

MÉTODO PARA ALTERAÇÃO DE INTERVALOS ENTRE CALIBRAÇÕES EM UMA EMPRESA DO RAMO HIDRÁULICO

Maira Cristina Berti^a, Evandro Dalpissol^b

^a Acadêmica no Curso de Tecnólogo em Gestão da Qualidade do Centro Universitário da Serra Gaúcha.

^b Mestre em Administração, professor do Centro de Negócios da FSG.

Resumo

Ao longo do tempo um equipamento de medição tende a degradar seu desempenho, seja ele causado por tempo de uso, método de medição, condições ambientais, etc, afetando seu desempenho. O entendimento da necessidade de avaliar o desempenho de um equipamento de medição ao longo do tempo é fundamental para a confiabilidade dos resultados de medição e na obtenção da qualidade de produtos e processos nas empresas. Com base nisso, o presente estudo visa identificar como é definida a periodicidade na calibração dos instrumentos, tendo como objetivo mapear todos os instrumentos de medição, identificar e analisar os instrumentos críticos, e propor método para alterar os intervalos entre as calibrações. Com a avaliação correta do comportamento do instrumento, no intervalo de tempo adequado diminuimos o risco de problemas e tomadas de decisões errôneas.

Abstract

In the long run, a model for evaluating degraded performance is itself by time of use, evaluation method, environmental conditions, etc., affecting its performance. The understanding evaluation of the performance of the data long time of fundamental for the date of the results of measurement in the quality of products and processes in companies. Based on this, the present study aims at the definition of a periodization tool in the calibration of the instruments, aiming at the definition of all instruments of measurement, identification and critical analysis, and proportion for the change of data between calibrations. With a correct evaluation of the behavior of the instrument, no time interval has been diminished or risk of problems and mistaken decision making.

Palavras-chave

Calibração. Instrumentos.
Periodicidade.

Keywords

Calibration. Instruments.
Frequency

1 INTRODUÇÃO

Nos dias de hoje as organizações estão cada vez mais aprimorando seus processos produtivos, implantando novas tecnologias, a fim de obter ganhos na produtividade, mas também com esse avanço tecnológico se faz necessário aprimorar os controles sobre eles. Com isso, surge a necessidade de buscar confiabilidade no sistema de medição, reduzindo a variabilidade de seus processos.

Atualmente, as indústrias utilizam-se da rastreabilidade como uma das formas de garantir o controle sobre seus equipamentos. Conforme o Vocabulário Internacional de Metrologia (VIM,2012), estabelece que um padrão de medição pode servir de referencia na obtenção de valores medidos e incertezas de medição associadas para outras grandezas da mesma natureza, desta forma possibilita uma rastreabilidade metrológica por meio da calibração de outros padrões, instrumentos de medição ou sistema de medição

A calibração dos equipamentos de medição é de grande importância para a confiabilidade do produto e do controle do processo. Para atender esse requisito, o procedimento de calibração deve ser elaborado e realizado de forma a garantir que as calibrações e medições feitas pelo laboratório sejam rastreáveis ao Sistema Internacional. Conforme estes dados, a calibração dos equipamentos de medição possibilita uma série de benefícios, tais como: assegurar a rastreabilidade das medições, possibilitar a confiabilidade nos resultados medidos, diminuir a variação das especificações técnicas dos produtos, prevenir defeitos.

Com base na Norma ISO 9001, no item 7.6 que se refere a Controle de Equipamentos de Monitoramento e Medição, é possível compreender os cuidados que a empresa demanda para estar adequada aos padrões de qualidade que a certificação exige, referentes ao controle de seus equipamentos de medição.

Com base nessas considerações, o presente artigo tem como objetivo analisar o intervalo de calibração dos instrumentos de medição dentro de uma indústria do ramo hidráulico situada em Caxias do Sul - RS, avaliando de que maneira tais intervalos são determinados.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Início do Sistema de Gestão da Qualidade

A concepção de qualidade se desenvolveu desde as primeiras civilizações, tendo alguns países se destacado e vindo ser reconhecidos como especialistas de um produto ou técnica.

Segundo Carvalho (2005) explica que para entender a definição de gestão da qualidade, precisamos viajar um pouco no tempo, pois se fizermos a pergunta “o que é gestão da qualidade” a um artesão e confrontarmos com pessoas ao passar dos anos até os dias de hoje teremos diferentes respostas. O artesão tinha total domínio sobre todo seu ciclo de trabalho desde o projeto até a entrega ao cliente que geralmente estava próximo a produção do seu produto, explicando suas necessidades e expectativas, e a qualidade do produto era passado de boca a boca pelos clientes com satisfação garantida do produto adquirido.

Não existia preocupação com os conceitos de hoje sobre a qualidade moderna, como confiabilidade, conformidade, metrologia, tolerâncias e especificação, além do que, o foco era o produto não o processo.

Conforme Duret e Pillet (2009) o conceito de garantia da qualidade ficou em evidencia com a produção em série, herdado da indústria do armamento durante a Segunda Guerra Mundial, foi expandido com o desenvolvimento da indústria espacial e nuclear.

Cerqueira (2010) menciona que após a Segunda Guerra Mundial, ficou em evidencia o grande desenvolvimento tecnológico e industrial. Surgem no mercado novos materiais e novas fontes de energia, destacando-se a fornecida pelas centrais nucleares, com requisitos tecnológicos bastante exigentes e complexos. Com todos estes fatores tecnológicos, associados ao aumento de pressão provocada pela concorrência, trouxeram profundas revisões dos conceitos adotados e uma grande reviravolta administrativa e econômica nos meios empresariais, do mesmo modo que em toda a sociedade.

Isso vem ao encontro de Carvalho (2005) que relata que com a revolução industrial, onde foi deixado de lado a produção customizada e deu início a produção em larga escala, foram inventadas máquinas para produzir peças em grande volume e seguindo um padrão, com o trabalho fragmentado, cada trabalhador passou a fazer apenas uma etapa do trabalho durante toda sua jornada.

Duret e Pillet (2009) também comentam que as necessidades dos clientes progredem continuamente, sendo necessário que o sistema da qualidade se baseie em tecnologias, em

“saber-fazer” e entenda as exigências das encomendas. Com isso, é necessário continuamente satisfazer as exigências para a qualidade.

De acordo com Cavana (2008) as mudanças são importantes para Gestão da Qualidade e seus processos, pois mudanças podem ser definidas como qualquer alteração iniciada pela administração na situação ou no meio de trabalho de um indivíduo. A necessidade constante de mudanças pode ser vista como um ciclo: mudanças criam problemas; problemas exigem soluções; e as soluções criam mais mudanças.

Com o desenvolvimento do sistema de medidas, das ferramentas de controle estatístico do processo e do surgimento de normas específicas que o sistema de gestão da qualidade evoluiu gradativamente. Surge o modelo normativo da ISO (*International Organization for Standardization*) para a área de Gestão da Qualidade, a série 9000.

2.3 ABNT NBR ISO 9001

De acordo com Cerqueira (2010) os Sistemas da Qualidade formais e documentados iniciaram com o uso de normas para avaliação da extensão e da capacidade de empresas fornecedoras. Com isso, os clientes exigiam evidências objetivas de que seus fornecedores atenderiam aos requisitos especificados. Dessa forma, estariam selecionando os fornecedores que tinham reais condições para fornecer produtos conforme especificações requeridas.

Carvalho (2012) salienta que com a evolução dos conceitos de qualidade, surge a partir deste momento a necessidade e utilização de documentos normativos. Denominando estes documentos como regulamentos, especificações, relatórios e normas técnicas.

Com o passar do tempo, isso tornou-se um problema, pois cada vez mais as empresas estavam criando normas para atender campos específicos, ocasionando uma proliferação de normas a que os fornecedores deveriam atender, e conforme Cerqueira (2010) inviável em certas circunstâncias.

Segundo Duret e Pillet (2009) em 1987 surge a primeira versão das normas internacionais da família ISO 9000. Indicada a todos os setores econômicos, tem o objetivo de padronizar os diferentes modelos de gestão da qualidade existentes, servindo de base a todos os modelos futuros de gestão da qualidade entre fornecedores e clientes. Sendo adaptada para o sistema de normalização brasileiro, publicando-as com o prefixo NBR ISO.

Conforme Carvalho (2012) as normas são baseadas em conhecimentos consolidados da ciência, tecnologia e experiências anteriores. Abrangendo todos os ramos do conhecimento

humano desde tópicos eminentemente técnicos como concreto até complexos modelos administrativos como sistemas de gestão da qualidade e meio ambiente.

O autor também comenta que as normas podem ser internacionais (normas ISO), regionais (como exemplo Mercosul), nacionais (como por exemplo ABNT, DIN).

Cerqueira (2010) considera que a norma NBR ISO 9001 serve como exemplo de modelo de gestão preventivo, pois ela contempla um conjunto de requisitos preventivos estruturados, definindo de maneira planejada o que a organização deve fazer para atender à satisfação de seus clientes e a outros requisitos regulamentares ou estatutários que lhe sejam aplicáveis.

A ISO 9001:2015 determina em seu item 7.1,5 que a organização deve assegurar que os instrumentos de monitoramento e medição sejam adequados e apropriados para o tipo de atividade exercida pela empresa. Além disso, estes equipamentos de medição devem ser calibrados ou verificados para atestar a qualidade dos produtos, fornecendo resultados confiáveis desses instrumentos, visando garantir que se mantenha um registro dessas calibrações com intervalos determinados.

A norma determina ainda que os instrumentos sejam identificados e notificados quanto a sua situação (*status*) em relação à calibração, sempre levando em consideração que os mesmos necessitam de ajuste, a fim de fornecer evidências de sua conformidade. Em seu item 7.1.5.2, a ISO 9001:2015 trata da Rastreabilidade de Medição, onde a empresa deve assegurar que os instrumentos utilizados estejam em perfeitas condições de uso, realizando planos de manutenção periódica sempre que necessário, devendo assegurar que os padrões utilizados estejam em conformidade.

A rastreabilidade da medição viabiliza a confiança nos resultados medidos. Contudo, o instrumento de medição deve ser calibrado ou verificado antes da sua utilização e em intervalos específicos, devendo ser identificado para possibilitar a visualização do *status* da calibração. De acordo com a norma a rastreabilidade de padrões internacionais só é aplicável quando determinada como um item primordial pela organização ou por exigência de clientes, a fim de assegurar resultados válidos em relação a requisitos especificados.

2.4 NORMA ABNT NBR ISO 10012: 2004

A norma ABNT NBR ISO 10012, refere-se ao Sistema de Gestão de Medição – Requisitos para os processos de medição e equipamento de medição sugere que os processos de medição sejam considerados como processos específicos que visem dar suporte aos

produtos ou processos da organização. Conforme a norma, vários fatores influenciam na periodicidade das calibrações, conforme alguns mencionados a seguir:

- Criticidade do equipamento;
- Recomendação do fabricante;
- Dados de calibrações anteriores (tendência, ajustes);
- Histórico de manutenção;
- Tendência ao desgaste e à instabilidade;
- Condições ambientais, onde os mesmos são utilizados;
- Exatidão requerida ou pretendida para medida;
- Habilidade dos operadores que utilizam o equipamento;
- A troca de componentes originais por similares;

A norma também ressalta que quando um equipamento de medição é reparado, ajustado ou modificado a sua periodicidade de calibração deve ser analisada criticamente.

2.5 Metrologia

A metrologia é considerada uma ferramenta fundamental no crescimento industrial e na capacidade de inovação tecnológica de empresas e países, promovendo a competitividade e criando um ambiente favorável ao desenvolvimento científico e industrial, auxiliando na resolução de problemas do dia a dia e assegurando confiança nas medições realizadas nos diversos segmentos da economia.

De acordo com Ximenes (1998, p. 24) “ a metrologia abrange todos os aspectos teóricos e práticos relativos às medições, qualquer que seja a incerteza, em quaisquer campos da ciência ou tecnologia. ”

Conforme Toledo (2014) a metrologia visa assegurar confiança nas medições realizadas em todos os setores da economia, facilitando a produção e o comércio de produtos entre empresas do país e entre países, além de prover a confiança para o consumidor do que está adquirindo.

Isso vem ao encontro de Silva (2012), que menciona que o progresso do homem tem sido o passo de acompanhamento de sua habilidade de medir, ficando em evidencia nos dias atuais, pois a medição é uma linguagem comum entre as nações, expressa em números e reconhecida em qualquer lugar do mundo com o mesmo significado, ultrapassando as barreiras de comunicação linguística.

Silva (2012) também destaca a importância da padronização das unidades de medida, que no Brasil ocorreu durante o primeiro Império, onde foram feitas diversas tentativas de uniformização. Mas, foi apenas em 26 de junho de 1862 que Dom Pedro II promulgou a Lei Imperial nº 1.157 oficializando em todo território nacional, o sistema métrico francês. Sendo o Brasil, uma das primeiras nações a adotar o novo sistema, que seria utilizado em todo o mundo.

Devido ao crescimento industrial no país, surgiu-se a necessidade de instrumentos mais eficazes de controle que pudessem impulsionar e proteger fabricantes e consumidores. E em 1961 é criado o Instituto Nacional de Pesos e Medidas (INPM), que implantou a Rede Brasileira de Metrologia Legal e Qualidade e instituiu o Sistema Internacional Unidades (SI) em todo território nacional.

Ainda conforme relatos de Silva (2012) em 1973 foi criado o Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (Inmetro), visando o aperfeiçoamento, na exatidão e, principalmente no atendimento das exigências do consumidor.

Nesta mesma linha de raciocínio está Toledo (2014) que destaca a confiabilidade e a conformidade dos produtos e processos através de ações que devem ocorrer por meio da calibração de instrumentos de medição, definição de boas práticas de medição, gestão e manutenção de instrumentos de medição.

2.6 Calibração e periodicidade de calibração

Com base no Vocabulário Internacional de Metrologia (VIM,2012), calibração é o conjunto de operações que estabelece, sob condições especificadas, a relação entre os valores indicados por um equipamento de medição ou valores representados por uma medida materializada ou um material de referência e os valores correspondentes das grandezas estabelecidas por padrões.

Com nisso Toledo (2014) afirma que calibração é a comparação entre valores indicados por um instrumento de medição e aqueles indicados por um padrão de referência, considerado instrumento de classe superior.

Assim, a calibração permite verificar se os desvios entre os valores indicados por um instrumento ou sistema de medida, ou os valores representados por uma medida materializada, e os valores conhecidos correspondentes de uma grandeza medida são inferiores aos erros máximos tolerados.

Para Silva (2012) ao longo do tempo ocorrem desgastes e a degeneração de componentes, fazendo que o comportamento e o desempenho dos instrumentos apresentem problemas, surgindo a necessidade de verificações periódicas, a intervalos regulares, para que instrumentos e padrões sejam recalibrados.

Com base nisso, o intervalo de calibração pode ser definido como o período de tempo compreendido entre duas calibrações consecutivas de um determinado sistema ou instrumento de medição.

Conforme DRYER (*apud* ALBERTAZZI, 152p) a periodicidade proporciona a previsão de acontecimentos ou situações com base na análise de que decorreu em um determinado período ou tempo definido, podendo ser este período dias, semanas, meses, anos, etc. Cada vez que a situação se repete, é considerado que se passou 1 período ou ciclo. A medição de um período refere-se à frequência do modelo de situação analisado.

Ainda conforme Silva (2012) alguns fatores influenciam na determinação do intervalo de calibração, como por exemplo: frequência de utilização, tipo de instrumento, recomendações dos fabricantes, dados de tendência de calibrações anteriores, históricos de manutenção, condições ambientais agressivas (temperatura, umidade, vibração, etc).

De acordo com DRYER (*apud* MORRIS, 1991) considera que para a execução da calibração ocorrer de modo eficaz, se faz necessário o planejamento e a definição do método, dos padrões e da frequência de calibração e da identificação do *status* da calibração a ser adotada.

Conforme Toledo (2014) a periodicidade é necessária em função do rápido deterioramento das características metrológicas resultante do mau uso, de choques, etc. Os intervalos podem ser reduzidos se os resultados de calibrações prévias demonstrarem sistematicamente a condição de não conformidade do equipamento ou padrão.

Além das condições de uso dos equipamentos, outro ponto importante na tomada de decisão para determinar a periodicidade da calibração é o custo, tornando-se este um fator limitador algumas vezes.

A mudança do intervalo pode se dar após um acúmulo de experiência e de informação do comportamento do sistema de medição, sendo necessária revisão contínua do intervalo de calibração.

2.7 Métodos para alterar a periodicidade da calibração

De acordo com Trindade e Santos (2016), cada empresa determina o intervalo de calibração de seus instrumentos conforme suas necessidades, buscando reduzir custos com calibração e garantir a qualidade dos seus produtos. Ao longo dos anos, foram desenvolvidos métodos para definir a periodicidade de calibração. São eles: Método A1, A2, A3, A4 e Método de Schumacher.

2.7.1 Método A1

No gerenciamento das calibrações através do Método A1 a periodicidade entre as mesmas pode ser ajustada, conforme Trindade e Santos (2016) deve-se considerar duas condições de conformidade:

- 1 - se após a calibração, o instrumento se encontrar dentro da tolerância especificada, podendo aumentar em 10% o período de calibração;
- 2 - quando o instrumento calibrado estiver fora das especificações, deve-se diminuir em 55% o período de calibração.

De encontro a isto está PORTELLA (2003), que também afirma que o intervalo entre as calibrações dos instrumentos pode ser ajustado, levando-se em consideração os dois fatores acima citados: a condição de conformidade do instrumento na calibração e um grau de confiabilidade de medição.

2.7.2 Método A2

Como analisado no método anterior, este também é definido em função da conformidade do instrumento. De acordo com Novaski e Franco (2000), para este método, utiliza-se um plano de ajuste, levando-se em consideração a amplitude da variação dos desvios encontrados fora da tolerância.

Segundo Trindade e Santos (2016), o Método A2 também é definido a partir da conformidade do instrumento; porém, seu ajuste depende dos desvios, em comparação com a tolerância do processo. Os desvios são classificados em três códigos: 0, 1 e 2. O código 0 é utilizado para instrumentos que apresentam desvios dentro das especificações. O código 1 é usado para instrumentos que apresentam desvios fora das especificações, apresentando valores menores que duas vezes suas especificações. Por fim, utiliza-se o código 2 para

instrumentos que apresentam desvios fora das especificações, apresentando valores maiores que duas vezes suas especificações.

Assim, são utilizados três códigos para identificar o grau de especificação dos desvios encontrados, sendo eles, 0, 1 e 2. Para um nível de confiança de aproximadamente 90%, o intervalo de calibração é ajustado conforme fator apresentado no quadro 1.

Código e fator para ajuste do intervalo de calibração para Método A2		
Código	Descrição	Fator
0	Para instrumentos que apresentam desvios dentro das especificações.	+ 1,81%
1	Para instrumentos que apresentam desvios fora das especificações, apresentando valores menores que duas vezes suas especificações.	-12,94%
2	Para instrumentos que apresentam desvios fora das especificações, apresentando valores maiores que duas vezes suas especificações.	-20,63%

Quadro1: Código e fator para ajuste do intervalo de calibração pelo Método A2
Fonte: Novaski e Franco (2000).

Através deste método é possível análises individuais dos instrumentos, sendo considerado de baixa dificuldade operacional, porém não considera o histórico e desempenho do instrumento.

2.7.3 Método A3

No Método A3, segundo PORTELA (2003), considera-se o desvio encontrado, comparando-o com o especificado pelo processo. Após analisada a condição de conformidade do instrumento no período atual da calibração e no histórico das duas calibrações anteriores, determina-se as seguintes medidas: continuar, aumentar, reduzir ou reduzir drasticamente ao período atual.

Através do estado da conformidade obtido com relação às tolerâncias estabelecidas, o equipamento recebe a classificação de Conforme ou Não Conforme. Em função desses resultados, o intervalo pode ser estendido, mantido ou reduzido, desta forma, justificando as alterações ou manutenção no período atual de calibração, assim como os respectivos percentuais.

O quadro 2 abaixo apresenta alguns exemplos de ajustes em função dos intervalos atuais.

<i>Intervalo atual</i>	<i>Estender</i>	<i>Reduzir</i>	<i>Reduzir drasticamente</i>
35	70	35	35
70	105	35	35
105	140	70	70
140	210	105	70
175	245	140	105
210	315	175	105
245	350	210	140
280	420	245	140
315	420	280	175
350	525	315	175

Quadro 2: Ajustes sugeridos pelo Método A3 em dias
Fonte: Dunham e Machado (2008)

De acordo com Dunham e Machado (2008), no quadro 2 verifica-se que os percentuais de ajustes são variáveis em função da atual periodicidade. Com o intervalo atual de 175 dias o aumento desse intervalo será de 40%, a redução normal de 20% e a redução drástica de 40%. No caso da frequência atual de 350 dias o aumento será de 50%, redução normal de 10% e a redução drástica de 50%.

2.7.4 Método A4

O Método A4 conforme Dunham e Machado (2008), utiliza o conceito de conformidade com que o instrumento é encontrado na calibração (conforme ou não conforme), o nível de confiança desejado e o número de ciclos de calibrações já executados.

2.7.5 Método Schumacher

Conforme Trindade e Santos (2016), o Método Schumacher classifica os instrumentos de acordo com as condições em que se encontram no momento atual, considerando o registro histórico, utiliza-se das seguintes decisões para registro:

A - Avaria: está relacionado a problemas nos parâmetros do instrumento, como por exemplo, reclamações de usuários ou tolerâncias.

C - Conforme: conformidade comprovada na análise do certificado de calibração.

F - Fora de Tolerância: o instrumento funciona bem, mas fora da tolerância especificada, considerado não conforme.

Trindade e Santos (2016), explica que se o instrumento apresentar uma sequência de C significa que a periodicidade de calibração pode-se ampliar. Contudo, uma seqüência de A ou F significa que a periodicidade deve ser reduzida.

Além dessas situações, pode aparecer casos intermediários, como alternância entre A - Avaria, C- Conforme e F- Fora de Tolerância. Neste caso, as informações nos registros irão permitir a tomada de decisão a respeito da duração dos ciclos.

De acordo com Novaski e Franco (2000), o quadro 3 mostra os casos com pelo menos dois ciclos anteriores ao atual. Com base no desempenho anterior e na condição atual, podem-se tomar as seguintes decisões:

- E - Aumentar: indica que a duração deve ser aumentada, pois instrumento está conforme;
- D - Diminuir: indica que a duração deve ser diminuída, pois instrumento encontra-se não conforme;
- M - Máxima Redução: indica a redução de ciclos até a duração mínima, devido reincidência de não conformidade;
- P - Permanece: indica que permanece o mesmo ciclo, pois histórico não modificou;
- N - Novo: indica um novo ciclo.

Exemplo das tomadas de decisões, baseadas na condição do equipamento e em ciclos anteriores.			
Ciclos Anteriores	Condições de Recebimento		
	A	F	C
CCC	P	D	E
NCC	P	D	E
ACC	P	D	P
CN	M	M	P
CA	M	M	P
NC	P	M	P
NN	M	M	P
NA	M	M	P
AC	P	D	P
AN	M	M	P
AA	M	M	P

Quadro 3: Exemplo das tomadas de decisões, baseadas na condição do equipamento e em ciclos anteriores.

Fonte: Novaski e Franco (2000)

De acordo com PORTELA (2003), o Método de Schumacher é semelhante ao método A3, porém para aumentar o período das calibrações, são investigados os três ciclos anteriores de calibração.

3 METODOLOGIA

Este trabalho se caracteriza como estudo de caso, que conforme Roech (1999) possibilita um aprofundamento a respeito de um fenômeno de acordo com o contexto no qual ele se insere. O estudo de caso mostra-se vantajoso na medida em que é possível fazer tanto uma análise mais ampla, quanto enfatizar determinadas áreas e aspectos situacionais. O presente trabalho tem como seu objetivo geral analisar os métodos para definir alteração de intervalos de calibração em uma empresa do ramo hidráulico situada na cidade de Caxias do Sul - RS.

Com a finalidade de determinar um método que seja mais adequado para a empresa em questão, será necessário realizar coleta de dados e análise documental. Mapear todos os instrumentos de medição da empresa para posteriormente identificar os instrumentos mais críticos. Para realizar este levantamento será necessário obter as seguintes informações compiladas em planilha de Excel: TAG do instrumento (identificação individual de cada instrumento), descrição do equipamento, capacidade, unidade de medida, frequência de calibração em meses, erro mais incerteza de medição (informação retirada do certificado de calibração), critério de aceitação do instrumento.

A empresa em questão possui atualmente 800 instrumentos de medição, estando eles distribuídos pelas linhas de produção (montagem e teste), usinagem, retifica, controle de qualidade e laboratório de engenharia.

Após levantamento histórico de todos os equipamentos da empresa, optou-se para analisar no estudo em questão os seguintes equipamentos: taquímetro e medidor de forma, conforme figura 1 abaixo. Com a finalidade de se coletar indícios que possam fornecer informações de qual será o melhor modelo quantitativo a ser utilizado, foi considerado os locais, frequência e pessoas que utilizam os equipamentos em situações diferentes.

Os tempos estimados para cumprimento das atividades listadas acima estão apresentados no quadro 4, conforme cronograma abaixo:

Data Início		16/abr/18		Cronograma de Atividades					
Responsável		Maira Berti		Coleta de Informações					
Objetivo	Fluxo de trabalho	Meta		1ª Quinzena	2ª Quinzena	1ª Quinzena	2ª Quinzena	1ª Quinzena	2ª Quinzena
				Abril	Abril	Mai	Mai	Junho	Junho
Definir Método para Alteração de Intervalos entre as Calibrações	Controlar e Monitorar todo Processo de Cadastro, Registro e Movimentação dos Instrumentos	Definir método para alterar os intervalos entre as calibrações	Revisão bibliográfica						
			Identificar instrumentos						
			Mapear locais dos instrumentos						
			Criar planilha de excel						
			Realizar levantamento de informações através de certificado de calibração (erro+incerteza)						
			Análise dos dados						
Determinar Método para Periodicidade									

Quadro 4: Cronograma de Atividades

Fonte: Própria



Figura 1: Torquimetro de Estalo e Medidor de Forma

Fonte: Própria

4 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

4.1 Método sugerido: método de Schumacher

O método utilizado para reavaliar a periodicidade de calibração foi o Método de Schumacher. Conforme Dunham e Machado (2008), esse método avalia o histórico de no mínimo três resultados de calibrações anteriores, a metodologia propõe uma comparação entre os resultados de calibração obtidos pelo equipamento em um ciclo pré-determinado de tempo. A partir da análise desses resultados, é possível definir se o período está correto, se deve ser aumentado ou reduzido, fornecendo as seguintes informações para a tomada de decisão:

- a. aumentar a periodicidade, quando instrumento estiver conforme;

- b. diminuir a periodicidade, devido instrumento não conforme;
- c. máxima redução da periodicidade, quando há reincidência;
- d. permanecer, quando o histórico não modifica o ciclo.

O primeiro passo será necessário fazer o levantamento da atual periodicidade que os equipamentos se encontram (periodicidade foi determinada conforme recomendação do fabricante – 12 meses), após criar uma coluna na planilha de Excel, conforme quadro 5 abaixo, classificando em conforme ou não atende aos critérios de aceitação, baseado nas informações extraídas do certificado de calibração, conforme os códigos abaixo:

- C: está conforme os critérios de aceitação;
- F: não atende aos critérios de aceitação;
- N: novo
- A: apresenta avaria;
- P: permanece;
- E: estender;
- D: diminuir;
- M: máxima redução.

Código	Equipamento	Resolução	Frequencia Calibração Mês	VALOR CALIBRAÇÃO	Calibração	Critério Aceitação	Valor Certificado (Erro + Incerteza)	Unidade	Classificação Método Schumacher
61-010	Torquímetro 8 - 40 Nm	5Nm	12	R\$ 55,59	set/14	2	1,72	Nm	C
61-010	Torquímetro 8 - 40 Nm	5Nm	12	R\$ 55,59	set/15	2	1,74	Nm	C
61-010	Torquímetro 8 - 40 Nm	5Nm	12	R\$ 55,59	set/16	2	1,08	Nm	C
61-010	Torquímetro 8 - 40 Nm	5Nm	12	R\$ 55,59	set/17	2	0,87	Nm	F
22-003	Máquina de Medição de Forma Taylor 0-500mm	0,000003	12	R\$ 6.890,00	mai/16	0,0005	0,00038	mm	C
22-003	Máquina de Medição de Forma Taylor 0-500mm	0,000003	12	R\$ 8.280,00	mai/17	0,0005	0,00037	mm	C
22-003	Máquina de Medição de Forma Taylor 0-500mm	0,000003	12	R\$ 9.670,00	mai/18	0,0005	0,00024	mm	C
61-012	Torquímetro 20-120 Nm	5	12	R\$ 55,59	set/15	6	1,22	Nm	C
61-012	Torquímetro 20-120 Nm	5	12	R\$ 55,59	set/16	6	1,22	Nm	C
61-012	Torquímetro 20-120 Nm	5	12	R\$ 243,90	set/17	6	1,73	Nm	F

Quadro 5: Gerenciamento dos Equipamentos de Medição

Fonte:Própria (2018).

Depois de analisadas todas as calibrações do ciclo, será necessário comparar os resultados e, assim, avaliar se a periodicidade está correta ou não.

Essa análise pode indicar a permanência, a ampliação ou ainda a redução do período de calibração atual. O quadro 6 abaixo apresenta a relação que deve ser feita com o resultado da avaliação dos certificados.

Ciclos anteriores	Condição no recebimento		
	A	F	C
CCC	P	D	E
NCC	P	D	E
ACC	P	D	P
CN	M	M	P
CA	M	M	P
NC	P	M	P
NN	M	M	P
NA	M	M	P
AC	P	D	P
NA	M	M	P
AA	M	M	P

Quadro 6: Ações para o estabelecimento de ajuste segundo o método de Schumacher.
Fonte: Dunham e Machado (2008).

Após analisar a tabela, aplicou-se a seguinte regra:

- E: aumentar a periodicidade: 20%;
- D: diminuir a periodicidade: 10%;
- M: máxima redução da periodicidade: 35%;
- P: mantém a mesma periodicidade.

Após analisado os ciclos das calibrações, é possível cruzar os dados obtidos, chegando então ao seguinte resultado abaixo, conforme o quadro 7 (linhas destacadas em verde). Onde é apresentado as novas periodicidades, com base no método de Schumacher.

Código	Equipamento	Resolução	Frequencia Calibração Mês	VALOR CALIBRAÇÃO	Calibração	Critério Aceitação	Valor Certificado (Erro + Incerteza)	Unidade	Classificação Método Schumacher
61-010	Torquímetro 8 - 40 Nm	5Nm	12	R\$ 55,59	set/14	2	1,72	Nm	C
61-010	Torquímetro 8 - 40 Nm	5Nm	12	R\$ 55,59	set/15	2	1,74	Nm	C
61-010	Torquímetro 8 - 40 Nm	5Nm	12	R\$ 55,59	set/16	2	1,08	Nm	C
61-010	Torquímetro 8 - 40 Nm	5Nm	12	R\$ 55,59	set/17	2	0,87	Nm	F
61-010	Torquímetro 8 - 40 Nm	5Nm	10		jul/18	2			
22-003	Máquina de Medição de Forma Taylor 0-500mm	0,000003	12	R\$ 6.890,00	mai/16	0,0005	0,00038	mm	C
22-003	Máquina de Medição de Forma Taylor 0-500mm	0,000003	12	R\$ 8.280,00	mai/17	0,0005	0,00037	mm	C
22-003	Máquina de Medição de Forma Taylor 0-500mm	0,000003	12	R\$ 9.670,00	mai/18	0,0005	0,00024	mm	C
22-003	Máquina de Medição de Forma Taylor 0-500mm	0,000003	14		jul/19	0,0005			
61-012	Torquímetro 20-120 Nm	5	12	R\$ 55,59	set/15	6	1,22	Nm	C
61-012	Torquímetro 20-120 Nm	5	12	R\$ 55,59	set/16	6	1,22	Nm	C
61-012	Torquímetro 20-120 Nm	5	12	R\$ 243,90	set/17	6	1,73	Nm	F
61-012	Torquímetro 20-120 Nm	5	10		jul/18	6			

Quadro 7: Gerenciamento dos Equipamentos de Medição
Fonte: Própria (2018).

A reavaliação será realizada através do preenchimento da planilha de Gerenciamento dos Equipamentos de Medição. Após essa avaliação, a planilha de gerenciamento de calibração deverá ser atualizada nas seguintes abas: erro mais incerteza de calibração, unidade e classificação de acordo com: C para os certificados que apresentarem resultados conforme os critérios de aceitação e de um F para os certificados que apresentarem resultados fora dos critérios de aceitação. Essas informações, inseridas na planilha de gerenciamento, facilitarão a consulta para reavaliar a periodicidade.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

De acordo com os dados citados anteriormente, observou-se que atualmente as normas não padronizam a frequência ou a periodicidade de calibração dos instrumentos de medição utilizados nas indústrias, somente mencionam fatores que podem influenciar na frequência de calibração e sugerem métodos a serem seguidos para ajuste na frequência de calibração, dando assim, autonomia para cada empresa fazer uma busca do método mais proveitoso e apreciativo para as suas atividades.

A partir dos resultados demonstrados acima, é possível notar que as determinações do fabricante por si só não são suficientes, mas é necessário monitorar os equipamentos da empresa, para validar se o que foi determinado se encaixa ao contexto de produção ou se as condições de uso do instrumento na sua linha de produção não fazem com que ele necessite de mais ou menos calibrações.

Também é essencial considerar o tempo como uma medida, e os intervalos de calibração dos equipamentos de medição devem ser monitorados, para que a empresa não desperdice dinheiro, seja calibrando em excesso ou fabricando produtos não conformes.

6 REFERÊNCIAS

ALVAREZ, M. E. B. **Gestão de Qualidade, Produção e Operações**. 2 ed. São Paulo: Atlas, 2016.

CAVANA, J. D. **Implantação de um Programa de Qualidade sob a Ótica de Gestão de Mudanças**. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2008.

CARVALHO, M. M. (Coord.) et al. **Gestão da Qualidade: teoria e casos**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2005.

CARVALHO, M. M. (Coord.) et al. **Gestão da Qualidade: teoria e casos**. 2ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2012.

CERQUEIRA, J. P. **Sistemas de Gestão Integrados: ISO 9001, NBR 16001, OHSAS 18001, SA 8000: conceitos e aplicações**. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2010.

COUTO, B. A.; MARASH, I. R. **Gestão por Processos em Sistemas de Gestão da Qualidade**. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2012.

DRYER, F. J. **Análise de intervalo de calibração de instrumentos de medição: estudo de caso entre empresas de Panambi**. Panambi: UNIJUI, 2014. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Mecânica) Faculdade de Engenharia Mecânica, Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, 2014. Disponível em: https://scholar.google.com.br/scholar?hl=pt-BR&as_sdt=0%2C5&q=An%C3%A1lise+de+intervalo+de+calibra%C3%A7%C3%A3o+de+instrumentos+de+medi%C3%A7%C3%A3o+estudo+de+caso+entre+empresas+de+Panambi&btnG=&lr=lang_pt. Acesso em: 22 mai. 2018

Guia para determinação de intervalos de calibração de instrumentos de medição – ILAC-G24; OIML D10, 2007

INMETRO – INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA, NORMALIZAÇÃO E QUALIDADE INDUSTRIAL. Disponível em: <https://www.inmetro.gov.br/>. Acesso em: 23 abr. 2018

DURET, D.; PILLET M. **Qualidade na Produção: da ISO 9000 ao Seis Sigma**. Lisboa: Lidel, 2009.

PALADINI, E. P. **Gestão da Qualidade**. 3 ed. São Paulo: Atlas, 2012.

REVISTA BANAS METROLOGIA. Disponível em: <https://www.banasmetrologia.com.br/>. Acesso em: 01 jun. 2018.

ROESCH, S. M. **Projetos de Estágio e de Pesquisa em Administração: guia para estágios, trabalhos de conclusão, dissertações e estudos de casos**. São Paulo: Atlas, 1999.

SILVA NETO, J. C. **Metrologia e Controle Dimensional**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2012.

TOLEDO, J. C. **Sistemas de Medição e Metrologia**. Curitiba: Intersaberes, 2014.

VOCABULÁRIO INTERNACIONAL DE METROLOGIA (VIM). Conceitos fundamentais e gerais e termos associados. Rio de Janeiro, 2012. Disponível em: http://www.inmetro.gov.br/inovacao/publicacoes/vim_2012.pdf. Acesso em: 02 jun. 2018.

XIMENES, F. A. **Consolidação das Leis Metrológicas e de Qualidade**. Curitiba: Juruá, 1998.