



UNIVERSIDADE FEDERAL DE OURO PRETO  
PRÓ-REITORIA DE GRADUAÇÃO  
PLANO DE ENSINO



Nome do Componente Curricular em português: Metrologia e Instrumentação		Código: CAT173
Nome do Componente Curricular em inglês: Metrology and Instrumentation		
Nome e sigla do departamento: Departamento de Engenharia Mecânica		Unidade acadêmica: Escola de Minas - EM
Nome do docente: Ronilson Rocha		
Carga horária semestral 60 horas	Carga horária semanal teórica 02 horas/aula	Carga horária semanal prática 02 horas/aula
Data de aprovação na assembleia departamental: <b>xx/xx/xxxx</b>		
Ementa: Sistema de medição, Erro de medição, Resultado da medição, Calibração, Técnicas de medições dimensionais, Técnicas de medição de pressão, Técnicas de medição de nível, Técnicas de medição de vazão, Técnicas de vazão de temperatura, Técnicas de medição para variáveis diversas.		
Conteúdo programático: <ol style="list-style-type: none"><li>1. <b>Introdução:</b> Medição; conceito; indicação, aplicações; erros, resultado da medição; processo de medição; metrologia; Sistema metrológico brasileiro; Vocabulário Internacional de Metrologia, Sistema internacional de unidades.</li><li>2. <b>Sistema de medição:</b> Conceitos, Métodos básicos de medição, Módulos de um SM, Características metrológicas, Representação absoluta e relativa.</li><li>3. <b>Técnicas de medição para pressão:</b> Generalidades, Categorias de medidores de pressão, Técnicas de medição de pressão;</li><li>4. <b>Técnicas de medição para pesagem:</b> Generalidades, Métodos de pesagem, Técnicas de medição de pressão, especificação;</li><li>5. <b>Técnicas de medição de nível:</b> Generalidades, Métodos diretos, Métodos indiretos, Métodos descontínuos, Principais desafios da medição de nível, Seleção do método.</li><li>6. <b>Técnicas de medição para vazão:</b> Definição, Técnicas de medição indireta, Técnicas de medição direta, Técnicas de medição especial,</li><li>7. <b>Técnicas de medição para temperatura:</b> Temperatura e calor, Escalas de temperatura, Técnicas de medição,</li><li>8. <b>Técnicas de medição para variáveis diversas:</b> Medição de luminosidade, Medição de posição e velocidade, sensores inerciais.</li><li>9. <b>Técnicas de medições dimensionais:</b> Blocos Padrão, Régua, Metro, Trena, Esquadro, Compasso, Goniômetro, Régua de seno, Mesa de seno, Paquímetro, Micrômetro, Relógio comparador e Relógio apalpador.</li><li>10. <b>Controle geométrico:</b> Conceito, Tolerância geométrica, Ajuste, Desvios de forma, Medição de comprimento e controle de qualidade, Controle de uma dimensão.</li><li>11. <b>Erro de medição:</b> Fontes de erro, Tipos de erro: Erro sistemático, aleatório e</li></ol>		

grosseiro; Exatidão e precisão, Caracterização do erro de medição, Valor verdadeiro convencional; Estimativa dos erros sistemáticos; Estimativa dos erros aleatórios, Erro máximo, Curva de erros, Minimização do erro.

12. **Resultado de medições direta:** Definições, Incerteza de uma medição, Processo de medição, Definição do Mensurando, Correção de erros sistemáticos, Calibração,
13. **Resultado de medição indireta:** Conceito, Dependência estatística, Avaliação de incertezas, Avaliação de incerteza,
14. **Calibração de sistemas de medição:** Conceito, Calibração de um sistema de medição, Padrão, Métodos de calibração, Operações complementares; Rastreabilidade, Frequência da calibração, Procedimento, Certificado de calibração.
15. **Propagação de incertezas através dos módulos de um sistema de medição:** Módulo individual, módulos em série, sensibilidade equivalente, correção equivalente, incerteza equivalente,
16. **Gestão de sistemas de medição:** Análise e escolha de sistemas de medição, Caracterização da tarefa de medição, Aspectos técnicos, Aspectos econômicos, Aspectos logísticos, Testes de qualificação, critérios de aceitação, gerenciamento da calibração.

Objetivos:

- Introduzir conceitos e fundamentos de medição e sistemas de medição;
- Apresentar maneiras de lidar com erros e incertezas presentes na medição;
- Mostrar as principais técnicas de medição das principais variáveis de processo;
- Demonstrar a importância do processo de medição dentro da Engenharia

Metodologia:

- Aulas teóricas expositivas intercaladas com a resolução de problemas propostos a serem realizados em sala ou em casa. Aulas práticas de laboratório e confecção de relatórios técnicos. Trabalhos experimentais a serem desenvolvidos em home-work a serem entregues nas datas especificadas. Exames com questões abertas abordando o conteúdo ministrado.

Atividades avaliativas:

- 1 exame individual em formato de questões abertas (conteúdo: Introdução a Medição, Sistemas de medição, Técnicas de medição de Pressão, Peso, Nível, Vazão, Temperatura, outras variáveis), cujo valor é 2,5 pontos.
- 1 exame individual em formato de questões aberta (conteúdo: Blocos Padrão, Técnicas de medição dimensionais, Controle geométrico, Erro de medição, Resultados de medição, Propagação de incertezas, Calibração de um sistema de medição, Gestão de sistemas e medição), cujo valor é 2,5 pontos.
- 1 Trabalho experimental cujo relatório de concepção, projeto e construção de um sistema de medição (qualquer variável), cujo valor é 2,5 pontos
- 1 Trabalho experimental cujo relatório de calibração do sistema de medição construído no trabalho anterior, cujo valor é 2,5 pontos

A nota final da disciplina será a soma das notas individuais das provas e trabalhos. Alunos que obtiverem notas maiores ou iguais a 6,0 e frequência mínima de 75% às aulas serão considerados aprovados na disciplina. Caso a nota do aluno seja menor que 6,0, ele poderá fazer um exame especial que pode ser de caráter substitutivo ou integral envolvendo todo conteúdo da disciplina no formato de uma prova aberta para ser resolvida e entregue no dia.

**Cronograma:**

01/12/2022	Aula 1: Introdução a Medição
02/12/2022	Aula 2: Sistemas de medição
15/12/2022	Aula 3: Técnicas de medição de Pressão
16/12/2022	Aula 4: Técnicas de medição de Peso
22/12/2022	Aula 5: Técnicas de medição de Nível
23/12/2022	Aula 6: Técnicas de medição de Vazão
19/01/2023	Aula 7: Técnicas de medição de Temperatura
20/01/2023	Aula 8: Técnicas de medição de outras variáveis
26/01/2023	1.a Avaliação
27/01/2023	Aula 9: Técnicas de medição dimensionais: Blocos Padrão
02/02/2023	Aula 10: Técnicas de medição dimensionais: Régua, Metro, Trena, Esquadro, Compasso, Goniômetro, Régua de seno, mesa de seno. (Prática)
03/02/2023	Aula 11: Técnicas de medição dimensionais: Paquímetro (Prática)
09/02/2023	Aula 12: Técnicas de medição dimensionais: Micrômetro (Prática)
10/02/2023	Aula 13: Técnicas de medições dimensionais: Relógio comparador e Relógio apalpador (Prática)
16/02/2023	Aula 14: Controle geométrico
17/02/2023	Aula 15: Erro de medição
02/03/2023	Aula 16: Resultados de medição direta
03/03/2023	Aula 17: Resultados de medição indireta
09/03/2023	Aula 18: Propagação de incertezas nos módulos se um sistema de medição.
10/03/2023	Aula 19: Calibração de um sistema de medição
16/03/2023	Aula 20: Gestão de sistemas e medição
17/03/2023	Entrega e Apresentação de Trabalho
23/03/2022	Entrega e Apresentação de Trabalho
24/03/2022	2.a Avaliação
30/03/2023	Exame especial

**Bibliografia básica:**

- ALBERTAZZI, Armando Jr.; SOUSA, André Roberto de. Fundamentos de metrologia científica e industrial. Barueri, SP: Manole, 2008. xiv, 408 p. ISBN 9788520421161.
- LIRA, Francisco Adval de. Metrologia na indústria. 9. ed. atual. e rev. São Paulo: Érica 2013. 256 p. ISBN 9788536503899.
- DOEBELIN, Ernest O. Measurement systems: application and design. 4th. ed. New York: McGraw-Hill c1990. xxii, 960 p.

**Bibliografia complementar:**

- DUNN, William C. Fundamentos de instrumentação industrial e controle de processos. Porto Alegre: Bookman, 2013. 326 p. ISBN 9788582600917
- SIGHIERI, Luciano; NISHINARI, Akiyoshi. Controle automático de processos industriais: instrumentação. 2. ed. São Paulo: E. Blucher 2003. 234 p. ISBN 8521200552
- WERNECK, Marcelo Martins. Transdutores e interfaces. Rio de Janeiro: LTC c1996. 225 p. ISBN 8521610521 BOLTON, William. Instrumentação & controle. São Paulo: Hemus 2002. 197 p.