

## **Diretrizes para determinação de intervalos de comprovação para equipamentos de medição.**

De acordo com a Norma NBR 10012, um grande número de fatores influencia a frequência de calibração. Os mais importantes, são:

- tipo de equipamento
- recomendações do fabricante
- dados de tendência conseguidos por registros de aferições anteriores
- registro histórico de manutenção e assistência técnica
- extensão e severidade de uso
- tendência a desgaste e derivação
- frequência de verificação cruzada com outros equipamentos de medição, em especial, padrões de medição
- frequência e formalismo das aferições em uso
- condições ambientais ( temperatura, umidade , vibração e etc )
- exatidão pretendida da medição
- conseqüências de um valor medido incorretamente ser aceito como correto devido a defeito do equipamento

De modo geral, não se pode ignorar o custo ao se determinar os intervalos de comprovação, tornando-se este, portanto um fator limitador.

Existem dois critérios básicos e opostos que precisam estar em equilíbrio quando da decisão sobre os intervalos de comprovação para cada equipamento de medição. São eles:

- risco de o equipamento de medição não estar em conformidade com a especificação, quando em uso, dever ser tão pequeno quanto possível
- Os custos de comprovação devem ser mantidos no mínimo

### **2.5.3 – Escolha inicial dos intervalos de comprovação**

A base para a decisão inicial na determinação de intervalos de comprovação é invariavelmente, a chamada intuição técnica. Alguém com experiência em medições em geral ou no equipamento de medição a ser comprovado em particular e, de preferência, com conhecimento de intervalos usados por outros laboratórios, faz uma estimativa para cada equipamento, ou grupo de equipamentos, quanto a extensão de tempo em que ele deve-se manter dentro da tolerância após a comprovação. Os fatores a serem considerados são:

- Recomendação do fabricante do equipamento
- Extensão e severidade de uso
- Influência do ambiente
- Exatidão pretendida pela medição

### **2.5.4 – Métodos para análise crítica dos intervalos de comprovação**

Um sistema que mantém intervalos de comprovação sem análise crítica, determinados tão somente pela intuição técnica, não é considerado suficientemente confiável.

Uma vez que a comprovação esteja estabelecida de forma rotineira, deve ser possível um ajuste nos intervalos, a fim de se otimizar o equilíbrio entre riscos e custos, como já foi mencionado.

Existe uma gama de métodos disponíveis para análise crítica dos intervalos de comprovação. Não existe um método ideal adequado a toda a gama de equipamentos existentes.

#### **2.5.4.1 – Método do ajuste automático**

---

Cada vez que um equipamento é comprovado de forma rotineira, o intervalo subsequente pode ser estendido, caso seja considerado dentro dos limites de tolerância, ou reduzido, se estiver fora destes limites.

#### **2.5.4.2 – Método do gráfico de controle**

São escolhidos os mesmos pontos de calibração de cada comprovação e os resultados são levados a um gráfico em função do tempo. A partir do gráfico são analisadas as dispersões e conforme o resultados das mesmas faz-se a mudança no intervalo de comprovação.

#### **2.5.4.3 – Método do tempo de uso**

Este método é uma variação dos métodos anteriores. O método básico permanece inalterado, mas o intervalo de comprovação é expresso em horas de uso em vez de meses decorridos.

### **9.0 - SISTEMAS DE CALIBRAÇÃO E AJUSTE**

#### **9.1 - CONCEITOS DO SISTEMA DE CALIBRAÇÃO/AJUSTE**

Especificamente este capítulo trata dos Equipamentos de Medição e Ensaio onde os principais requisitos são:

A - Identificação das medidas críticas à executar, a exatidão requerida do processo produtivo e o equipamento apropriado para a execução das Calibrações e Ajustes.

B - Identificação dos equipamentos de controle de medida e ensaio, Calibração e Ajuste em intervalos prescritos contra equipamentos certificados e reconhecidos dentro da Cadeia Metrológica Nacional ou Internacional.

C - Documentar e manter procedimentos detalhados para freqüência, métodos, critério de "conformidade" e/ou "não conformidade" e de ações a serem tomadas em qualquer caso.

D - Garantir que os equipamentos de Medição e Ensaio tenham exatidão e precisão requeridas.

E - Manter identificados todos os equipamentos de medição e Calibração com marcação para identificação da situação da Calibração.

F - Manter os registros das Calibrações e Ajustes para os equipamentos de Medição e Ensaio .

G - Fazer avaliação e documentar a validade de medição e ensaios anteriores quando estes fugirem das especificações .

Este sistema deve fazer parte do Programa de Qualidade que qualquer Empresa venha a desenvolver e implantar, tendo em vista a melhoria da qualidade de seus produtos e conseqüentemente ter como objetivo final a sua Certificação Internacional nos padrões da ISO 9000. É constituído basicamente dos seguintes passos, que serão descritos a seguir.

#### **9.2 - ESCOLHA DOS INSTRUMENTOS DO PROCESSO**

A adequação da instrumentação de processo obedece a um critério de análise do processo ao qual será instalado, sendo feito em conjunto com especialistas da áreas envolvidas. Sabendo-se que sempre deverá partir do seguinte princípio: uma malha de Controle ou Medição crítica, faz sentido dentro do conceito de QUALIDADE e é definida como uma grandeza de medida, desde que, se o erro exceder do limite da exatidão requerida, sua atuação no processo causará uma incidência direta sobre a qualidade do produto. Características das variáveis:

- a - Ponto (faixa) de trabalho;
- b - Limites permissíveis de variação;
- c - Exatidão e incerteza que garanta a qualidade do produto;
- d - Repetibilidade da grandeza medida.

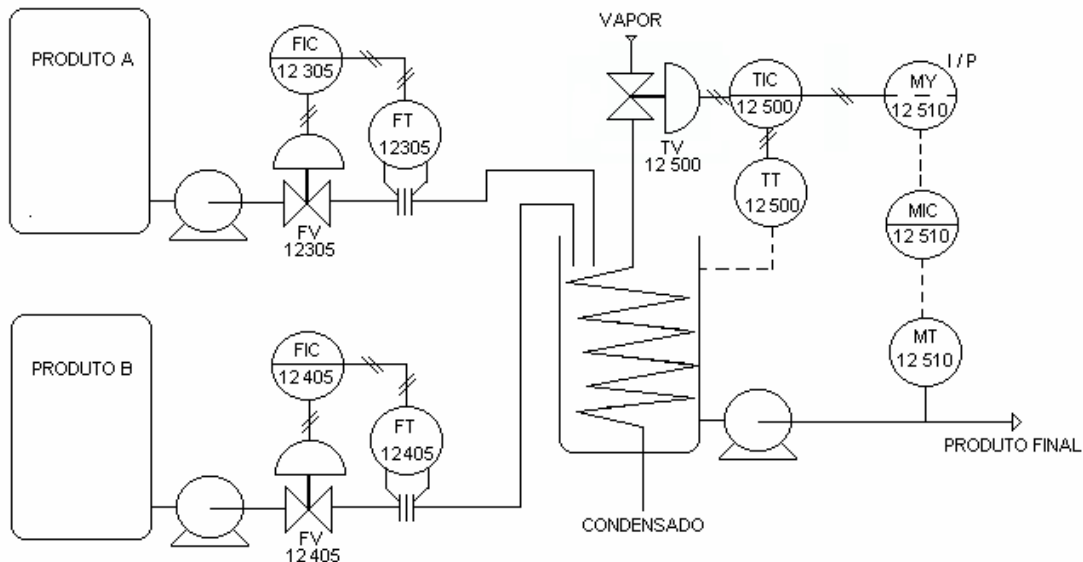
### 9.2.1 - Pontos Críticos de Controle

Para determinar quais equipamentos devem estar sujeitos à confirmação metrológica, principalmente aqueles de monitoração / controle de processo, é importante estabelecer, ao longo da linha de produção e inspeção, pontos críticos de controle. Isto é importante para se obter o máximo de resultado custo / benefício, visto que confirmação metrológica implica em investimento de capital proporcional ao número de equipamentos que deverão ser verificados.

Na determinação dos pontos críticos de controle é imprescindível considerar:

- Suficiência – Os pontos selecionados como críticos devem ser capazes de garantir a qualidade do produto, no que diz respeito a todas as propriedades especificadas, com um mínimo de risco de se enviar inadvertidamente produto final não conforme.
- Relevância – Os pontos críticos selecionados devem garantir o cumprimento integral da política e obtenção dos objetivos de qualidade.
- Necessidade – Os pontos críticos selecionados não devem ser impactados pelos equipamentos dos outros pontos, tomados como não críticos.

Exemplo:



Sendo a umidade a única característica da Qualidade do produto, está claro que a malha de medição de umidade constitui-se, por suficiência, um ponto crítico de controle, devendo estar sob confirmação metrológica. Dependendo da política e dos objetivos da qualidade: redução de perdas, retrabalho, tempo, etc. ... a malha de medição de umidade poderia ser encarada como um ponto crítico devido à sua relevância.

As demais malhas poderiam ser considerados pontos críticos se impactassem a condição de suficiência da malha de medição de umidade e / ou por questões de relevância.

### 9.2.2 - Componentes da Malha

Uma malha , se encarada como equipamento , é constituída por um conjunto de componentes inter - funcionais , destacando-se entre eles :

- ◆ Sensor , que mede primariamente uma grandeza .
  - ◆ Um transmissor , que transforma o sinal enviado pelo sensor em sinal telemétrico proporcional à grandeza .
  - ◆ Um controlador , que compara o sinal do transmissor com o sinal do set-point e com base em um algoritmo , atua sobre o elemento final de controle .
  - ◆ Um elemento final de controle , que comandado pelo controlador controla a variável manipulada .
- Outros componentes podem ser : um indicador , registrador ,etc. ...

Dos componentes acima listados , por exemplo , o sensor e o indicador são os componentes que devem ter calibração rigorosa , estando os demais sob calibração , verificação ou mesmo manutenção , menos rigorosa .

### 9.3 – RASTREABILIDADE

É o mais importante passo do sistema pois dele depende toda a confiabilidade do sistema. A Rastreabilidade dos equipamentos de área é feita no Laboratório de Instrumentação da Empresa, e dos equipamentos do Laboratório de Instrumentação deverá ser feita contra padrões externos em entidade pertencentes á Cadeia Metrológica Nacional ou Internacional .

As normas exigem uma Rastreabilidade da medição, incluindo o processamento do sinal e a indicação, contra um padrão Nacional ou internacionalmente reconhecido . Normalmente estes padrões são do Inmetro ou da Rede Brasileira de Calibração , mas podem ser também de outras empresas que estejam fora da Rede , desde que elas possuam Rastreabilidade ao Inmetro ou órgão Internacionalmente reconhecido . Esses padrões já possuem uma incerteza, mesmo que muito pequena, contra o valor verdadeiro. Normalmente o setor de instrumentação ou a empresa especializada que fazem a Calibração das medições nas fábricas, possuem instrumentos padrões próprios, os quais são calibrados contra esse padrão reconhecido.



No diagrama de Rastreabilidade mostrado acima, observamos que no caso de uma Calibração feita na área fabril, entra um padrão de trabalho entre o instrumento padrão e o instrumento da fábrica. A utilização desse padrão de trabalho é necessária porque os instrumentos padrões podem ser usados somente em ambientes adequados , vale lembrar que o diagrama de Rastreabilidade deve ser o mais estreito possível, ou seja, a quantidade de instrumentos intermediários dessa seqüência deve ser bem limitada .

### 9.4 - CAPACITAÇÃO DA MÃO DE OBRA

Toda Calibração e Ajuste deverá ser feita por pessoal com capacitação e treinamento para tal, ou seja, isso dará a devida confiabilidade de que todo o processo de avaliação da precisão e incerteza da medida será garantido.

## 9.5 - DOCUMENTAÇÃO

A documentação é ponto determinante para validação e qualidade de todos os serviços executados dentro do sistema, e também são chamados de registros da qualidade.

Fazem parte dos registros da qualidade todos os procedimentos de manuseio e execução de tarefas, registros de Calibração, avaliação e validade das Calibrações e Ajustes e é necessário tê-los todos escritos, e no conteúdo destes deve constar o que realmente é executado.

Todo controle da documentação deverá ser centralizado em um só órgão da Empresa e em qualquer mudança dos mesmos deverão ser obedecidos critérios, para que não haja duas ou mais versões do mesmo documento.

Deverão também ser armazenados, identificados e dispostos de maneira tal que possam ser rapidamente recuperados e consultados em instalações que garantam um ambiente que não proporcione a deterioração ou danos aos documentos.

O tempo de retenção dos registros deverá ser determinado por escrito e após isto, por força de contrato estar disponível para avaliação pelos usuários.

Todos os procedimentos devem estar escritos de maneira fácil e compreensível de forma que não haja dúvidas para quem os execute, e podendo fazê-los de maneira tal qual está escrita.

## 9.6 - SISTEMA DE MEDIÇÃO

Todo sistema de medição agrega erros ao valor real de uma medida. Considerando que a medição de uma variável de processo envolve normalmente uma série de instrumentos, falaremos um pouco sobre como se processa a propagação de erros dentro de uma mesma malha de medição.

### 9.6.1 - Propagação de Erros

Descontando - se os erros aleatórios cometidos durante o processo de medição e eliminando-se os erros sistemáticos , a exatidão final de um sistema de medição será resultado das exatidões individuais de cada elemento deste sistema , isto é , dependerá somente dos erros aleatórios .

$$ET^2 = E_1^2 + E_2^2 + \dots + E_n^2$$

Devemos ter cuidado ao escolher os instrumentos de um sistema de medição . É necessário que todos os componentes da malha tenham uma exatidão adequada pois o erro resultante da medição do processo, que na verdade é o que nos interessa, é definido pelo erro de todos .

Modificações nas plantas industriais objetivando a melhoria da qualidade dos produtos devem ser implementadas. Estas melhorias podem obrigar a substituição da instrumentação existente, porém, o que não podemos perder de vista é que, quanto melhor a exatidão maior o custo e maior a dificuldade de obter padrões para aferição .

Recomenda-se que a exatidão do padrão de medição seja no mínimo três vezes superior à do instrumento a ser aferido, isto para garantir que o erro do padrão não seja significativo no processo de aferição.

Quanto maior a exatidão do instrumento maior a exatidão do padrão e, conseqüentemente, maior o custo de aquisição e/ ou manutenção destes padrões na empresa.

Aferições internas exigem padrões adequados, mão de obra treinada e qualificada e local de trabalho com condições ambientais controladas. Em contrapartida, podem ser realizadas com uma maior freqüência e rapidez, o que diminui os custos do processo de aferição.

Uma análise criteriosa de custos / benefícios deve ser realizada para se verificar a viabilidade de efetuar aferições internas na empresa ou utilizar laboratórios cujos padrões sejam rastreados a padrões reconhecidos racionalmente ou internacionalmente .

## 9.7 - CONDICIONAMENTO DOS PADRÕES

Tempo, uso e armazenagem causam a deterioração da exatidão. Por estes motivos, necessita-se de um programa de calibração e ajuste, com procedimentos e instruções para estas atividades.

- Padrões de Referência ou Padrões de Trabalho - Ao receber novos padrões de referência pode-se dispor de dois casos:

O padrão é o mais exato da companhia , neste caso, o padrão deve estar acompanhado de um certificado que mostre a sua Rastreabilidade ao órgão reconhecido em âmbito nacional ou internacional. Qualquer calibração e ajuste deve ser realizada fora da companhia em um órgão devidamente credenciado e reconhecido .

O padrão não é o mais exato da companhia , neste caso, o padrão também deve estar acompanhado de um certificado que mostre a sua Rastreabilidade ao órgão reconhecido em âmbito nacional ou internacional. Ao receber o padrão, a companhia deve proceder a sua calibração com o seu próprio padrão.

- Novos Instrumentos para Testes ou Ensaios

Estes aparelhos recebidos devem ser calibrados pelos padrões de trabalho da companhia (ou devem ser enviados para calibração e ajuste por terceiros qualificados) antes de serem colocados em uso . Devem estar acompanhados do Certificado de Calibração juntamente com a respectiva Rastreabilidade.