adsorventes para remoção de poluentes emergentes (fármacos, pesticidas, disruptores endócrinos) em matrizes aquosas
- Desenvolver visão crítica para escolha de rota sintética considerando custo, sustentabilidade e escalabilidade

METODOLOGIA:

- **Aulas expositivas dialogadas** com suporte de recursos visuais e estudos de caso
- **Seminários temáticos** baseados em artigos científicos recentes, onde cada aluno apresenta e discute uma rota sintética para um material específico
- **Estudos dirigidos** com resolução de problemas exercícios
- **Projeto de síntese** individual: cada aluno elabora um plano detalhado de rota sintética para um material-alvo, justificando cada etapa

AVALIAÇÃO:

Crédito 1. Seminário temático 1; Crédito 2. Avaliação escrita; Crédito 3. Projeto de Síntese. Crédito 4. Seminário temático 2

CONTEÚDO PROGRAMÁTICO

Unidade 1 — Fundamentos Termodinâmicos e Cinéticos

1.1. Diagramas de fase e conceitos de nucleação e crescimento 1.2. Difusão no estado sólido e transformações de fase 1.3. Cinética de precipitação e controle de tamanho de partícula 1.4. Relação síntese-estrutura-propriedade-desempenho.

Unidade 2 — Reações no Estado Sólido e Ativação Mecânica

2.1. Método cerâmico convencional e mecanismos (Jander, Ginstling-Brounshtein) 2.2. Moagem de alta energia e mecanoquímica 2.3. Síntese por combustão 2.4. Síntese assistida por micro-ondas.

Unidade 3 — Rotas em Solução para Materiais Porosos e Catalisadores

3.1. Precipitação e coprecipitação controlada 3.2. Método sol-gel e modificação de superfície 3.3. Síntese hidrotérmica e solvotérmica (zeólitas, MOFs, sílicas mesoporosas - SBA-15, MCM-41) 3.4. Estratégias de controle de porosidade e área superficial 3.5. Método dos precursores poliméricos (Pechini); impregnação de suportes.

Unidade 4 — Reações Sólido-Vapor e Deposição

4.1. CVD e transporte químico de vapor 4.2. Atomic layer deposition (ALD) 4.3. Oxidação e redução controlada de óxidos mistos

Unidade 5 — Preparação de Nanomateriais

5.1. Top-down vs. bottom-up 5.2. Nanopartículas metálicas, óxidos e nanoestruturas suportadas 5.3. Controle de morfologia e facetas cristalinas 5.4. Nanocatalisadores e nano-adsorventes

Unidade 6 — Tratamentos Térmicos e Ativação

6.1. Secagem: convencional, liofilização, spray drying, supercrítica 6.2. Calcinação e decomposição de precursores 6.3. Sinterização e envelhecimento; tratamentos térmicos não convencionais (SPS, micro-ondas);

Unidade 7 — Aplicações em Catálise para Biorrefinarias

7.1. Catalisadores heterogêneos em conversão de biomassa: hidrólise, desidratação, hidrogenação 7.2. Moléculas de plataforma: açúcares, ácido levulínico, furfural, HMF 7.3. Óxidos metálicos, hidrotalcitas e catalisadores ácido-base 7.4. Catálise em fase aquosa e solventes eutéticos profundos (DES) 7.5. Estudos de caso: produção de combustíveis renováveis e químicos de plataforma.

Unidade 8 — Aplicações em Adsorção de Poluentes Emergentes

8.1. Fundamentos de adsorção: isotermas, cinética e termodinâmica 8.2. Adsorventes carbonáceos (carvão ativado, biochar) e suas modificações 8.3. Zeólitas, MOFs e materiais mesoporosos como adsorventes 8.4. Poluentes emergentes: fármacos, pesticidas, disruptores endócrinos e microplásticos 8.5. Integração adsorção-catálise (sistemas catalítico-adsortivos) e regeneração de materiais.

Unidade 9 — Estudos de Caso Integrados e Design Racional

9.1. Design racional com apoio de métodos computacionais 9.2. Projetos integrados: biorrefinaria + remediação 9.3. Sustentabilidade, escalabilidade e economia verde na preparação de sólidos

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

- AYKOL, M.; MONTOYA, J. H.; HUMMELSHØJ, J. Rational solid-state synthesis routes for inorganic materials. *JACS*, 2021, 143(24), 9244–9259.
- BAIG, N.; KAMMAKAKAM, I.; FALATH, W. Nanomaterials: a review of synthesis methods, properties, recent progress, and challenges. *Materials Advances*, 2021, 2(6), 1821–1871.
- CHEN, J. *et al.* Navigating phase diagram complexity to guide robotic inorganic materials synthesis. *Nature Synthesis*, 2024, 3, 606–614.
- CORDOVA, D. L. M.; JOHNSON, D. C. Synthesis of metastable inorganic solids with extended structures. *ChemPhysChem*, 2020, 21(13), 1345–1368.
- ERTL, G.; KNÖZINGER, H.; WEITKAMP, J. *Preparation of Solid Catalysts*. Wiley, 1999.
- KHAN, A. J. *et al.* Recent advancements in the tailoring of nanomaterials via microwave-assisted synthesis: a comprehensive review. *Critical Reviews in Solid State and Materials Sciences*, 2025, 50(5), 515–538.
- LALENA, J. N. *et al. Inorganic Materials Synthesis and Fabrication*. Wiley, 2008.
- LALENA, J. N.; CLEARY, D. A. *Principles of Inorganic Materials Design*. 2 ed., Wiley, 2010.
- MULLER, U. *Inorganic Structural Chemistry*. 2 ed., Wiley, 2006.
- REGALBUTO, J. *Catalyst Preparation Science and Engineering*. CRC Press, 2007.
- SPEIGHT, I. R. *et al.* Ball milling for mechanochemical reactions. *Nature Reviews Methods Primers*, 2025, 5:29.
- TILLEY, R. J. D. *Understanding Solids: The Science of Materials.* 3 ed., Wiley, 2021.
- WU, Y. *et al.* How to accelerate the inorganic materials synthesis: from computational guidelines to data-driven method?. *National Science Review,* 2025, 12(4).

- Catálise em Biorrefinaria

- ARIAS, K. S. *et al.* Valorization of biomass platform molecules through one-pot cascade processes using heterogeneous catalysts. *Tetrahedron Green Chem*, 2024, 3: 100037.
- AHORSU, R.; CONSTANTI, M.; MEDINA, F. Recent impacts of heterogeneous catalysis in biorefineries. *Industrial & Engineering Chemistry Research*, 2021, 60(51), 18612–18626.
- LAKHANI, P.; SRIFA, A. Emerging Heterogeneous Catalysis for Valorization of Biomass-Derived Platform Molecules: The Systematic Review Toward Sustainable Biorefinery Applications. *Advanced Energy and Sustainability Research*, 2026, 7(2).
- MONDAL, S. *et al.* Sustainable porous heterogeneous catalysts for the conversion of biomass into renewable energy products. *ACS Sustainable Resource Management*, 2024, 1(8), 1672–1704.
- NDLWANA, L. *et al.* Sustainable hydrothermal and solvothermal synthesis of advanced materials in Multidimensional Applications: A Review. *Materials*, 2021, 14(17), 5094.
- SERRANO-RUIZ, J. C.; LUQUE, R.; CLARK, J. H. The role of heterogeneous catalysis in the biorefinery of the future. *InThe Role of Catalysis for the Sustainable Production of Bio-fuels and Bio-chemicals*. Elsevier, 2013, cap. 17, 557-576.
- ZHANG, X. *et al.* Recent advances in the catalytic conversion of biomass to furfural in deep eutectic solvents. *Frontiers in Chemistry*, 2022, 10, 911674.

- Adsorção de Poluentes Emergentes

- ALAQAD, K. M. *et al.* Adsorbent materials for water treatment: A review of current trends and future challenges. *Environmental Pollution and Management*, 2025, 1–13.
- KITCHEN, H. J. *et al.* Modern microwave methods in solid-state inorganic materials chemistry: From fundamentals to manufacturing. *Chemical Reviews*, 2014, 114(2), 1170–1206.
- NAGIME, P. V. *et al.* A comprehensive review of nanomaterials synthesis: Physical, chemical, and biological approaches and emerging challenges. Biocatalysis and Agricultural Biotechnology, 2024, 62:103458.
- SAJID, M. *et al.* Recent advances in biomass-based sorbents for the extraction of analytes in environmental, food, and biological samples. *TrAC Trends in Analytical Chemistry*, 2025, 192.
- SHABBIRAHMED, A. M. *et al.* Biomass as eco-friendly adsorbents for the removal of emerging pollutants from wastewater: a review. *Discover Applied Sciences*, 2025, 7(771).