

# METROLOGIA E ENSAIOS

## Requisitos de Calibração e Ensaaios

Prof. Alexandre Pedott

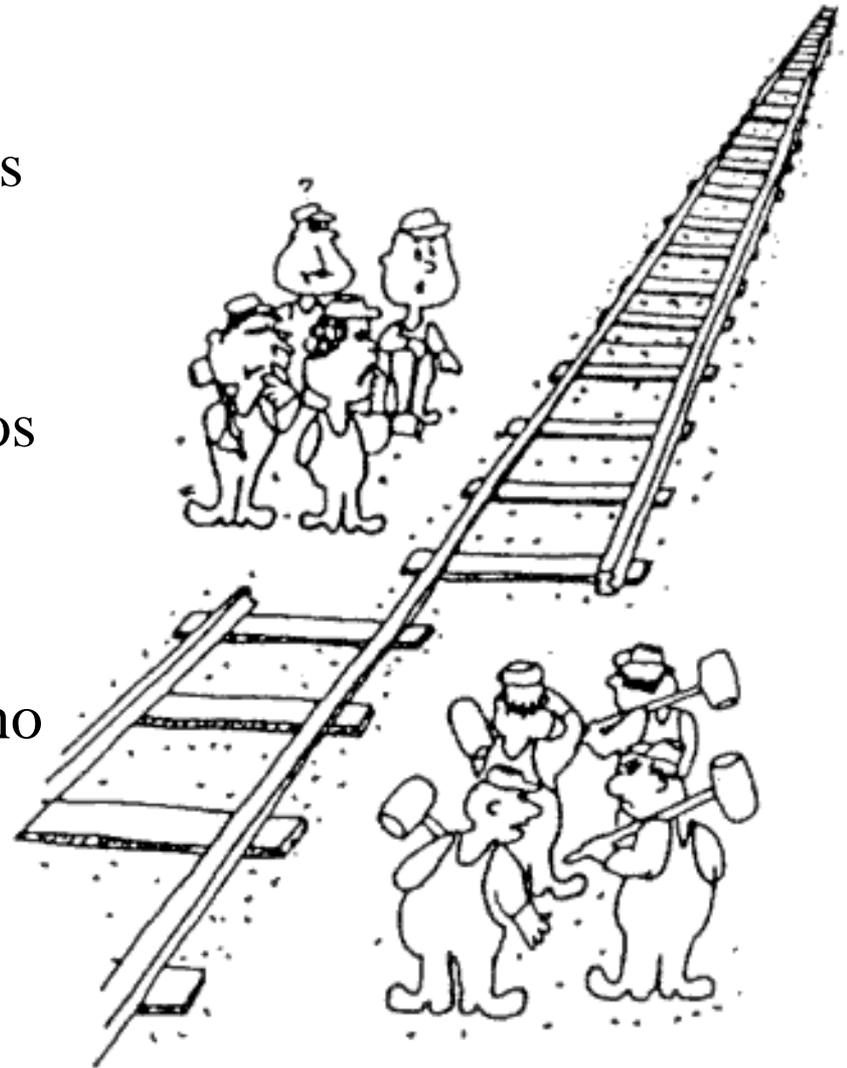
pedott@producao.ufrgs.br

OBRIGAÇÃO DA ISO  
**(PAPELADA)**  
X  
REDUÇÃO DA VARIAÇÃO  
**(QUALIDADE DO PRODUTO)**

# Requisitos de Calibração

Vantagens:

- Confiabilidade dos processos de medição e monitoramento: Exatidão e Precisão;
- Redução dos erros associados a medição;
- Redução de tolerâncias;
- Redução do risco de falhas no cliente.



# Requisitos de Calibração

É um requisito básico do Sistema da Qualidade de uma organização.

A organização deve assegurar a utilização de equipamentos ajustados e calibrados, para validar os resultados da medição e monitoramento.

O esforço dedicado ao controle metrológico deve ser compatível com a importância das medições para a qualidade do produto.

Devem ser calibrados todos os equipamentos que tenham efeito significativo sobre a exatidão ou validade de uma medida.

# Plano de Calibração

Equipamento	Código	Localização	Situação de Calibração	Intervalo de Calibração	Data da última Calibração	Próxima Calibração

Deve fornecer informações claras sobre a situação de cada equipamento.

Deve incluir os equipamentos de medição necessários para fornecer evidências da conformidade do produto com os requisitos determinados.

Deve incluir os padrões de trabalho e de referência.

# Plano de Calibração

- Os equipamentos devem ser calibrados a intervalos de tempos estabelecidos, para assegurar a exatidão e precisão aceitáveis.
- Os intervalos devem ser definidos de forma que a exatidão e a precisão mantenham-se dentro dos limites aceitáveis.
- Os intervalos poderão ser reduzidos ou ampliados conforme indicação dos resultados de calibrações anteriores.
- A periodicidade de calibração tem sido estabelecida por métodos informais ou práticos de estimação, normalmente fixa.
- Esses intervalos deveriam ser estimados a partir das distribuições de vida conhecidas para o equipamento.

# Plano de Calibração

- A calibração periódica não evita o uso de equipamentos fora de especificação.
- É difícil prever quando um equipamento perderá a condição de calibrado e passará a fazer medições erradas.
- Entretanto, é uma boa prática planejar as calibrações periódicas e ajustar a frequência a partir dos dados históricos.

# Monitoramento da Calibração

Ações corretivas para os equipamentos reprovados:

- Retenção / bloqueio;
- Manutenção;
- Ajuste;
- Sucateamento.

Indicadores de processo:

- N° de equipamentos;
- Cumprimento do plano (pontualidade);
- Equipamentos não localizados;
- Notificações de trabalhos não-conformes.

# Calibração

É o conjunto de operações que estabelece, sob condições especificadas, a relação entre os valores indicados por um instrumento de medição ou sistema de medição ou valores representados por uma medida materializada ou um material de referência, e os valores correspondentes das grandezas estabelecidas por padrões.

# Calibração

- O resultado da calibração permite estabelecer os valores dos mensurandos e determinar as correções a serem feitas no equipamento de medição.
- A situação de calibração de um equipamento é definida através da comparação com um padrão.
- Deve-se assegurar a rastreabilidade dos padrões.

# Calibração

## ➤ **Condições ambientais**

O ambiente onde ocorre a calibração deve ser mantido dentro das condições especificadas.

## ➤ **Estabilização da Grandeza**

O equipamento deve ser mantido nas condições especificadas até que se atinjam os valores determinados.

## ➤ **Padrão de Referência**

A incerteza do padrão deve ser no mínimo quatro vezes menor que a incerteza do equipamento.

## ➤ **Número de pontos de calibração**

A calibração deve ser realizada por escala (faixa).

# Calibração

## ➤ **Número de ciclos de medição**

Um ciclo de medição é o conjunto de dados relativos a medição em cada ponto de medição programado.

A realização de vários ciclos de medição destina-se à determinação dos parâmetros ligados à repetitividade dos resultados.

Três ciclos de medição são suficientes para equipamentos que apresentam variação da ordem da resolução.

O número depende do tempo, da complexidade, dos objetivos e do custo da calibração.

# Método de Calibração

- Escopo
  - Objetivo/Descrição
  - Documentos de Referência
  - Termos e Definições
- Requisitos
- Gerais – Condições Ambientais
- Específicos
  - Características dos equipamentos
  - Arranjo e Montagem
  - Aquisição de dados
- Procedimento de Calibração
- Critérios de Aprovação



# Resultado da Calibração

**APROVADO** ⇒ Liberado para uso

**REJEITADO** ⇒ Ajustado e liberado para uso

**REJEITADO** ⇒ Enviado para manutenção

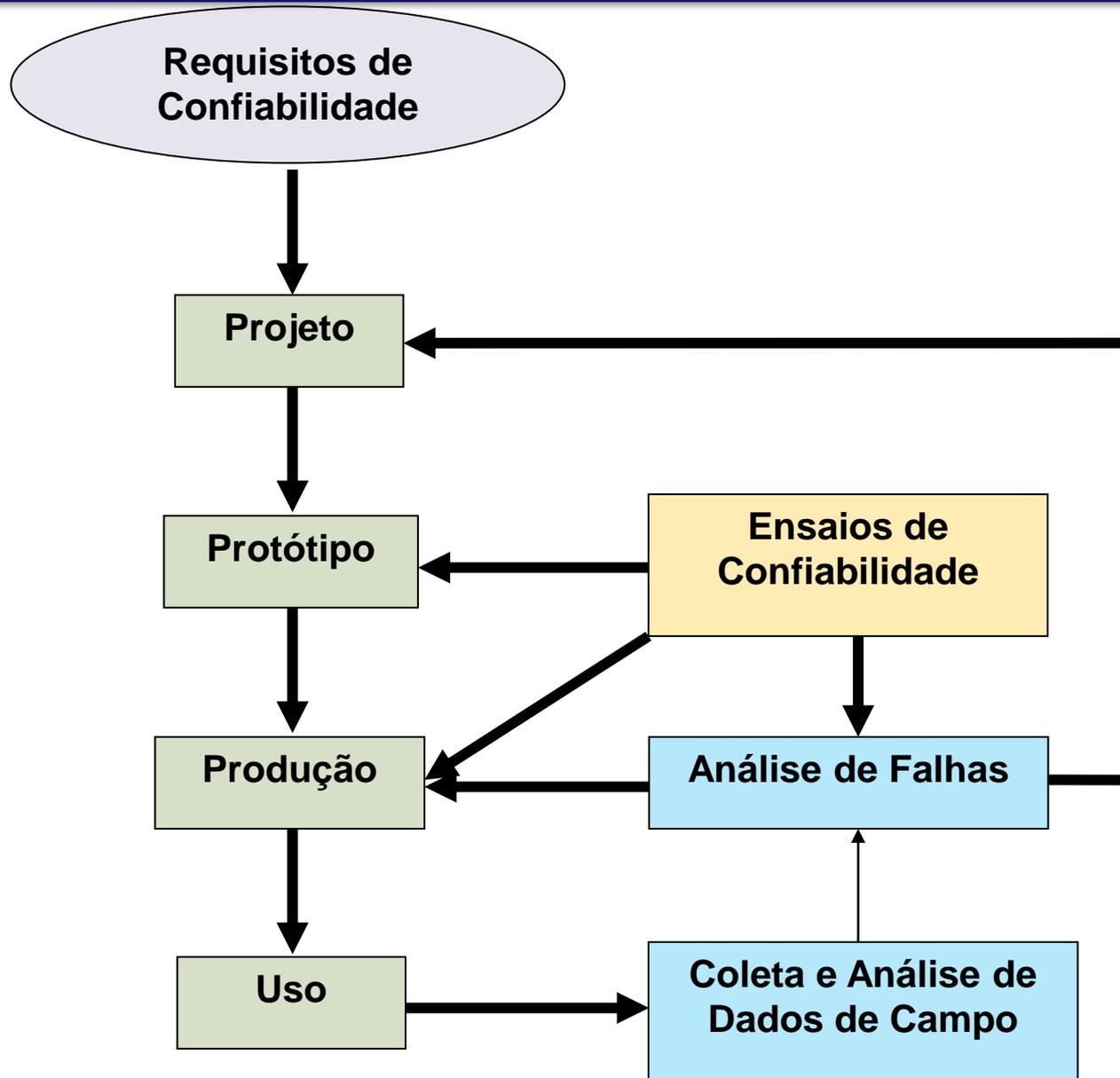
**REJEITADO** ⇒ Sucateado

# Certificado de Calibração

É o relatório padronizado dos dados de calibração.

- Identificação – título, número, data, etc.;
- Dados do laboratório;
- Identificação e descrição do equipamento;
- Método de calibração (ou referência);
- Condições ambientais da calibração;
- Evidência da rastreabilidade do padrão de referência;
- Indicações dos valores medidos e incerteza associada.

# Requisitos de Ensaio



# Requisitos de Ensaio

Apesar dos diversos estágios de análises e verificações durante o projeto e desenvolvimento, o produto deve ser submetido a uma validação final.

Essa validação poderia ser o uso do produto pelo cliente. Entretanto, essa medida é extremamente arriscada.

Usar a experiência de campo pode ser tardio para eventuais revisões de projeto.

# Requisitos de Ensaio

A alternativa é submeter o produto a diversas formas de testes e ensaios, que simulem as condições reais de uso.

Esses testes são denominados ensaios de confiabilidade. Os ensaios estão associados a um ou mais mecanismo de falha.

# Planejamento de Ensaio

O planejamento de ensaios deve seguir a política e objetivos de confiabilidade para o produto.

Em geral, os ensaios podem ser planejados para três situações:

- Qualificação para um nível inicial de taxa de falhas;
- Qualificação para um nível otimizado de taxa de falhas ;
- Verificação da manutenção da qualificação alcançada originalmente.

# Planejamento de Ensaaios

Em geral, um Plano de Ensaaios deve ser derivado do Plano de Controle do Produto (Planejamento Avançado da Qualidade).

Um planejamento típico de ensaios deve incluir:

- A lista de produtos representativos de famílias ou séries;
- Os produtos exigidos pelos clientes;
- A amostragem e intervalo de ensaios;
- Os métodos e padrões normativos;
- Os critérios de Aprovação;

# Método de Ensaio

- Escopo
  - Objetivo/Descrição
  - Documentos de Referência
  - Termos e Definições
- Requisitos de Ensaio (Gerais e Específicos)
  - Condições Ambientais
  - Definição da Falha
  - Plano de amostras
  - Funcionais e de desempenho
  - Estresses de pré e pós ensaio
  - Equipamentos (Arranjo e Montagem)
  - Aquisição de dados
- Procedimento do Ensaio
- Critérios de Aprovação



# Ensaio de Confiabilidade

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

São ensaios 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.

# Dados de Confiabilidade

Os dados de desempenho originados no campo podem apresentar distorções indesejadas.

Os registros de sobre os tempos de falhas podem ser inexatos e vagos. Relatórios de dados de assistência técnica, não destinados a análise de confiabilidade podem desconsiderar padrões de funcionamento e modos de falhas.

Dados originados de reclamações de clientes não procedentes ou a falta de reclamação de falhas ocorridas podem distorcer os resultados.

Os dados de confiabilidade podem ser obtidos a partir de ensaios acelerados.

# Teste de Vida Acelerado

Quanto mais confiável for um produto, mais difícil é obter dados sobre sua confiabilidade. Isto é, obter um número suficiente de falhas dentro de um intervalo de tempo razoável.

Produtos robustos demoram em falhar.

Ensaios demorados podem ser onerosos ou tardios para a tomada de decisão. Nestes casos, a alternativa é acelerar o teste através da imposição de condições mais severas de operação, do que as condições de uso real.

# Teste de Vida Acelerado

Ensaaios acelerados são usados para abreviar a vida do produto através da aceleração do processo de degradação das características de qualidade.

A premissa básica da aceleração é de que o mecanismo de falha não se altere ao se passar das condições de uso normal para as condições aceleradas.

Os dados obtidos nas condições aceleradas são usados para estimar o comportamento do produto em condições normais de uso.

# Teste de Vida Acelerado

Tanto a premissa básica quanto a inferência estatística podem representar distorções nos resultados obtidos com a aceleração.

É necessário conhecer com algum detalhe a relação dos mecanismos de falhas com os fatores ambientais envolvidos.

# Relatório de Ensaio

É o relatório padronizado dos dados de calibração.

- Identificação – título, número, data, etc.;
- Dados do laboratório;
- Identificação e descrição do produto/Material;
- Método de ensaio (indicação dos equipamentos e dispositivos usados);
- Condições ambientais das medições;
- Valores medidos, medidas de tendência e dispersão antes e após o ensaio;
- Características de aparência antes e após o ensaio;
- Critérios de aprovação (se necessário).

# Resultado do Ensaio

## **APROVADO**

⇒ Produto Qualificado

⇒ Requalificado

⇒ Liberado para uso

## **REJEITADO**

⇒ Revisar Projeto

⇒ Encerrar projeto

⇒ Interromper produção

**Dados para estudo de vida útil e taxa de falhas**

# METROLOGIA E ENSAIOS

## Requisitos de Calibração e Ensaaios

Prof. Alexandre Pedott

[pedott@producao.ufrgs.br](mailto:pedott@producao.ufrgs.br)