

**DEPARTAMENTO :** Engenharia Mecânica

**DISCIPLINA: FUNDAMENTOS DE METROLOGIA**

**SIGLA: FME**

**CARGA HORÁRIA TOTAL: 60 h**

**TEORIA: 45**

**PRÁTICA: 15**

**CÓDIGO: 227**

**CURSO:** Ciência e Engenharia de Materiais

**SEMESTRE/ANO:** 01/2011

**PRÉ-REQUISITOS:**

**PROFESSOR RESPONSÁVEL:** Luiz Veriano Oliveira Dalla Valentina

### **EMENTA**

Medir; Unidades de medida e o sistema internacional de unidades; O erro de medição; O sistema de medição; Calibração de sistemas de medição; Resultados de medições diretas; Resultados de medições indiretas; Propagação de incertezas através de módulos; Controle de qualidade; Seleção de sistemas de medição e Confiabilidade de processos de medição na indústria. Aplicações típicas em engenharia dos materiais: exemplos de calibração (de máquinas de impacto, de ensaios de materiais, de extensômetros, de balanças, medidores de temperatura, entre outros) e a determinação da incerteza de medição em ensaios de materiais (dureza, tração/compressão, modulo de Young, rugosidade superficial, entre outros).

### **CONTEÚDO PROGRAMÁTICO**

#### **1. *Medir***

1. De onde veio e para onde vai a metrologia?
2. O que é medir? Para que medir?
3. O processo de medição e o resultado da medição.
4. A linguagem da metrologia

#### **2. *Unidades de medida e o sistema internacional de unidades***

2. Um pouco de história
3. Por que um único sistema de unidades?
4. As unidades do sistema internacional
5. A grafia correta

#### **3. *O erro de medição***

2. Tipos de erros de medição
3. Erro sistemático, tendência e correção
4. Erro aleatório, incerteza padrão e repetitividade
5. Curva de erros e erro máximo
6. Erro e incerteza
7. Fontes de erros
8. Superposição de erros

**4. O sistema de medição**

2. Métodos básicos de medição
3. Módulos básicos de um sistema de medição
4. Características metrológicas dos sistemas de medição

**5. Calibração de sistemas de medição**

2. O que é calibração e para que serve?
3. Verificação, ajuste e regulagem
4. Métodos de calibração
5. Rastreabilidade
6. O sistema metrológico brasileiro
7. Intercomparações
8. Intervalo entre calibrações
9. Certificado de calibração

**6. Resultados de medições diretas**

2. Medições diretas e indiretas
3. Caracterização do processo de medição
4. A variabilidade do mensurando
5. A determinação do resultado da medição
6. A grafia do resultado da medição

**7. Resultados de medições indiretas**

2. Considerações preliminares
3. Estimativa da correção combinada de medições não correlacionadas
4. Estimativa da correção combinada de medições correlacionadas

**8. Propagação de incertezas através de módulos**

1. O modelo matemático
2. Determinação dos parâmetros equivalentes

**9. Controle de qualidade**

1. Tolerâncias
2. Aspectos econômicos do controle da qualidade
3. Aspectos técnicos do controle de qualidade
4. Controle de qualidade em 100% versus por amostragem
5. Posicionamento do controle de qualidade

**10. Seleção de sistemas de medição**

1. Caracterização da tarefa de medição
2. A seleção do sistema de medição

**11. Confiabilidade de processos de medição na indústria**

1. Recomendações de normas de garantia da qualidade
2. Variabilidade de processos
3. Parâmetros utilizados na análise estatística de processos de medição
4. Avaliação experimental do processo de medição.

**12. Aplicações típicas na engenharia dos materiais**

1. Calibração:

1. Máquina de impacto;
  2. Máquina de ensaios de materiais;
  3. Extensômetros;
  4. Medidores de temperatura;
  5. Balanças, etc;
2. Determinação da incerteza de medição de ensaios:
    - Dureza;
    - Tração/compressão;
    - Rugosidade;
    - Temperatura;
    - Módulo de young, etc.

#### BIBLIOGRAFIA

- MENDES, A., ROSÁRIO, P.P. **Metrologia & Incerteza de Medição**. Epse Editora, 2005.
- ALBERTAZZI, A.; SOUZA, A. R. , **Fundamentos de Metrologia Científica e Industrial**, Manole, 2007
- ALBERTAZZI , A., **Metrologia - Parte 1**, Apostila, 2004.1.
- BIPM, IEC, IFCC, ISO, IUPAC, IUPAP e OIML, **Guia para a Expressão da Incerteza de Medição**, Segunda Edição Brasileira, Programa RH Metrologia , Edição Revisada, Agosto de 1998.
- DOEBELIN E. O. - **Measurement Systems: Application and Design** - McGraw-Hill – 4<sup>a</sup> Edition, 1990.
- FIGGLIOLA, R. S. E BEASLEY, D., **Theory and Design for Mechanical Measurements**, John Willey & Sons, Second Ed., 1995.
- FROTA MAURÍCIO N. & OHAYON Pierre (Ed.) - **Padrões e Unidades de Medida - Referências Metrológicas das França e do Brasil** - INMETRO/LNM, 1998
- INMETRO - **Vocabulário Internacional de Metrologia** -Conceitos Fundamentais e Gerais e Termos Associados (VIM), INMETRO, 2008.
- LIRA, F.A. de. **Metrologia na Indústria**. Editora Érica- São Paulo. 4 edição revisada e atualizada, 2001.
- LINK, WALTER, **Metrologia Mecânica - Expressão da Incerteza de Medição**, Programa RH Metrologia, 2<sup>a</sup> edição revisada, 1999.
- LINK, WALTER, **Tópicos Avançados da Metrologia Mecânica**. Programa RH Metrologia, 1<sup>a</sup> edição, 2000.
- MONTGOMERY, D. C.; RUNNGER, G.C. **Estatística Aplicada e Probabilidade para Engenheiros**, LTC, 2003.
- TAYLOR, JOHN R., Error Analysis – **The Study of Uncertainties in Phisical Measurements**, University Sicience Book, Sausalito, Califórnia, Second Edition, 1997.
- THEISEN, ÁLVARO M. F. - **Fundamentos da Metrologia Industrial** - Programa RH Metrologia, 1997.