

METROLOGIA E ENSAIOS

ENG09007 – 2012/2

Prof. Alexandre Pedott
pedott@producao.ufrgs.br

ENG09007 – 2012/2

Objetivos

Geral:

Capacitar o aluno a usar a metrologia e ensaios no desenvolvimento e fabricação de produtos.

Específicos:

- Contextualizar a metrologia e os ensaios nos processos industriais.
- Apresentar os conceitos de sistemas de medições e métodos de calibração e ensaios.
- Ensinar um método de cálculo da incerteza de medição.
- Ensinar métodos para análise do sistema de medição.

ENG09007 – 2012/2

Programa

1. Contextualização na Engenharia de Produção.
2. Rastreabilidade e Normatização (NBR ISO 9001, NBR ISO 10012, ISO/TS 16949 e NBR ISO/IEC17025).
3. Sistemas de Medição e Equipamentos de Inspeção, Medição e Ensaio (EIME)
4. Medição e Erro (amostragem; precisão; exatidão e tipos de erros)
5. Requisitos de Calibração
6. Requisitos de Ensaio
7. Incerteza da Medição
8. Análise do Sistema de Medição

ENG09007 – 2012/2

Cronograma

Aula	Data	Conteúdo
1	29/ago	Apresentação, Contextualização, Unidades de Medidas
2	05/set	Normatização e Rastreabilidade
3	12/set	Sistemas de Medição / Medição e Erro – Atividade 1
4	19/set	Incerteza de medição
5	26/set	Incerteza de medição – Atividade 2
6	03/out	Semana Acadêmica
7	10/out	Prova 1
8	17/out	Requisitos de Calibração e Ensaio
9	24/out	Seminários
10	31/out	Análise de Sistemas de Medição (MSA) Estabilidade, Tendência
11	07/nov	(MSA) Linearidade – Atividade 3
12	14/nov	(MSA) - R&R
13	21/nov	(MSA) - R&R
14	28/nov	(MSA) - R&R
15	05/dez	(MSA) - R&R – Atividade 4
16	12/dez	Prova 2
17	19/dez	Exame

ENG09007 – 2012/2

Avaliação

$$M = 0,2 \times SEM + 0,1 \times MA + 0,3 \times P1 + 0,4 \times P2$$

SEM = Nota do Seminário

P1 = Nota da Prova 1

MA = Média das Atividades

P2 = Nota da Prova 2

**CRITÉRIO DE APROVAÇÃO: $M \geq 6,0$, $NP \geq 4,0$ e
freq. $\geq 75\%$**

ENG09007 – 2012/2

Avaliação

Critério para Recuperação: $M \geq 3,0$; $P1$ e $P2 > 4$ e
freq. $\geq 75\%$

$$NF = \frac{M + 2 \times NE}{3}$$

CRITÉRIO DE APROVAÇÃO: $NF \geq 6,0$

NF = Nota Final

NE = Nota do Exame

ENG09007 – 2012/2

Introdução

“Metrologia é a ciência da medição”.

Abrange os aspectos teóricos e práticos relativos às medições

- qualquer que seja a incerteza,
- quaisquer campos da ciência ou da tecnologia,
- associada à avaliação da sua incerteza.

A Metrologia Científica e Industrial é uma ferramenta fundamental no crescimento e inovação tecnológica.

Promove a competitividade e cria um ambiente favorável ao desenvolvimento científico e industrial do país.

ENG09007 – 2012/2

Ensaio

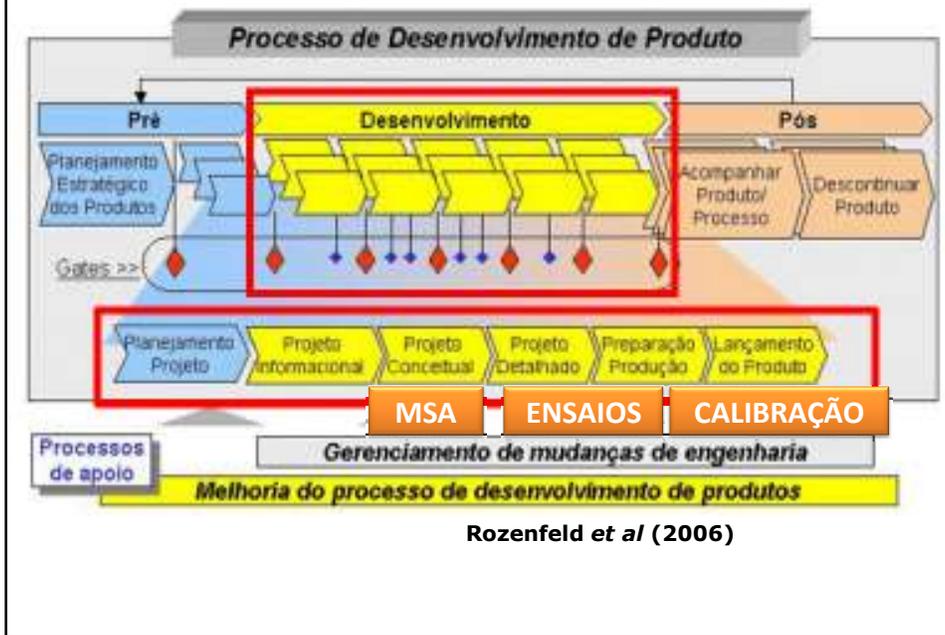
Ensaio são arranjos ou experimentos laboratoriais elaborados para verificar a qualidade e o desempenho de equipamentos, dispositivos e produtos.

São testes realizados para verificar a capacidade de um produto suportar as solicitações ambientais especificadas para o uso, tais como temperatura, umidade e corrente elétrica.

Ensaio de laboratório aplicam de maneira controlada alguns dos principais fatores ambientais envolvidos no uso do produto. Entretanto, não podem reproduzir exatamente todos os fatores presentes nas condições reais de uso.

ENG09007 – 2012/2

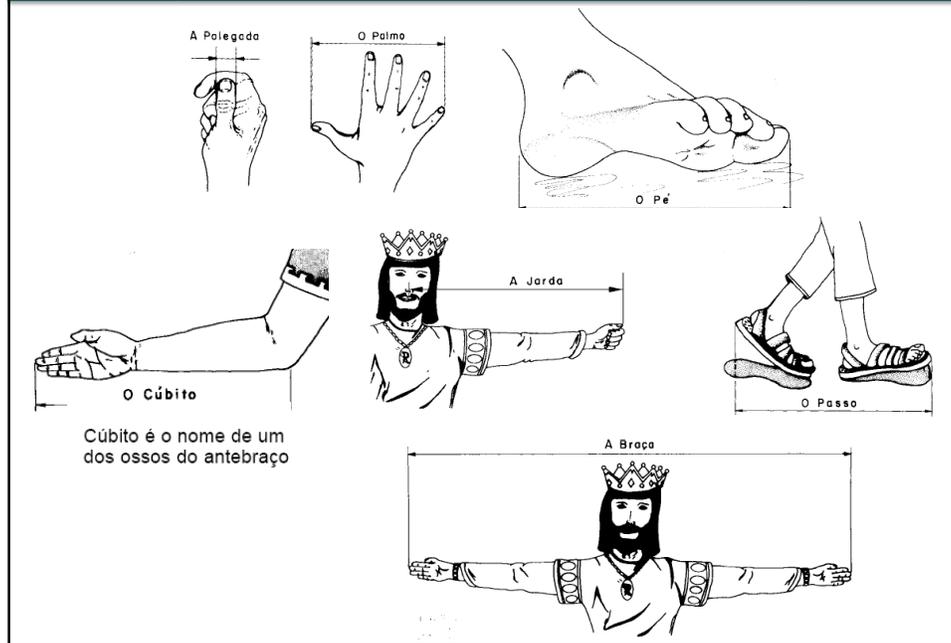
Projeto e Desenvolvimento de Produto



Introdução



Unidades de Medidas



Unidades de Medidas

Grandezas de Base Sistema Internacional de Unidades

Categoria	Grandeza	Unidade
Mecânica	Tempo	s (segundo)
	Massa	kg (kilograma)
	Comprimento	m (metro)
Eletromagnética	Corrente Elétrica	A (Ampère)
Termodinâmica	Temperatura	K (Kelvin)
Fotometria	Intensidade Luminosa	cd (Candela)
Química	Quantidade de substância	mol (mol)

ENG09007 – 2012/2

Tempo

A definição original foi baseada nos movimentos de translação e rotação da terra.

$1/86\,400$ do **dia solar médio**



A 13ª CGPM, em 1967/68, adotou a definição de segundo como sendo a duração de 9.192.631.770 períodos da radiação correspondente à transição entre os dois níveis hiperfinos do estado fundamental do átomo de césio 133.

ENG09007 – 2012/2

Massa



O protótipo internacional do kg (90% platina, 10% irídio), é conservado no BIPM, sob condições especificadas pela 1ª CGPM, em 1889, quando o protótipo foi sancionado, declarando-se que, a partir daquele momento, seria considerado a unidade de massa.

O Brasil possui, no INMETRO, o protótipo número 66

ENG09007 – 2012/2

Comprimento

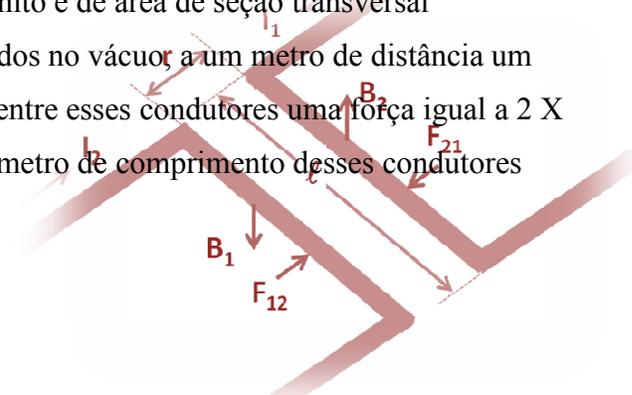


É o comprimento do **trajeto percorrido pela luz** no vácuo, durante um intervalo de tempo de $1/299\,792\,458$ de segundo

ENG09007 – 2012/2

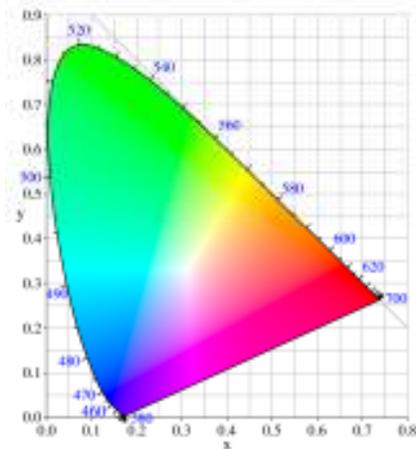
Corrente Elétrica

É definida como sendo a corrente elétrica invariável que, mantida em dois condutores retilíneos, paralelos, de comprimento infinito e de área de seção transversal desprezível, situados no vácuo a um metro de distância um do outro, produz entre esses condutores uma força igual a 2×10^{-7} Newton por metro de comprimento desses condutores



ENG09007 – 2012/2

Intensidade Luminosa



É a intensidade luminosa, numa dada direção, de uma fonte que emite uma **radiação** monocromática de frequência 540×10^{12} hertz e cuja intensidade energética naquela direção é $1/683$ watt por éster-radiano.

ENG09007 – 2012/2

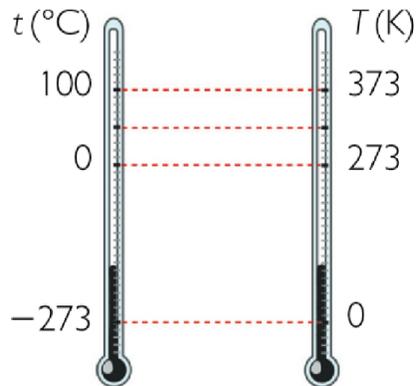
Quantidade de Substância



O mol é a quantidade de matéria de um sistema que contém tantas entidades elementares quantos são os átomos contidos em 0,012 kg de carbono 12.

ENG09007 – 2012/2

Temperatura



Kelvin é a unidade da temperatura termodinâmica dada pela fração $1/273,16$ da temperatura termodinâmica **do ponto triplo da água (273,16 K ou 0°C).**

ENG09007 – 2012/2

Padronização e Normatização

Surgem como necessidade a medida que os meios e processos de fabricação se expandem.

Tem como objetivo assegurar que o valor medido por qualquer sistema de medição seja o mais próximo possível do verdadeiro.

Padronização

É a construção de modelos físicos ou teóricos usados para comparação e replicação.

Normatização (Normalização)

É a elaboração de métodos e procedimentos para a realização de uma medição.

ENG09007 – 2012/2

Qualidade

A medição e o monitoramento são usadas para determinar a conformidade das características dos produtos com as especificações.

Os efeitos dos erros de medição afetam significativamente a qualidade de um produto.

A metrologia industrial está inserida no sistema da qualidade das organizações.

ENG09007 – 2012/2

Sistema da Qualidade



ENG09007 – 2012/2

Normas Técnicas

ABNT NBR ISO 9001:2008

ABNT NBR ISO/TS 16949:2009

Calibração – ABNT NBR ISO 10012:2004

Laboratórios – ABNT NBR ISO IEC 17025:2005

Análise do Sistema de Medição – AIAG Manual do
MSA: 4ª ed.

ENG09007 – 2012/2

Normas Técnicas

Termos e Definições

VIM - Vocabulário Internacional de Metrologia – Conceitos
básicos e gerais e termos associados. 3ª ed. Joint Committee
for Guides in Metrology: 2008.

ENG09007 – 2012/2

Questões para Implementação

1. A leitura do equipamento de medição fornece o valor verdadeiro da característica medida? Que ações são adotadas para isso?
2. Qual a diferença do valor medido para o verdadeiro? Como é calculada a incerteza de medição?
3. O equipamento de medição está adequado a grandeza da característica medida? Os equipamentos são calibrados?

ENG09007 – 2012/2

Questões para Implementação

Plano de Controle (O que medir?)

Plano de calibração e ensaios (Quando?)

Métodos de calibração e ensaios (como?)

Certificados (Resultados)

Característica			Método de Controle			Plano de Reação
Descrição	Class.	Especificações	Técnica de Avaliação	Amostragem	Critério de Aceitação	
Diâmetro do pino guia		5,0 ± 0,15 mm	Paquímetro - IT005	5pc a cada 2h	Zero defeito	

ENG09007 – 2012/2

Requisitos Governamentais

São estabelecidos por portarias ministeriais, leis, decretos, etc.

São incluídos como requisitos estatutários previstos nas normas de Sistemas da Qualidade.

São fiscalizados pelo [INMETRO](#).

ENG09007 – 2012/2

METROLOGIA E ENSAIOS

ENG09007 – 2012/2

Prof. Alexandre Pedott

pedott@producao.ufrgs.br

ENG09007 – 2012/2