Universidade Federal de São João del-Rei

# COORDENADORIA DO CURSO DE ENGENHARIA DE BIOPROCESSOS

## PLANO DE ENSINO

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Disciplina: Cinética e Cálculo de Biorreatores** | | | **Período: 6º** | | **Currículo: 2023** |
| **Docente Responsável: Flávia Donária Reis Gonzaga** | | | **Unidade Acadêmica: DQBIO** | | |
| **Pré-requisito: Cálculo Diferencial e Integral II** | | | **Co-requisito: não há** | | |
| **C.H. Total: 60h** | **C.H. Prática: 0h** | **C.H. Teórica: 60h** | **Grau: Bacharelado** | **Ano: 2026** | **Semestre: 2º** |

**EMENTA**

Aspectos termodinâmicos e cinéticos de reações química, bioquímica e microbiana. Estequiometria de reações química e microbiana. Cálculo de reatores isotérmicos ideais homogêneos ou pseudo-homogêneos (reatores de mistura perfeita, contínuo e descontínuo, reator tubular de fluxo pistonado). Reações múltiplas. Mecanismo de reação em superfície de catalisadores heterogêneos. Cinética enzimática. Cinética microbiana. Interpretação de resultados experimentais. Análise de configurações de biorreatores (biorreatores com reciclo de células, em múltiplos estágios, descontínuos, tubular com corrente de reciclo). Fermentação limitada por oxigênio

**OBJETIVOS**

Apresentar os aspectos teóricos do cálculo de reatores e biorreatores isotérmicos homogêneos ou pseudo-homogêneos ideais. Transmitir ao discente os fundamentos para a especificação de reatores e biorreatores simples e interpretar e utilizar dados experimentais.

**CONTEÚDO PROGRAMÁTICO**

1. Introdução à Engenharia das Reações e aos Biorreatores
   - Importância da cinética para o projeto de reatores;
   - Classificação dos reatores químicos e biorreatores;
   - Tipos de processos biotecnológicos;
   - Aplicações industriais.
2. Cinética das Reações Homogêneas
   - Velocidade de reação;
   - Lei de velocidade;
   - Ordem e molecularidade;
   - Reações elementares e não elementares;
   - Estequiometria das reações;
   - Conversão;
   - Balanços molares;
   - Tipos de escoamento.
3. Determinação Experimental de Parâmetros Cinéticos
   - Aquisição de dados experimentais;
   - Métodos diferencial e integral;
   - Ajuste de modelos cinéticos;
   - Estimação de parâmetros;
   - Avaliação da qualidade dos ajustes;
   - Interpretação de resultados experimentais.
4. Projeto de Reatores Ideais
   - Reatores descontínuos;
   - Reatores e mistura perfeita (CSTR);
   - Reatores tubulares (PFR);
   - Dimensionamento;
   - Comparação entre configurações;
   - Critérios de seleção.
5. Reações Múltiplas e Associação de Reatores
   - Reações em série;
   - Reações em paralelo;

- Seletividade;
- Associação de reatores;
- Estratégias para maximização de rendimento.

6. Catálise e Reações Heterogêneas
   - Fundamentos da catálise;
   - Etapas das reações catalíticas;
   - Controle por difusão e reação;
   - Mecanismos catalíticos;
   - Reatores catalíticos;
   - Reações heterogêneas não catalíticas.
7. Cinética Enzimática
   - Hipótese do estado pseudoestacionário;
   - Modelo de Michaelis-Menten;
   - Determinação dos parâmetros cinéticos;
   - Inibição enzimática;
   - Influência da temperatura e do pH;
   - Aplicações em bioprocessos.
8. Cinética Microbiana
   - Crescimento microbiano;
   - Modelos cinéticos (Monod, Contois, Andrews e outros);
   - Formação de produtos;
   - Consumo de substrato;
   - Balanços em biorreatores;
   - Limitação por oxigênio.
9. Integração e Aplicações em Engenharia de Bioprocessos
   - Estudo de casos industriais;
   - Dimensionamento de biorreatores para diferentes processos;
   - Interpretação de artigos científicos;
   - Aplicação de ferramentas computacionais na resolução de problemas de engenharia.

**METODOLOGIA DE ENSINO**

A disciplina será desenvolvida por meio de aulas dialogadas e expositivo-participativas, resolução orientada de problemas, estudos de caso, interpretação de dados experimentais e discussão de aplicações industriais. Serão utilizadas metodologias ativas visando estimular a aprendizagem significativa, o pensamento crítico e a autonomia dos estudantes. Os alunos terão 3 horas de atendimento extraclasse.

**CONTROLE DE FREQUÊNCIA E CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO**

O controle de frequência se dará através de chamada durante as aulas, utilizando o SIGAA para registro (SIGAA – Aluno – lançar frequência).

A avaliação da aprendizagem será realizada por meio das seguintes atividades:

AV1 – Avaliação Individual (Peso 2)

Conteúdo: Tópicos 1, 2 e 3 do Conteúdo Programático.

Avaliação escrita individual envolvendo os fundamentos da engenharia das reações, cinética das reações homogêneas e determinação experimental de parâmetros cinéticos.

AV2 – Atividade em Grupo (Peso 2)

Conteúdo: Tópicos 4 e 5 do Conteúdo Programático.

Desenvolvimento de estudo de caso envolvendo dimensionamento de reatores ideais, comparação entre configurações de reatores e análise de sistemas com reações múltiplas.

AV3 – Seminário em Grupo (Peso 1)

Conteúdo: Tópicos 6 e 7 do Conteúdo Programático.

Apresentação e discussão de artigo científico relacionado à catálise, reações heterogêneas e cinética enzimática, enfatizando aplicações em Engenharia de Bioprocessos.

AV4 – Avaliação Individual (Peso 2)

Conteúdo: Tópicos 8 e 9 do Conteúdo Programático.

Avaliação escrita individual envolvendo cinética microbiana, balanços em biorreatores e integração dos conhecimentos para análise de processos biotecnológicos.

AV5 – Projeto Integrador em Grupo (Peso 3)

Conteúdo: Integração dos Tópicos 1 a 9.

Desenvolvimento e apresentação de um projeto integrador envolvendo um processo biotecnológico, contemplando seleção do modelo cinético, escolha da configuração do reator, interpretação de dados experimentais e justificativa técnica das decisões de projeto.

Nota final (NF): $NF = {(2AV1 + 2AV2 + 1AV3 + 2AV4 + 3AV5)}/{10}$

Aprovação: NF igual ou superior a 6,0 pontos e mínimo de 75% de frequência.

Prova substitutiva: para o aluno com mínimo de 75% de frequência, que não obteve NF para provação e 4≤NF<6. Atividade individual referente a atividade de menor nota, considerando-se o peso atribuído a mesma. Prevalecerá a maior nota.

**BIBLIOGRAFIA BÁSICA**


1. FOGLER, H. S. **Elementos de Engenharia das Reações Químicas**. 4. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2009.
2. LEVENSPIEL, O. **Engenharia das Reações Químicas**. São Paulo: Blucher, 2007.
3. SCHMIDELL, W.; LIMA, U. A.; AQUARONE, E.; BORZANI, W. **Biotecnologia Industrial**. São Paulo: Blücher, 2001, vol. 2.


**BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR**


1. VILLADSEN, John; NIELSEN, Jens Høiriis; LIDÉN, Gunnar. **Bioreaction engineering principles**. 3rd ed. New York: Springer, 2011
2. FROMENT, G. F., BISCHOFF, K. B. **Chemical Reactor Analysis and Design**. 2ª ed. New York: Wiley & Sons, 1990.
3. SHULER, Michael L; KARGI, Fikret. **Bioprocess engineering: basic concepts**. 2ª ed. Upper Saddle River: Prentice Hall PTR, 2002.
4. HILL, Charles G. **An introduction to chemical engineering kinetics & reactor design**. Hoboken, N.J: John Wiley & Sons, 1977.


| | |
|---|---|
| Profª Flávia Donária Reis Gonzaga | Aprovado pelo Colegiado em / /<br>Daniela Leite Fabrino<br>Coordenadora do Curso de Engenharia de Bioprocessos |

**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO**
**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO JOÃO DEL-REI**
**SISTEMA INTEGRADO DE PATRIMÔNIO, ADMINISTRAÇÃO E CONTRATOS**

**FOLHA DE ASSINATURAS**

*Emitido em 31/08/2026*

**PLANO DE ENSINO Nº 1189/2026 - CEBIO (12.50)**

**(Nº do Protocolo: 23122.027253/2026-97)**

***(Assinado digitalmente em 31/08/2026 08:21 )***
DANIELA LEITE FABRINO
*COORDENADOR DE CURSO*
*CEBIO (12.50)*
*Matrícula: ###497#3*

***(Assinado digitalmente em 31/08/2026 17:40 )***
FLAVIA DONARIA REIS GONZAGA
*PROFESSOR DO MAGISTERIO SUPERIOR*
*DQBIO (12.26)*
*Matrícula: ###966#4*

Visualize o documento original em https://sipac.ufsj.edu.br/public/documentos/ informando seu número: **1189**, ano: **2026**, tipo: **PLANO DE ENSINO**, data de emissão: **31/08/2026** e o código de verificação: **289181c8ec**