Universidade Federal de São João del-Rei	**COORDENADORIA DO CURSO DE ENGENHARIA DE BIOPROCESSOS** **PLANO DE ENSINO**

Disciplina: Instrumentação e Controle de Bioprocessos			**Período: 10°**		**Currículo:** 2018
Docente Responsável: Gabriel de Castro Fonseca			**Unidade Acadêmica:** DQBIO		
Pré-requisito: Modelagem e Dinâmica de Bioprocessos			**Correquisito:**		
C.H. Total: 66h	**C.H. Prática:** 0	**C.H. Teórica:** 66h	**Grau:** Bacharelado	**Ano:** 2026	**Semestre:** 2°

EMENTA

Conceitos Fundamentais. Medição. Transdutores. Medidores de pressão, nível, vazão e temperatura. Sensores comumente utilizados em bioprocessos. Analisadores contínuos. Elementos finais de controle. Controlador PID. Conversores.

OBJETIVOS

Apresentar conceitos de instrumentação em indústrias de bioprocessos e fundamentos de controle PID.

CONTEÚDO PROGRAMÁTICO

1. Conceitos Fundamentais
2. Instrumentos em malha de controle
3. Instrumentos de medida de pressão, temperatura, nível e vazão
4. Sensores utilizados em bioprocessos
5. Modelagem matemática com propósito de controle
6. Comportamento dinâmico de sistemas lineares de primeira e segunda ordem
7. Sistemas de ordem superior, sistemas multicapacitivos e sistemas especiais
8. Representação de sistemas MIMO no espaço de estados
9. Simulação computacional por diagramas de blocos de função
10. Controle PID
11. Estabilidade de controladores
12. Análise de resposta em frequência
13. Projeto e sintonia de controladores
14. Técnicas de controle clássico avançado

METODOLOGIA DE ENSINO

As aulas serão baseada em períodos de instrução direta alternados com aprendizagem ativa na forma de atividades em grupo, presenciais, estruturadas e planejadas com a intenção de encorajar os estudantes a aprender a partir da aplicação direta dos conceitos trabalhados no curso tirando suas próprias conclusões sobre o material com apoio e sob supervisão do professor.

Os exercícios serão resolvidos em grupos para tirar proveito de oportunidades de instrução pelos pares e os grupos serão acompanhados pelo professor para tirar dúvidas e corrigir erros.

Todos os exercícios terão caráter de avaliação formativa e continuada, serão corrigidos pelo professor e devolvidos com *feedback* para que os estudantes possam aprender com seus erros.

CONTROLE DE FREQUÊNCIA E CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO

A frequência será controlada por chamada realizada no começo da aula. Os alunos que chegarem após a conclusão da chamada receberão 1 falta no sistema SIGAA, assim como os alunos que responderem à chamada, mas se ausentarem por parte significativa da aula. Os alunos ausentes receberão 2 faltas no sistema SIGAA e ficarão sem nota na lista de exercícios do dia.

Três instrumentos de avaliação serão usados durante a disciplina:

1) Média aritmética das listas de exercícios (uma por aula; três piores notas serão desconsideradas): **4,0 pontos** na média final
2) Avaliação pelos pares (formulário on-line): **3,0 pontos** na média final
3) Portfólio reflexivo (inclui um trabalho e uma prova opcional): **3,0 pontos** na média final

Todas essas avaliações serão avaliadas de acordo com rubricas numa escala de 1 a 4 estrelas, sendo 1 – insuficiente, 2 – regular, 3 – bom e 4 – excelente. As notas de exercícios e de avaliação pelos pares serão convertidas para uma escala de 0,0 a 10,0 para comunicar as notas em um formato mais familiar aos alunos e também a fim de calculadar as médias. O portfólio envolve um trabalho escrito (cuja pontuação será mantida na escala original de 1 a 4) e uma prova escrita, individual e opcional (pontuada de acordo com os mesmos critérios que as listas de exercícios).

A metodologia de pontuação para os instrumentos de avaliação seguirá uma abordagem de avaliação por metas (*specifications grading* ou *contract grading* na literatura científica) em vez de ser somativa: as notas avaliam o cumprimento ou não de um conjunto de objetivos para cada instrumento de avaliação de acordo com a seguinte escala:

- Aprovado com louvor (A+): 100% da nota
- Aprovado (A): 60% da nota
- Não aprovado (NA): 0% da nota

A escala de notas de 0,0 a 10,0 é desnecessariamente complexa e arbitrária. Há 101 notas possíveis, das quais 60 (0,0 a 5,9) são negativas para o aluno e 41 (6,0 a 10,0) são positivas. A escala reduzida (*minimal grading* ou *reduced grading* na literatura científica) adotada nesta disciplina inverte esta lógica, com apenas três notas possíveis onde duas são positivas e o aluno garante aprovação conseguindo dois conceitos A+ ou três conceitos A. O objetivo desta mudança é tornar as expectativas claras, reduzir a ansiedade e o antagonismo entre avaliador e avaliandos, e permitir que o estudante tenha escolha sobre quais metas deseja perseguir.

As condições para receber cada nota em cada um dos instrumentos de avaliação estão explicadas na tabela:

Avaliação	A+ (100%)	A (60%)	NA (0%)
Exercícios (em grupo)	Média aritmética das listas de exercícios ≥ 8,0 excluindo as 3 piores notas (4,0 pontos).	Média das listas ≥ 6,0 excluindo as 3 piores notas (2,4 pontos).	Média das listas < 6,0 excluindo as 3 piores notas (0,0 pontos).
Avaliação pelos pares	Média ≥ 6,0 em formulário de avaliação on-line (3,0 pontos).	Média ≥ 4,0 **ou** trabalhou individualmente (1,8 pts).	Média < 4,0 **ou** o estudante não avaliou os colegas (0,0 pontos).
Portfólio (individual)	Trabalho com conceito "excelente"/"bom" **e** prova ≥ 6,0 (3,0 pontos). Aumenta nota de **Exercícios** em um nível (NA→A / A→A+).	Trabalho "excelente" ou "bom" e prova < 6,0 **ou** trabalho "regular" e prova ≥ 6,0 (1,8 pontos).	Trabalho "regular" e prova < 6,0 **ou** trabalho "insuficiente" independente da nota na prova (0,0 pontos).

O cálculo da nota final será feito pela soma das notas em cada avaliação, por exemplo, um aluno com A em exercícios (2,4), A+ na avaliação pelos pares (3,0) e A no portfólio (1,8) teria nota final 7,2.

A avaliação substitutiva consistirá de um projeto proposto pelo próprio aluno que demonstre autonomia, criatividade e conhecimento técnico do conteúdo da matéria. O projeto envolverá uma apresentação oral e entrevista com o professor e também será pontuado na escala NA, A ou A+. Os projetos avaliados com A darão ao aluno o direito de alterar a nota de qualquer avaliação em um nível (de NA para A ou de A para A+) e os avaliados com A+ darão ao aluno o direito de alterar a nota de duas avaliações em um nível ou de uma única avaliação em dois níveis (de NA para A+). O aumento da nota de portfólio para A+ em decorrência da o uso da substitutiva não aumenta também a nota de Exercícios por tabela.

Todos os alunos podem propor um projeto, mas os alunos que precisam dele para aprovação na disciplina terão prioridade para agendar a apresentação.

BIBLIOGRAFIA BÁSICA

1. BEGA, E. A. **Instrumentação Industrial**, 2a. ed., Interciência. 2005.
2. BALBINOT, A. e BRUSAMARELLO, V. J. **Instrumentação e Fundamentos de Medidas.**1ª ed. 2007, LTC. Vol. 2.
3. BRERETON, G. R. - **Chemometrics: Data Analysis for the Laboratory and Chemical Plant**, John Wiley & Sons, Ltd, 2003.

BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR

1. ANDERSON, N. A. **Instrumentation for Process Measurement and Control.** 3rd Edition. CRC Press. 1997.
2. WILLARD, H.; MERRITT Jr.; DEAN, J.; SETTLE, F. A. - **Instrumental Methods of Analysis.**

Wadswoth P. Comp, 1988.

3. BALBINOT, A. e BRUSAMARELLO, V. J. **Instrumentação e Fundamentos de Medidas**, 1ª ed. LTC, 2006, Vol. 1.

4. De SÁ, D. O. J. **Instrumentation Fundamentals for Process Control**. 1st ed. CRC Press, 2001.

5. JOHNSON, C.. **Process Control Instrumentation Technology.** 8th ed. Prentice Hall, 2005.

6. BARTELT, T. L. M. **Instrumentation and Process Control**. 1st ed. Cengage Delmar Learning. 2006.

Gabriel de Castro Fonseca Docente Responsável	Aprovado pelo Colegiado em / / Profª Daniela Leite Fabrino 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 31/10/2026

PLANO DE ENSINO Nº 1390/2026 - CEBIO (12.50)

(Nº do Protocolo: 23122.035987/2026-40)

(Assinado digitalmente em 02/11/2026 15:44)
GABRIEL DE CASTRO FONSECA
COORDENADOR DE CURSO
CEBIO (12.50)
Matrícula: ###518#9

Visualize o documento original em https://sipac.ufsj.edu.br/public/documentos/ informando seu número: **1390**, ano: **2026**, tipo: **PLANO DE ENSINO**, data de emissão: **31/10/2026** e o código de verificação: **637d907688**