



FUNDAÇÃO PRESIDENTE ANTÔNIO CARLOS - FUPAC
FACULDADE PRESIDENTE ANTÔNIO CARLOS DE UBÁ
GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

VITOR LUIZ DOS SANTOS OLIVEIRA

CALIBRAÇÃO: QUALIDADE EM EQUIPAMENTOS DE MEDIÇÃO

UBÁ/ MG
2017

VITOR LUIZ DOS SANTOS OLIVEIRA

CALIBRAÇÃO: QUALIDADE EM EQUIPAMENTOS DE MEDIÇÃO

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao curso de Engenharia de Produção da Faculdade Presidente Antônio Carlos- FUPAC/Ubá, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Produção.

Orientador (a): Msc. Iracema Mauro Batista.

UBÁ/ MG
2017

CALIBRAÇÃO: QUALIDADE EM EQUIPAMENTOS DE MEDIÇÃO

RESUMO

O presente trabalho de conclusão de curso tem por objetivo demonstrar a importância da construção de um plano de manutenção preventiva referente ao procedimento de calibração, atender aos requisitos de qualidade exigidos para tais equipamentos, ressaltar as vantagens do procedimento em indústrias onde a eficiência e a precisão em equipamentos de medição e controle se faz necessária. Foram apresentados breve histórico da manutenção, os tipos de manutenção existentes, estudo referente a sistemas metrológicos, descrevendo conceito, surgimento e a importância da metrologia dentro de ambientes industriais e também sobre o procedimento de calibração, apontando conceitos referentes ao tema, a relação da calibração com sistemas metrológicos destacando a importância do procedimento para a qualidade dos produtos e serviços processados no ambiente industrial. Foi proposto um plano de manutenção preventiva de calibração de acordo com as normas referentes à calibração, em que se destacam ações que devem ser seguidas pelos profissionais da área, para garantir um bom gerenciamento do planejamento de calibração. Considerou-se relevante o planejamento de calibração como uma estratégia na garantia da confiabilidade dos equipamentos e o comprometimento dos responsáveis com as datas das calibrações, eliminando atrasos nos procedimentos e consequentemente problemas que impactam na qualidade do produto final.

Palavras-chave: Manutenção Preventiva. Qualidade. Precisão. Calibração e Confiabilidade.

CALIBRATION: QUALITY MEASUREMENT EQUIPMENT

ABSTRACT

This Work of course conclusion aims to demonstrate the importance of a preventive maintenance plan construction referring to a calibration procedure, to meet the quality requirements needed for each equipment, to highlight the advantages of the procedure in industries where efficiency and precision in measurement and control equipment are claimed. It was present a brief historical of the maintenance, the existing maintenance types, a study of metrological systems, describing concept, advent and the importance of metrology in industrial environments and also on the calibration procedure, pointing out concepts related to the subject, the relation between calibration and metrological systems highlighting the importance of the procedure for the products quality and services processed in the industrial environment. It was proposed a preventive maintenance plan for calibration in accordance with the norms related to calibration, which highlights actions that must be followed by the professionals of the area, to ensure a good management of the calibration planning. It was considered relevant the calibration planning as a strategy to guarantee the reliability of the equipment and the commitment of those responsible with the dates of the calibrations, eliminating delays in the procedures and consequently problems that affect the quality of the final product.

Keywords: Preventive maintenance. Quality. Precision. Calibration and Reliability.

1 INTRODUÇÃO

O efeito da globalização influencia diversas áreas e setores referentes à produção fazendo com que as empresas se qualifiquem, busquem soluções para consideráveis melhorias tanto em questões ambientais, produtivas e financeiras. Tal exigência externa influenciou de forma considerável para o uso da manutenção como uma das ferramentas a serem utilizadas.

A manutenção é considerada uma área estratégica dentro de qualquer empresa. É vista como fundamental para o bom funcionamento dos equipamentos, garantindo eficiência e qualidade aos processos produtivos e ao maquinário da empresa.

A expressão manutenção é muito antiga, sendo praticada desde os tempos remotos, como por exemplo, afiar alguma ferramenta para caça. No entanto, a manutenção veio passando por intensas modificações e nos dias atuais ela se divide em dois tipos, a manutenção planejada e a não planejada.

A manutenção planejada trabalha com planos de manutenção, acompanhamentos e inspeções periódicas dos equipamentos, garantindo o bom funcionamento dos mesmos. A manutenção não planejada atua de forma a corrigir falhas, ou seja, a equipe de manutenção só age no equipamento quando o mesmo deixar de funcionar em condições adequadas.

Dentro da manutenção planejada tem-se um procedimento denominado “calibração”, que visa à garantia da precisão de equipamentos de medição, conferindo confiabilidade aos processos produtivos e certeza para as tomadas de decisão. É um procedimento muito importante para indústrias de alimentos, atendendo às exigências de cada processo e mantendo assertividade nas medições.

De acordo com Silveira (2005), calibração é definida como procedimento comparativo entre valores indicados por um instrumento e os valores representados por uma medida ou um material de referência, ou os correspondentes às grandezas estabelecidas por padrões.

O procedimento de calibração atua para garantir a funcionalidade correta dos equipamentos, precisão e assertividade nos procedimentos operacionais. Além disso, garante que não ocorrerá excedentes na quantidade de produtos nas embalagens e perda de produto durante algum processo, como exemplo o processo de pasteurização que deve trabalhar com temperaturas e pressões controladas para garantir a eficiência do processo e a certeza de que o produto final não apresentará variações futuras.

Em qualquer tipo de indústria, a precisão de equipamentos de medição é de extrema importância, pois garantem a confiabilidade dos produtos, elimina-se desperdícios, perdas operacionais e transmite confiança aos seus consumidores. Além disso, os dados coletados

desses tipos de equipamentos auxiliam também na tomada de decisões em relação aos processos produtivos vigentes nas empresas.

O sucessivo aumento de produção e melhoria de qualidade requerem um ininterrupto desenvolvimento e aperfeiçoamento na técnica de medição, a fim de manter sistemas produtivos com dados referentes a medição e controle sempre atualizados, para assim obter e gerar relatórios confiáveis que auxiliam no monitoramento de processos produtivos.

Atualmente, as empresas buscam manter um foco especial na garantia de satisfação do cliente, na eficiência de seus processos produtivos e principalmente na eliminação de erros de informações internas. Garantir a entrega dos produtos nas especificações corretas, sem apresentar avarias é uma grande responsabilidade, portanto, a calibração de equipamentos que atuam nos processos produtivos para validar as especificações dos produtos é de extrema importância, pois esse procedimento aponta e mantém a precisão dos equipamentos sempre atualizada, não tendo variações em seu funcionamento e garantindo o bom funcionamento dos mesmos.

O procedimento de calibração é uma função que se firma na ideia de manter equipamentos de medição e controle sempre em um bom estado de funcionamento, para garantir a certeza em suas leituras, e sempre estar monitorando esses equipamentos para minimizar a chance de erros durante o processamento de produtos e/ou serviços.

O presente trabalho de conclusão de curso tem por objetivo demonstrar a importância da construção de um plano de manutenção preventiva referente ao procedimento de calibração, atender aos requisitos de qualidade exigido para tais equipamentos, ressaltar as vantagens do procedimento em indústrias onde a eficiência e a precisão em equipamentos de medição e controle se faz necessária.

2 DESENVOLVIMENTO

2.1 Conceito de manutenção

Segundo Viana (2002, p.1), “a palavra manutenção deriva do latim *manus tenere* que significa manter o que se tem, está presente na história desde o momento em que começamos a manusear instrumentos de produção”.

De acordo com Monchy (1989 *apud* VIANA, 2002, p.2), “o termo manutenção tem sua origem no vocábulo militar, cujo sentido era manter nas unidades de combate o efetivo e o material num nível constante de aceitação”.

A manutenção nos dias de hoje, tem uma série de objetivos que garantem não apenas a integridade e o bom funcionamento dos equipamentos da empresa que aplica essa metodologia, garante também a eficiência dos equipamentos, garantia da qualidade dos equipamentos e a continuidade de processos industriais. Slack *et al.* (2002, p.644) classificam alguns objetivos: “Redução de custos; aumento na qualidade dos produtos; maior segurança; melhoria no ambiente de trabalho; desenvolvimento profissional; aumento da vida útil dos equipamentos; maior confiabilidade dos equipamentos”.

Segundo Vaz (1998, p.397) “as atividades de manutenção são executadas com a finalidade de assegurar um estado satisfatório, previamente especificado de equipamentos e instalações, sendo associada simples e diretamente à conservação de máquinas”.

2.1.1 Histórico da manutenção

A manutenção é aplicada pela humanidade desde a pré-história, quando a humanidade usava ferramentas para auxiliar na caça, produção de utensílios, entres outras atividades.

Por volta de 1900 surgem as primeiras técnicas de planejamento de serviços, Taylor e Fayol, e em seguida o gráfico de Gantt. Mas foi durante a segunda guerra mundial que a manutenção se firmou como necessidade absoluta, havendo uma serie de desenvolvimento de técnicas de organização, planejamento e controle para tomada de decisão. (Viana, 2002, p.2).

De acordo com Viana (2002), na década de 1950, iniciou o surgimento do termo “manutenção como função de manter o bom funcionamento de todo e qualquer tipo de equipamento”, tendo como país de origem os Estados Unidos. Nesse mesmo período, na Europa,

inicia-se a utilização do termo conservação, porém com o mesmo sentido e aplicação do termo americano.

2.2 Evolução da manutenção

A aplicação da manutenção iniciou-se de forma simples, visava apenas a reparação de equipamentos, não sendo muito utilizada e também não tendo sua devida importância. No entanto, com a evolução da produção e automação, as empresas viram a necessidade de criar estratégias para garantir o funcionamento dos equipamentos e a alta produtividade (BENTO, 2010).

Kardec & Nascif (2009) afirmam que a evolução da manutenção pode ser dividida em quatro etapas, são elas:

2.2.1. Primeira geração

Abrange o período antes da segunda guerra mundial, as indústrias eram pouco desenvolvidas em questão de maquinários. Nessa época, a questão da produtividade era pouco destacada e não priorizada. A visão em relação às falhas dos equipamentos era que, com o passar dos anos os equipamentos se desgastavam com a utilização dos mesmos e como consequência, vinham a apresentar falhas ou quebras. As competências buscadas na época era apenas a habilidade do executante realizar os reparos necessários.

2.2.2. Segunda geração

Essa geração ocorre entre os anos de 1950 e 1970. Devido ao forte período de guerra passado, as indústrias sofreram muitas pressões para supri as demandas por todos os tipos de produtos e que o índice de mão de obra se encontrava baixo nesse período. Em detrimento desses acontecimentos, ocorreu uma grande evolução no setor industrial, com um forte aumento da mecanização e complexidade de instalações industriais.

Nesse período, surge a necessidade de maior disponibilidade de produtos, com confiabilidade, tudo isso relacionado com a busca de maior produtividade. A indústria ficou dependente do bom funcionamento dos equipamentos para garantir o abastecimento e a entrega de seus produtos.

Passou a ser visto que as falhas dos equipamentos poderiam e deveriam ser evitadas, resultando no conceito de manutenção preventiva.

Os custos com manutenção começaram a se elevar em relação aos custos de produção, sendo que fosse aumentado nos sistemas de planejamento e controle da manutenção, seria parte integrante da manutenção moderna.

2.2.3 Terceira geração

A partir de 1970, acelera-se o processo de mudanças nas indústrias. A paralização da produção, que sempre diminui a capacidade produção se intensificou, aumentando os custos e afetando a qualidade dos produtos. Na manufatura, os efeitos da paralização se agravaram pela tendência mundial de se utilizar o sistema *just in time*.

O crescimento da automação e da mecanização passaram a indicar que a confiabilidade e disponibilidade tornaram-se pontos-chave em setores tão distintos quanto à saúde, processamento de dados, telecomunicações e gerenciamento de edificações. Na terceira geração:

- Reforçou o conceito e a aplicação da manutenção preditiva;
- Utilização de computadores pessoais velozes e desenvolvimento de *softwares* potentes para o planejamento, controle e acompanhamento dos serviços de manutenção;
- Intensa aplicação do conceito de confiabilidade pela engenharia;
- Na década de 90, inicia-se a implantação de manutenção centrada na confiabilidade.

2.2.4 Quarta geração

Inicia-se a partir do ano 2000, e lá se encontram algumas expectativas da terceira geração. A confiabilidade ainda continua sendo um grande fator de busca pela manutenção, para aumentar cada vez mais a garantia de produção sem perdas drásticas.

Nessa geração a visão em relação às falhas dos equipamentos é reduzir drasticamente falhas prematuras.

Uma grande mudança nesse período é a contratação ou terceirização buscando contratos de longo prazo, em uma relação de parceria com indicadores que medem os resultados que interessam ao negócio- disponibilidade e confiabilidade.

2.3 Tipos de manutenção

A manutenção se divide em vários tipos. Cada um é usado de acordo com o serviço e o prazo para ser executado. De acordo com Viana (2002), existem quatro tipos de manutenção.

2.3.1 Manutenção corretiva

É a manutenção necessária imediatamente para evitar graves consequências aos instrumentos de produção, a segurança do trabalhador ou ao meio ambiente. É um tipo de intervenção na produção em que não se presume onde será, como e quando, ou seja, é um tipo de manutenção realizada sem planejamento, o trabalho a ser realizado no equipamento com finalidade de colocar o equipamento novamente em funcionamento só é realizado quando o mesmo apresenta falhas em seu funcionamento.

A aplicação desse tipo de manutenção gera muitas despesas, no que diz respeito à perda de tempo de produção, peças e serviços, além de gerar transtornos maiores como atraso na entrega de produtos/serviços, gerando insatisfação do cliente.

2.3.2 Manutenção preventiva

Manutenção preventiva é todo serviço de manutenção realizado em máquinas e equipamentos que não estejam em falha. Os serviços são realizados de acordo com critérios de planejamento e utilização.

Esse tipo de manutenção tem uma grande vantagem em relação à manutenção corretiva, pois os gastos e perdas são menores quando aplicado esse tipo de manutenção, pois é possível estipular uma data de parada e revisar peças, fazendo com que a vida útil das mesmas não seja reduzida.

A manutenção preventiva reduz significativamente possíveis falhas, proporcionando uma tranquilidade operacional necessária para o bom andamento das atividades produtivas. Esse tipo de manutenção é capaz de minimizar falhas em equipamentos, através da inspeção programada, corrigindo possíveis problemas encontrados.

2.3.3 Manutenção preditiva

São tarefas que visam acompanhar a máquina ou peças, fazendo um controle da situação das peças. Esse tipo de trabalho é necessário para determinar o tempo correto para realizar uma intervenção na máquina ou equipamento, evitando desmontagens estendidas e utilização de componentes altamente gastos.

Existem quatro técnicas preditivas muito usadas na indústria brasileira, são elas: ensaio por ultrassom, análise de vibrações mecânicas, análise de óleos lubrificantes e termografia.

2.3.4 Manutenção autônoma

Também chamada “Manutenção produtiva total”, a manutenção autônoma trabalha com o conceito de que a responsabilidade e conservação do bom funcionamento dos equipamentos não depende somente da equipe de manutenção, mas também dos respectivos operadores, realizando tarefas diárias e acompanhamentos. São atividades básicas, mas que garantem o bom funcionamento das máquinas e equipamentos (CURY NETTO, W, 2008).

Na manutenção autônoma é válida a afirmação: “Da minha máquina cuido eu”, adotada pelos operadores que realizam tarefas como limpeza, lubrificações, tarefas elementares e até serviços de melhoria na máquina.

2.4 A manutenção planejada como forma de garantia na precisão de processos de medição

De acordo com TROJAN; MARÇAL e BARAN (2013), a manutenção planejada é uma forma de manutenção em que se trabalha com cronogramas e planejamentos de manutenções de máquinas e equipamentos, realizando revisões especificadas de acordo com o grau de utilização e o tipo de máquina ou equipamento.

Atividades industriais que necessitam de controle de processos através de sistema de medição devem estar com todos os seus equipamentos em perfeito estado de funcionamento, garantindo precisão nas leituras e transmissão de informações corretas (FIGUEIREDO NETO, *et al*, 1999).

Para que esses equipamentos não apresentem falhas, aplica-se a eles a manutenção preventiva, utiliza-se o procedimento de calibração nos equipamentos de medição. Esse procedimento de calibração está relacionado a padrões metrológicos que garantem a certeza das medições e a garantia do bom funcionamento dos equipamentos.

2.5 Metrologia

A metrologia é uma palavra de origem grega sendo *metron*: medida e *logos*: ciência. Sendo definida como a ciência da medição que se relaciona a processos práticos e teóricos de medições, qualquer que seja a incerteza, em quaisquer campos da ciência ou da tecnologia.

De acordo com FIGUEIREDO NETO, *et al* (1999), a metrologia é aplicada a todas as grandezas determinadas. Para obtenção de processos físico/químico é praticamente impossível

conseguir um resultado rigoroso. Sendo assim, a metrologia torna-se essencial em qualquer processo produtivo.

Fidélis (2008) relaciona medição à ideia de comparação, que é obtida através de um padrão de medida e o objeto que se deseja medir. Dentro desse contexto pode ser proposto um conceito para o termo medição: “medir é comparar uma dada grandeza com outra da mesma espécie, tomada como unidade”.

2.5.1. Breve história da metrologia

Na antiguidade, como era comum a troca de mercadorias no comércio, essas práticas fizeram surgir unidades de medidas para as mercadorias. No entanto foram criadas diversas unidades de medida e denominações das mesmas, ocorrendo uma diferença nos valores das unidades, tendo diferenciações entre regiões e povoados, (PUC, [20-?] *apud* CBM,2002).

De acordo com a desorganização vista em relação à medição, o ser humano viu a necessidade de uma padronização das medidas, sendo válidas e tendo o mesmo valor unitário em qualquer região. A necessidade da padronização de medidas passou a intensificar-se com o aumento das negociações em alta escala, construção de casas, navios e utensílios em geral.

2.5.2 A importância da metrologia

A metrologia tem como principal objetivo a garantia da confiabilidade e qualidade das medidas. A medição não está presente somente no mundo da mecânica e engenharia, onde é mais utilizada, ela se faz presente em vários segmentos, como comércio, indústria, saúde e meio ambiente.

A metrologia passou a ser vista como um ponto de importância nos últimos anos. De acordo com PUC ([20-?] *apud* CBM, 2002), existem cinco fatores influentes para tal crescimento:

- Elevada complexidade e sofisticação dos modernos processos industriais, intensificados em tecnologia e comprometidos com a qualidade e a confiabilidade para um grande número de grandezas;
- A busca incessante por inovação, como exigência constante e crescente para competitividade, proporcionando o desenvolvimento de novos e melhores processos e produtos. É importante ressaltar que melhores medições são capazes de levar a melhorias importantes da qualidade e novas tecnologias, fatores importantes de inovação;

- O crescimento da consciência da cidadania e o reconhecimento dos direitos do consumidor e do cidadão, amparados por lei, regulamentos usos e costumes consagrados que abrem e garantem o importante acesso à informação mais detalhadas e transparentes, ferramenta de fundamental importância para que o cidadão possa conhecer os seus direitos;
- O crescimento da globalização, trazendo como uma das consequências a grande necessidade de harmonização nas importantes relações de trocas que ficaram muito mais intensas e complexas, envolvendo um grande número de grandezas que devem ser medidas com exatidão e credibilidade;
- A entrada em operação das Agências Reguladoras no Brasil, fazendo com que a demanda por Metrologia fosse intensificada em áreas, que no passado, não precisavam de grande rigor, como é o caso, por exemplo, da alta tensão, grandes vazões e grandes volumes de fluidos.

O controle metrológico vem abrindo novas perspectivas sobre seu significado social e também se desenvolvendo gradativamente. A organização Internacional de Metrologia Legal (OIML) recomenda o desenvolvimento de práticas comerciais. Este órgão também vem investindo no controle metrológico de equipamentos de medição utilizados em áreas de saúde, segurança em ambiente de trabalho e proteção ao meio ambiente. Tais ações são de grande importância para garantir a qualidade vida, proteção contra acidentes de trabalho e qualidade dos processos operacionais.

Conforme Fernandes; Neto; Silva (2009), a metrologia responsabiliza-se por garantir a confiabilidade, credibilidade, universalidade e qualidade às medidas. As medições estão presentes em todos os processos industriais, seja direta ou indiretamente, o que faz com a mesma receba tal importância.

2.6 Métodos de medição

De acordo com BRUSAMARELLO ([20-?]), a metodologia de medição pode ser dividida em duas ações, a comparação direta e a comparação indireta. A comparação direta se dá pela comparação de leitura de um padrão de medida com a grandeza a ser medida.

A comparação indireta emprega o uso de um sistema ou dispositivo de medição previamente calibrado com padrões da grandeza que se deseja medir. Esses sistemas de medição possuem uma especificação de incerteza de medição realizada com ele. Um exemplo dessa situação seria aferir um controlador de temperatura através de um termômetro digital. A precisão e complexidade das grandezas influenciará na decisão por qual método de comparação adotar.

Quanto mais crítica for a precisão e a certeza do equipamento, maior será a exigência em relação ao método de comparação.

A medição indicação de um sistema de medição pode ser expressa de forma analógica ou digital. Um instrumento é analógico quando o sinal de saída ou indicação é gerado em função contínua do mensurando ou sinal de saída. Já o instrumento digital quando o mesmo fornece um sinal de saída ou indicação de forma digital.

2.6.1 Planejamento de um sistema de medição

Para que uma instituição ou uma única pessoa possa realizar medições é necessário que a parte executante tenha muito conhecimento e preparação para executar tal atividade. Abaixo estão propostas algumas etapas que devem ser seguidas para a construção de um sistema de medição:

- Conhecimento sobre o processo;
- Escolha dos instrumentos apropriados;
- Princípio de funcionamento dos instrumentos;
- Análise dos instrumentos;
- Relação entre a medida do padrão e a leitura;
- Análise da propagação de erros em todo o sistema de medição.

O sistema de medição para ser confiável, depende de procedimentos que garantam a certeza da precisão dos equipamentos. Para isto, utiliza-se a calibração como atividade para essa garantia, tendo todo um planejamento e periodicidade de calibração dos equipamentos.

2.6.2 Confiabilidade metrológica na inspeção de equipamentos

Em atividades de inspeção de equipamentos e ensaios não destrutivos, são realizadas inúmeras medições pelas quais se avaliam grandezas de influência ou também podem ser utilizadas como fator influente na tomada de decisões.

Muitos profissionais engajados em atividades de inspeção apontam a calibração como um procedimento que não agrega valor à atividade da empresa. No entanto, analisando o procedimento de calibração de outra forma, a qualidade dos serviços metrológicos e de calibração deficientes podem afetar a qualidade e a confiabilidade dos resultados de uma inspeção, testes ou ensaios. Apontando para uma consequência negativa desse processo

realizado de maneira incorreta seria a qualidade do produto/serviço oferecido ao mercado, comprometendo a confiabilidade para com os clientes (DUNHAN; MACHADO, 2006).

2.7 Sistema de calibração

No âmbito da metrologia tem-se a calibração, esse procedimento garante a funcionalidade e precisão de equipamentos de medição, agregando valores qualitativos aos processos em que se aplicam instrumentos de medição. (FIGUEIREDO NETO, *et al*, 1999).

De acordo com SERENO & SHEREMETIE ([20-?]), o ponto principal do plano de manutenção de confiabilidade é o plano de calibração dos instrumentos/ padrões. A elaboração do plano de calibração tem por objetivo principal, manter a confiabilidade e rastreabilidade dos instrumentos de medição/padrões.

2.7.1 Conceito de calibração

De acordo com SILVEIRA (2005, p.1), “calibração é um procedimento experimental que estabelece, sob condições específicas, as relações entre as indicações de um instrumento com os valores correspondentes das grandezas estabelecidos por padrões”.

Fidélis (2008) afirma que calibração é um conjunto de operações que estabelece uma determinada relação entre valores indicados por um material de referência e valores coletados do instrumento a ser analisado.

2.7.2 Realização da atividade de calibração

O procedimento de calibração tem a finalidade exclusivamente de verificar a leitura de equipamentos de medição, seja medição de fluxo, comprimento, entre outros. Para realizar uma calibração é necessário primeiramente ter um padrão de medida, ou seja, um objeto ou equipamento para ser usado como referência durante o procedimento, após pode-se realizar a comparação da medida do padrão com a medida do objeto a ser verificado.

Com o procedimento de calibração é possível analisar e avaliar diversas situações, tais como, a temperatura e tensão termoeletrica de um termopar, indicação de um manômetro, valor de uma massa padrão, o valor efetivo de um resistor padrão, a precisão de uma balança, a incerteza de medição de um instrumento.

De acordo com Silveira (2005) ao efetuar a comparação, obtém-se a diferença entre o valor indicado pelo instrumento (indicação-I) e o valor do padrão (valor verdadeiro convencional-VVC). Esta diferença é o erro do instrumento: $E = I - VVC$.

Em uma calibração, o executor não intervém nos resultados da comparação, ou seja, não realiza alteração de valores para minimizar ou extinguir erros. Analisando os valores de leitura do equipamento e leitura do padrão e conhecendo a margem de erro admissível, pode-se determinar a real precisão do equipamento, permitindo que o mesmo possa continuar sendo usado, ou reparado e até mesmo descartado.

Esse tipo de trabalho é especializado e exige um amplo conhecimento em sistemas metrológicos, conhecimento e domínio dos instrumentos a serem calibrados, muita atenção na realização do serviço e bom senso. Os equipamentos que são utilizados para procedimentos de calibração possuem valor financeiro elevado e reparos específicos, o que exige grande profissionalismo do executante, defende Fidélis (2008).

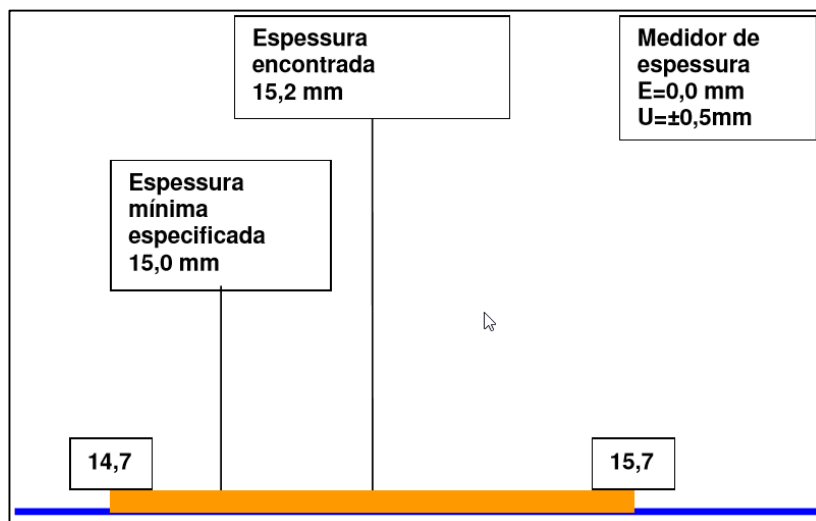
2.7.2.1. Porque utilizar o procedimento de calibração

O procedimento de calibração é utilizado para manter a confiabilidade dos equipamentos de medição de processos industriais. A atividade de calibração é relacionada à inspeção de equipamentos para que seja possível a realização de um diagnóstico seguro do processo e tomar a melhor decisão para que sejam mantidos os padrões que asseguram a eficiência e qualidade dos processos.

A exatidão relativa das medidas depende evidentemente, da qualidade dos instrumentos de medição empregados. Assim, a tomada de um comprimento com um metro defeituoso dará resultado duvidoso, sujeito a contestações. Portanto, para a tomada de uma medida, é indispensável que o instrumento esteja calibrado e que a sua aproximação permita avaliar a grandeza em causa, com a precisão exigida (FIGUEIREDO NETO, 1999, p.6)

Alguns equipamentos podem sofrer desgastes em suas estruturas, outros podem sofrer cargas excessivas danificando sua funcionalidade. Esses detalhes muitas vezes só podem ser observados quando é realizada a análise por calibração, certificando-se de que aquele equipamento sofreu algum tipo de danificação e é necessária a realização de reparos nos mesmos. Na figura 01 a seguir observa-se um modelo de figura referente à medição de uma barra metálica e sua variação de medida.

Figura 01- Medição de uma barra metálica



Fonte: DUNHAN, MACHADO (2006, p.2)

De acordo com Dunhan; Machado (2006), a falta de planejamento metrológico juntamente com a atividade calibração pode ocasionar inúmeras deficiências nos processos produtivos e também nos resultados globais da empresa, gerando não conformidades ao sistema de qualidade da empresa. Nesse conjunto de não conformidades pode-se apontar:

- Auditorias apontam não conformidades perante a deficiência dos processos de calibração;
- Tratamento inadequado das não conformidades;
- Deficiência ou ausência de alguns procedimentos de medição que se fazem necessários dentro de determinados processos;
- Ausência de planejamento após calibração de equipamentos;
- Capacitação ineficiente dos colaboradores envolvidos no procedimento;

2.7.2.2 Quando calibrar os equipamentos de medição?

A periodicidade de calibração de equipamentos não segue um padrão. O intervalo ocorre de acordo com as condições dos equipamentos, histórico de falhas e resultados de calibrações anteriores.

Essa periodicidade pode ser modificada, porém, de acordo com o histórico de calibração dos equipamentos, ou seja, analisar quando os resultados atendem a critérios de aceitação e quando não atendem aos mesmos. Essa revisão deve minimizar os custos e garantir a confiabilidade dos sistemas de medição, afirma FERREIRA ([20-?]).

2.7.2.3 Reparação de equipamentos de medição

De acordo com Fidélis (2008), o ajuste em um equipamento de medição é uma operação que faz com que o equipamento tenha desempenho compatível com o seu uso. Em situações em que as calibrações apresentem alguma anomalia como valores fora de tolerância ou acusar falha em sua função, o equipamento será direcionado para manutenção, para que sejam realizados reparos no mesmo. Após a conclusão do reparo, o equipamento é calibrado novamente, tendo resultados aceitáveis, o mesmo retorna ao processo.

2.7.3 Laboratórios específicos de ensaios e calibração certificados pelo INMETRO

A calibração aplica-se a diversos tipos de equipamentos, alguns procedimentos de calibração podem ser realizados dentro da própria empresa, mas tendo a necessidade de equipamentos padrão para a realização das calibrações. No entanto, a aquisição de todos os instrumentos necessários para calibração de equipamentos pode representar um orçamento muito caro para a empresa, e também gerar a criação ou adaptação de um espaço para alocar e utilizar todos estes equipamentos, o que tornaria inviável a aquisição de todo o arsenal necessário para realizar a calibração de todos os equipamentos que a empresa possui e que necessitam de calibração. Contudo, os equipamentos não poderiam ser deixados de calibrar pelo fato de a empresa não possuir padrões de comparação específicos para tais equipamentos. Nesse contexto surgem os laboratórios de ensaio e calibração. Esses tipos de laboratórios são responsáveis pela realização de diversos tipos de calibração, podendo ou não atender a toda e qualquer tipo de demanda. A análise laboratorial é acionada pelas empresas quando as mesmas não possuem instrumentos para realizar a calibração de algum tipo de equipamento.

Os laboratórios, além de possuir instrumentos e padrões para executar as atividades de calibração e controle, possuem também funcionários especializados e preparados para realizar serviços com precisão e garantia da qualidade.

Para que possam executar suas funções prescritas e garantir confiabilidade nos serviços prestados, os laboratórios desse segmento de serviços devem seguir a norma técnica ABNT NBR ISO/IEC 17025:2005 como base para suas creditações. Os mesmos também devem operar de acordo com a norma ABNT NBR ISO 9001.

Os laboratórios creditados com a norma ISO/IEC 17025:2005 devem seguir algumas ações e determinações para a construção e implantação de um laboratório de calibração e/ou ensaios. Dentro dessas determinações podem-se citar algumas:

- Garantia de qualidade na prestação de serviços;
- Equipe de funcionários treinados e qualificados para realizar as atividades conferidas ao laboratório;
- Não manipular valores dos resultados obtidos;
- Padronização de métodos de realização de atividades;
- Preparação do ambiente para a execução das atividades;
- Emissão de certificado rastreado nos padrões da rede brasileira de calibração (RBC).

2.7.4 Por que os procedimentos de calibração são importantes?

Conforme Fidélis (2008), os procedimentos de calibração tornam-se importantes pelos seguintes aspectos:

- Exigência do órgão acreditador NBR ISO/IEC 17025;
- Exigências dos órgãos certificadores de qualidade ISO 9000 e ISO 10012;
- Uniformizações de procedimentos relacionados;
- Simplificação e redução de custos;
- Melhoria da produtividade devido à redução de falhas;
- Qualidade dos resultados devido ao aumento na confiabilidade;
- Disponibilização de tempo para execução de outras atividades;
- Ferramenta de treinamento;
- Diminuição de dificuldades e problemas de processamento de dados.

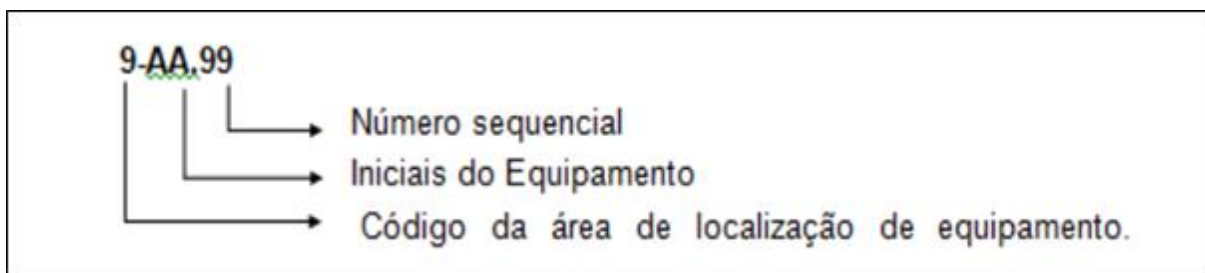
2.8 Elaboração de um sistema de planejamento de manutenção preventiva relacionado a calibração

Para que o procedimento de calibração de equipamentos dentro de uma empresa possa ser bem gerenciado e executado de forma a garantir uma boa funcionalidade e cumprimento dos prazos especificados é necessária a construção de um plano de manutenção preventiva relacionando todos os equipamentos que devem ser calibrados.

2.8.1 Registro do equipamento no sistema da empresa

Os equipamentos devem estar registrados de alguma forma no sistema da empresa, seja através de *software* ou pastas compartilhadas, devendo conter informações específicas de cada

Figura 03- identificação do equipamento



Fonte: O autor

2.8.3 Identificação visual do equipamento

Todos os equipamentos devem possuir em suas estruturas uma etiqueta de identificação. Essa etiqueta tem a função de identificação de cada equipamento para facilitar sua localização e também o acompanhamento do equipamento.

Deve conter nessa etiqueta o código do equipamento, a última data de calibração e a próxima data de calibração e o responsável pela atividade. Em auditorias, é solicitado a apresentação de equipamentos envolvidos nos processos produtivos e que constem neles essa etiqueta de identificação.

2.8.4 Criação de um cronograma de manutenção para cada equipamento

Todo equipamento inserido na linha de produção deve estar vinculado a um cronograma de manutenção, onde deve constar o número do equipamento cadastrado no sistema vinculado ao cronograma, o número desse plano, um histórico referente às datas das calibrações que foram realizadas naquele respectivo equipamento ligado a este plano. Para alguns sistemas de gestão (SAP por exemplo, após a programação do plano de manutenção, o próprio sistema gera uma ordem de serviço automaticamente para cada plano, de acordo com a periodicidade desejada para realizar as manutenções/ calibrações). A figura 04 a seguir apresenta a elaboração de um plano de calibração dentro do sistema SAP (sistema de gerenciamento de empresas).

Figura 04- Elaboração de plano de calibração

Modificar plano de manutenção: PIEstratManut. 000000003207

Plano manutenção: 3207 CALIBRAÇÃO MANOMETRO 2-MA.26

Cabeç.pl.manut.

Ciclos plano de manutenção 08.11.2017 Parâmetro programação plano manutenção Dados adicionais ...

Ciclo	Unidade	Txt p/ciclo manut.	Offset
180 D		A CADA 180 DIAS	0

Item Lista de objetos item Localização item Solicitações programadas item Ciclos item 08.11.2017

Item manutenção: 4587 CALIBRAÇÃO MANOMETRO 2-MA.26

Objeto de referência

Loc. instalação: 19006 PASTEURIZAÇÃO

Equipamento: 10018240 MANOMETRO 2-MA.26

Conjunto:

Dados de planejamento

Centro planei.: FTRB TIAL - Visconde do Rio Branco Grp.plnj.PM: TIA Planej. TIAL

Tipo de ordem: PF03 Ordem de Manut Calibração Eq...

CenTrab respon.: MGERAL / FTRB MANUTENÇÃO GER...

Prioridade: 01 à 02 Dias

Doc.vendas:

Lista de tarefas

Ip.	GrpLisTar.	NmdGp	Descrição
-----	------------	-------	-----------

Fonte: O autor

2.8.5 Acompanhamento das programações do cronograma

Após a criação e programação do plano de manutenção, é necessário realizar o acompanhamento das datas das calibrações. As datas devem ser cumpridas dentro dos prazos determinados, tendo tolerâncias de atrasos, porém, não podendo ser um tempo de atraso muito extenso. Alguns sistemas possuem em sua estrutura um campo onde as datas das calibrações são dispostas para visualização e modificações manuais caso necessário, como exemplo o sistema SAP, de acordo com a figura 05 apresentada:

Figura 05- programação de datas de calibração via sistema

Programar prazos p/plano manutenção: PLEstratManut. 000000003207

Executar Início no ciclo Reinício Solicitação de manutenção manual Lista síntese de programação

Plano manutenção: 3207 CALIBRAÇÃO MANOMETRO 2-MA.26

Solicitações programadas Solicitações manuais Parâmetro programação plano manutenção Dados a...

Lista programações

N...	DtPlanej	Data de s...	Data de c...	Pacotes venc.	Tp.programação / status	Des...	Unidade
12	03.12.2011		17.12.2011	18	Programado,concl.	14	Di
13	14.06.2012		13.06.2012	18	Programado,concl.	1	Di
14	10.12.2012		04.01.2013	18	Programado,concl.	25	Di
15	03.07.2013		03.07.2013	18	Programado,concl.	0	Di
16	30.12.2013		30.12.2013	18	Programado,concl.	0	Di
17	28.06.2014		28.06.2014	18	Programado,concl.	0	Di
18	25.12.2014		25.12.2014	18	Programado,concl.	0	Di
19	23.06.2015		23.06.2015	18	Programado,concl.	0	Di
20	20.12.2015		20.12.2015	18	Programado,concl.	0	Di
21	17.06.2016		17.06.2016	18	Programado,concl.	0	Di
22	14.12.2016		14.12.2016	18	Programado,concl.	0	Di
23	12.06.2017		12.06.2017	18	Programado,concl.	0	Di

Fonte: O autor

2.8.6 Realização de calibrações realizadas dentro da própria empresa

Para a realização de calibrações por profissionais da própria empresa, é necessária a qualificação dos responsáveis.

A empresa deve possuir equipamentos e padrões necessários para realizar as calibrações desejáveis, um ambiente adequado e com temperatura controlada também influencia no procedimento.

Após a realização da calibração, é emitido um certificado (relatório) onde se registram todas as informações necessárias referentes ao procedimento. A imagem 07 a seguir, exemplifica um modelo de certificado de calibração interna.

Figura 07- Modelo de certificado de calibração interna

SISTEMA DA GESTÃO PELA QUALIDADE CERTIFICADO DE CALIBRAÇÃO INTERNA		Emissão: 16/08/2017
Equipamento: 000000000010018545 Descrição: MANOMETRO 2-MA.32 Série: Centro: Fabricante: TETRAPAK 		
Nº MAP: 10005697 - MANOMETRO 00-MA.03 Nº MAP: - Incerteza: 0,15 Nº MAP: - Incerteza: Nº MAP: - Incerteza:		
<u>VALOR PADRÃO</u>	<u>LEITURA 1</u>	<u>EXATIDÃO</u>
2.000	2.000	0,0000
		<u>INCERTEZA</u>
		0,150000

	Para Valor Absoluto	Para Percentual
Incerteza da Medida	0,150000	
Critério de Aceitação		
CONFORMIDADE	CONFORME	

obs: Em caso de não conforme deve-se avaliar os resultados das medições anteriores.

Fonte: O autor

2.8.7 Realização de calibrações em laboratórios especializados e acreditados

As calibrações externas são realizadas somente por empresas especializadas, onde se contrata o serviço de calibração desejado, o equipamento é encaminhado até o laboratório da empresa ou é realizada a visita de técnico para realizar a calibração do equipamento no próprio local (por exemplo, balanças de cargas pesadas, medidores de vazão, controladores de temperatura, entre outros). Esse serviço de calibração é acionado quando a empresa contratante não possui recursos para realizar tal tipo de calibração. Os prestadores desse serviço devem emitir um certificado de calibração para cada equipamento calibrado, o certificado deve ser emitido nas conformidades exigidas pela norma técnica ISO/IEC 17025:2005, contendo a identificação dos padrões utilizados, nome da empresa contratante e contratada, valores registrados pela calibração, data de calibração. A empresa contratada deve ser acreditada pelo INMETRO, com acreditação ativa, pois é essa acreditação que determina a capacidade de

empresa prestar serviços de calibração com boa qualidade e de forma profissional, mantendo sempre um padrão de qualidade sob os equipamentos calibrados.

2.8.8 Periodicidade das calibrações

A periodicidade de calibrações é definida pelo responsável da função, analisando as seguintes situações:

- Orientações do fabricante;
- Orientação dos organismos de reconhecimento e/ou acreditação;
- Condições de uso, frequência de utilização, etc.;
- Exatidão das calibrações.

Adota-se a calibração de equipamentos de medição de temperatura, pressão e volume a periodicidade de 06 meses, para equipamentos padrões e os demais aplica-se a calibração por laboratórios terceirizados tendo a periodicidade de calibração de 12 meses.

2.8.9 Acompanhamento dos equipamentos

Para acompanhamento da situação do equipamento, o profissional responsável realiza uma inspeção visual de todos os equipamentos de medição, analisando as datas de calibração, a situação da etiqueta de identificação e o estado do equipamento, tomando as medidas que se façam necessárias.

Para esta finalidade, o profissional deve estar portando uma planilha impressa com a síntese de todos os equipamentos, devendo conter nessa planilha a data da calibração de cada equipamento, texto breve da ação a ser realizada, o local de instalação e a denominação do objeto. Na figura08, apresentada a seguir, podem-se analisar alguns dados que devem conter nessa planilha de acompanhamento.

Figura 08- Acompanhamento de datas de calibração de equipamentos

Data-base inic.	Texto breve	Denominação do loc.instalação	Denominação do objeto técnico
27.11.2017	CAL. O PESO PADRAO 00-PE.05 (EXTERNO)		PESO 00-PE.05 1KG (EXTERNO)
27.11.2017	CAL. O PESO PADRAO 00-PE.03 (EXTERNO)		PESO 00-PE.03 2KG (EXTERNO)
09.09.2017	CAL.O MANON. PADRAO 00-MA.01 (EXTERNO)		MANOMETRO 00-MA.01
28.11.2017	CALIBRAÇÃO TERMOMETRO 3-TE.01	SALA DE ENVASE TETRA	TERMOMETRO 3-TE.01
28.11.2017	BALAO VOLUMETRICO 7-BV.04	LABORATÓRIO -TIAL	BALAO VOLUMETRICO 7-BV.04
28.11.2017	CALIBRAÇÃO TERMOMETRO 4-TE.01	EXPEDIÇÃO - TIAL	TERMOMETRO 4-TE.01
28.11.2017	PROGRAMADA TERMOMETRO 8-TE.06	ALMOXARIFADO -TIAL	TERMOMETRO 8-TE.06
28.11.2017	CALIBRAÇÃO TERMOMETRO 8-TE.01	ALMOXARIFADO -TIAL	TERMOMETRO 8-TE.01
28.11.2017	PROGRAMADA DO TERMOMETRO 8-TE.04	ALMOXARIFADO -TIAL	TERMOMETRO 8-TE.04
28.11.2017	PROGRAGAM DA DO TERMOMETRO 4-TE.02	EXPEDIÇÃO - TIAL	TERMOMETRO 4-TE.02
28.11.2017	PROGRAMADA TERMOMETRO 4-TE.03	EXPEDIÇÃO - TIAL	TERMOMETRO 4-TE.03
28.11.2017	PROGRAMADA DO TERMOMETRO 4-TE.04	EXPEDIÇÃO - TIAL	TERMOMETRO 4-TE.04
28.11.2017	CALIBRAÇÃO MANOMETRO 09-MA.01	CALDEIRA -TIAL	MANOMETRO 09-MA.01
28.11.2017	CALIBRAÇÃO MANOMETRO 9-MA.03	CALDEIRA -TIAL	MANOMETRO 09-MA.03
28.11.2017	PROGRAMADA DO TERMOMETRO 09-TE.01	CALDEIRA -TIAL	TERMOMETRO 09-TE.01
28.11.2017	PROGRAGAM DA DO TERMOMETRO 10-TE.01	ETA 01 -TIAL	TERMOMETRO 10-TE.01
28.11.2017	CALIBRAÇÃO MANOMETRO 2-MA.05	PASTEURIZAÇÃO	MANOMETRO 2-MA.05
28.11.2017	CALIBRAÇÃO MANOMETRO 2-MA.07	PASTEURIZAÇÃO	MANOMETRO 2-MA.07
28.11.2017	CALIBRAÇÃO MANOMETRO 2-MA.11	PASTEURIZAÇÃO	MANOMETRO 2-MA.11
28.11.2017	CALIBRAÇÃO MANOMETRO 2-MA.12	PASTEURIZAÇÃO	MANOMETRO 2-MA.12
28.11.2017	CALIBRAÇÃO MANOMETRO 2-MA.13	PASTEURIZAÇÃO	MANOMETRO 2-MA.13
28.11.2017	CALIBRAÇÃO MANOMETRO 2-MA.14	PASTEURIZAÇÃO	MANOMETRO 2-MA.14
28.11.2017	CALIBRACAO DO MANOMETRO 2-MA.24	PASTEURIZAÇÃO	MANOMETRO 2-MA.24
06.12.2017	MANOMETRO 2-MA.25	PASTEURIZAÇÃO	MANOMETRO 2-MA.25
28.11.2017	CALIBRACAO DO MANOMETRO2-MA.30	PASTEURIZAÇÃO	MANOMETRO 2-MA.30
28.11.2017	CALIBRAÇÃO TERMOMETRO 2-TE.04	PASTEURIZAÇÃO	TERMOMETRO 2-TE.04
28.11.2017	CALIBRAÇÃO TERMOMETRO 2-TE.08	PASTEURIZAÇÃO	TERMOMETRO 2-TE.08
28.11.2017	PROGRAGAM DA DO TERMOMETRO 2-TE.10	PASTEURIZAÇÃO	TERMOMETRO 2-TE.10
04.12.2017	PROGRAMADA DA BALANCA 7-BA.02		BALANCA 7-BA.01
28.11.2017	PROGRAMADA DO BANHO MARIA 7-BM-01	LABORATÓRIO -TIAL	BANHO MARIA 7-BM.01
28.11.2017	CALIBRAR ESTUFA DE SECAGEM 07-ES.03	LABORATÓRIO -TIAL	ESTUFA SECAGEM 7-ES.03
28.11.2017	CALIBRAÇÃO CONT. TEMP. 7-CT.02	LABORATÓRIO -TIAL	CONTROLADOR DE TEMP. 7-CT.02

Fonte: O autor

2.8.10 Conferencia do conteúdo dos certificados de calibração por terceiros

Os certificados de calibração possuem a função de comprovação da calibração de determinado equipamento. Esse certificado registra a realização da calibração, a data da operação, o padrão utilizado, os valores obtidos e a data da próxima calibração. Além dessas informações, é realizada a conferência dos seguintes conteúdos:

- Título: “certificado de calibração”;
- Identificação do número do certificado;
- Nome da empresa;
- Descrição e identificação individual do equipamento;
- Padrões de rastreabilidade nacional ou internacional que foram utilizados na realização da calibração, com as respectivas datas de calibração;
- Medições, verificações e resultados decorrentes da calibração;
- Declaração de incerteza estimada do resultado da calibração, condições ambientais que

se realizou a calibração, data de realização da calibração;

- Assinatura e nomes dos responsáveis pelo conteúdo do certificado e do laboratório;
- Declaração de que o certificado só deve ser produzido por inteiro e com a aprovação do laboratório;
- A utilização de parâmetros exigidos pelo INMETRO para a realização das calibrações;
- Carimbo de análise crítica de certificado, sendo marcado aprovado ou reprovado. Ação essa que será realizada após a conclusão de toda a análise crítica.

2.8.11 Procedências em relação a falhas em equipamentos de medição

Equipamentos que apresentam divergências de valores nas calibrações são direcionados à manutenção, onde são realizados os reparos necessários.

Após a conclusão do reparo, o equipamento deve passar novamente pelo procedimento de calibração, apresentando conformidade na calibração, o equipamento é liberado para uso nos processos, caso contrário, o equipamento é retido pelo (s) responsável (s) e instalado um novo equipamento, com as mesmas especificações do equipamento retido. Vale ressaltar que o equipamento que será instalado deve ser calibrado e estar dentro das conformidades para garantir a continuidade da precisão no processo.

2.9 Vantagens da utilização do planejamento de calibração

A implementação de um planejamento de manutenção referente à calibração implica em várias vantagens, sendo citadas as seguintes:

- A análise da propagação de erros em todo o sistema de medição;
- Garantia da confiabilidade de processos metrológicos;
- Antecipação na correção de falhas dos equipamentos;
- Cumprimento de exigências de critérios de qualidade;
- Garantia na qualidade do funcionamento dos equipamentos;
- Facilidade de processamento de dados e controle tarefas referente ao procedimento.

De acordo com Fidélis (2008, p. 27), os procedimentos de calibração são importantes pois:

- São exigências de órgãos acreditadores (NBR ISO/IEC 17025) e certificadores (ISO 9000 E 10012);
- Uniformização de medições, testes e/ou calibrações;
- Melhoria da produtividade pela redução de erros;

- Simplificações que implicam redução de custos.

São inúmeras as vantagens da aplicação do planejamento de calibração citadas, uma vez que a empresa se mantém organizada e bem informada em relação ao assunto, mantendo os cronogramas sempre atualizados, facilitando o fluxo de informações relacionadas. Além disso, aumenta a confiabilidade dos equipamentos de medição, garantindo a certeza das medições.

3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho demonstrou a importância da manutenção em um ambiente fabril e também a importância do procedimento de calibração de equipamentos de medição e controle e também a necessidade da confiabilidade desses tipos de equipamentos nos processos produtivos aos quais os mesmos estão inseridos.

O procedimento de calibração é uma atividade de manutenção preventiva de equipamentos de medição e controle de processos. A justificativa de sua utilização é baseada no quesito de garantir a certeza e precisão das medidas apontadas por instrumentos. A sua não utilização implica falhas de equipamentos podendo comprometer a eficiência de processos.

Muitas empresas veem o procedimento de calibração como uma ação inútil para processos industriais, como um investimento sem retorno. No entanto, as mesmas não analisam a garantia de qualidade que o procedimento traz para tais processos.

Todavia, muitas empresas já estão mudando seus conceitos referentes a calibração, uma vez que esse tipo de atividade traz diversos benefícios para a empresa, garantindo qualidade aos produtos e serviços produzidos, aumentando a confiabilidade dos clientes, reduzindo riscos de falhas em algumas etapas dos processos produtivos.

A confiabilidade da calibração é garantida desde que a instituição ou envolvidos nos procedimentos estão aptos e conscientes da importância que tal atividade representa para o sistema da qualidade de uma empresa. Essa confiabilidade é adquirida através de certificações e treinamento do (s) envolvido (s).

O atraso nas calibrações pode gerar complicações futuras para questões de auditorias da qualidade de processos por exemplo, se for um prazo muito longo, o equipamento pode apresentar avaria, implicando erros de leitura.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR ISO/IEC 17025:** requisitos gerais para a competência de laboratórios de ensaio e calibração. Rio de Janeiro, 2005.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR ISO 9000:** sistemas de gestão da qualidade: fundamentos e vocabulário. Rio de Janeiro, 2005.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR ISO 10012:** sistema de Gestão de Medição: Requisitos para os processos de medição e equipamentos de medição. Rio de Janeiro, 2004.

BENTO, Marco Alexandre Pires de Oliveira. **Gestão SOFT da manutenção de automotoras.** 2010. 176 f. Dissertação (Mestrado em engenharia e gestão industrial) - Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade de nova Lisboa 2010, Lisboa, 2010.

BRUSAMARELLO, Valner. **Instrumentação industrial aplicada à indústria de petróleo.** In: ENCONTRO PARA TREINAMENTO EM INSTRUMENTAÇÃO INDUSTRIAL. n.1 [200-?]. Rio grande do sul. [200-]. P. 1-82.

COSTA, Mariana de Almeida. **Gestão estratégica da manutenção: uma oportunidade para melhorar o resultado operacional.** 2013. 104 f. Monografia (graduação em engenharia de produção). Universidade federal de Juiz de fora, juiz de fora, 2013.

CURY NETTO, Wady Abrahão Cury. **A importância e a aplicabilidade da manutenção produtiva total (TPM) nas indústrias.** 2008. 63 f. Monografia (graduação em engenharia de produção) - Universidade federal de Juiz de fora, Juiz de Fora, 2008.

DUNHAN, P. C.C. L.; MACHADO, M. A importância da confiabilidade metrológica nas atividades de inspeção de equipamentos. In: CONGRESSO NACIONAL DE ENSAIOS NÃO DESTRUTIVO E INSPEÇÃO, n. 24, 2006, São Paulo, 2006, p. 1-28.

FIGUEIREDO NETO, Evandro de. **Instrumentação: metrologia básica.** In: PROGRAMA DE CERTIFICAÇÃO DO PESSOAL DE MANUTENÇÃO, n.-, 1999, Espírito Santo. **Programa de certificação.** 1999. P. 1-89.

FERNANDES, W. D.; COSTA NETO, P. L. O.; SILVA, J. R. **Metrologia e qualidade:** sua importância como fatores de competitividade nos processos produtivos. ENEGEP, Salvador, 2009.

FIDÉLIS, Gilberto Carlos. **Calibração, ajuste, verificação e certificação de instrumentos de medição.** Centro de educação, consultoria e treinamento (CECT), 2008. **Programa de qualificação em metrologia.** Disponível em: <http://www.cect.com.br/AMOSTRA_APOSTILA_CALIBRACAO.pdf>. Acesso em: 05 set. 2017.

KARDEC, A.; NASCIF, J. **Manutenção:** função estratégica. 3. ed. Rio de Janeiro: Qualitymark: Petrobrás, 2009. 384 p.

MONCHY, François. **A Função Manutenção**. São Paulo: Durban, 1987.
RIO DE JANEIRO, PUC. **Metrologia**. Rio de Janeiro, [201-?]. **Treinamento de metrologia**. Disponível em: <https://www.maxwell.vrac.puc-rio.br/7362/7362_3.PDF>. Acesso em 12 de abril de 2017

SALGADO, João Vicente Falleiro. **Sistemática de avaliação e melhoria do processo de medição com suporte de um laboratório de serviços e assessoramento remoto**. 2004. 143 f. Dissertação (Mestrado em metrologia) - Universidade federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2004.

SERENO, H. R. S.; SHEREMETIEFF, Jr. A. Guia para elaboração de um plano de manutenção da confiabilidade metrológica de instrumentos de medição. *In: METROSUL*, n. 5, 2007.

SILVEIRA, Cid Vicentini. **Calibração**. Paraná, 2005. **Apostila de metrologia**. Disponível em: <<http://www.asmtreinamentos.com.br/downloads/manutencao/calibracao.pdf>>. Acesso em: 10 maio 2017.

SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R. **Administração da Produção**. ed. São Paulo: Atlas, 2002. 703 p.

TROJAN, F.; MARÇAL, R. F. M.; BARAN, L. R. Classificação dos tipos de manutenção pelo método de análise multicritério electre tri. *In: Simpósio brasileiro de pesquisa operacional*, n. 45, 2013, Natal. **Anais...** Natal, 2013. P 1-15.

VIANA, Hebert Ricardo Garcia. **PCM: planejamento e controle da manutenção**. ed. Rio de Janeiro: qualitymark, 2002, 192 p.

VAZ, José Carlos. Gestão da manutenção. *In: CONTADOR, José Celso. Gestão de operações: A engenharia de produção a serviço da modernização da empresa*. ed. 2. São Paulo: Edgard Blucher, 1998. Cap. 28, p. 397-408.