

METROLOGIA E QUALIDADE - SUA IMPORTÂNCIA COMO FATORES DE COMPETITIVIDADE NOS PROCESSOS PRODUTIVOS

Wilson Donizeti Fernandes (UNIP)

estagio106@sp.senai.br

Pedro Luiz Oliveira Costa Neto (UNIP)

politeleia@uol.com.br

José Ricardo da Silva (UNIP)

jricardo@sp.senai.br



Um dos principais fatores de competitividade das empresas produtoras de bens de consumo está no seu processo produtivo. A Metrologia inserida no contexto do processo de produção atua como sensor, monitorando e controlando variáveis e atributos dos produtos. A Qualidade e Produtividade, vistas em outros tempos como elementos dissociados, atualmente andam juntas, impactando fortemente na competitividade das empresas, melhorando a performance dos processos, a qualidade dos produtos e reduzindo custos. Este artigo elucida a importância do binômio Metrologia/Qualidade para a competitividade das empresas em seus processos produtivos. De maneira objetiva, apresenta-se a contribuição para se atingir a Qualidade e a Produtividade na produção através de ferramentas da Metrologia, mediante a avaliação da incerteza da medição, a calibração e a rastreabilidade.

Palavras-chaves: Metrologia. Qualidade. Calibração. Rastreabilidade.

1. INTRODUÇÃO

A Metrologia está cada vez mais inserida no mundo, principalmente nos países desenvolvidos. No entanto, no Brasil, sua implementação e conhecimento ainda é recente. O governo brasileiro, percebendo o papel vital da Metrologia no desenvolvimento do país e dando continuidade às ações iniciadas com a Política Industrial, Tecnológica e de Comércio Exterior (PITCE) e do Programa Sistema Brasileiro de Tecnologia (SIBRATEC), nos quais a Metrologia tem papel estratégico no apoio à competitividade do setor produtivo nacional assim como nos segmentos de saúde, meio ambiente, segurança e defesa do País, elaborou documento que estabelece as Diretrizes Estratégicas para a Metrologia Brasileira 2008-2012, atualizando conceitos e estratégias, bem como explicitando os desafios e as orientações alinhadas às novas demandas para a Metrologia Brasileira. Nesse sentido, coloca-se a Metrologia como pilar fundamental para o crescimento e inovação tecnológica, promoção da competitividade e criação de um ambiente favorável ao desenvolvimento científico e industrial em todo o país.

A Metrologia, definida como a ciência da medição, tem como foco principal prover confiabilidade, credibilidade, universalidade e qualidade às medidas. Como as medições estão presentes, direta ou indiretamente, em praticamente todos os processos de produção industrial de tomada de decisão, a abrangência da metrologia é imensa, envolvendo a indústria, o comércio, a saúde, a segurança, a defesa e o meio ambiente, entre outros. Segundo o Conselho Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (CONMETRO), no documento, “Diretrizes Estratégicas para a Metrologia Brasileira 2008 – 2012”, estima-se que cerca de 4 a 6% do PIB nacional dos países industrializados sejam dedicados aos processos de medição. Trata-se de uma ciência que abrange aspectos teóricos e práticos relacionados à medição, garantindo que a qualidade esteja presente em todas as fases de fabricação de um produto. Traz confiança a quem adquire e a quem comercializa o produto. Sua essência é assegurar exatidão aos processos produtivos na indústria, em qualquer que seja o campo de atuação.

A indústria brasileira está em crescimento consistente, demandando maior volume e maior qualidade dos serviços metrológicos. A inserção do Brasil no mercado globalizado requer uma forte base metrológica para promover exportações e barrar importações sem qualidade. A Metrologia viabiliza um subsídio ideal à competitividade, além do crescimento da consciência da cidadania, o que aumenta a demanda por serviços de qualidade relacionados com a saúde, a segurança e o meio ambiente.

Outro aspecto em que a metrologia tem papel estruturante, é o referente à inovação, pois a infra-estrutura laboratorial metrológica existente, organizada em suas diversas redes como ofertantes de serviços metrológicos com a qualidade exigida pelo mercado, pode contribuir para o setor empresarial reduzindo custo e tempo do desenvolvimento e avaliação das inovações. Esse esforço deve estar alinhado com as demais políticas públicas de apoio ao desenvolvimento produtivo e as questões transversais, como de tecnologia, financiamento, entre outras. Hoje o Sistema Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (SINMETRO) conta com um braço executivo forte, no INMETRO – Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial, competente e respeitado, apoiado pela Rede Brasileira de Calibração (RBC), que asseguram uma oferta de serviços metrológicos para sustentar, de forma diferenciada, o setor produtivo, agilizando os processos de inovação nas empresas, além de validar etapas do processo de desenvolvimento e

minimizar riscos para as empresas. Torna-se fundamental o setor produtivo conhecer a capacidade instalada dos serviços metrológicos no país, bem como apontar suas reais necessidades, de forma a permitir a construção de políticas e instrumentos públicos que fortaleçam o Sistema Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial, dentro de um compromisso de mecanismo de apoio efetivo à competitividade do setor produtivo brasileiro

2. ÁREAS DE ATUAÇÃO DA METROLOGIA

A Metrologia divide-se em três vertentes: a Científica, a Industrial e a Legal. A Metrologia Científica trata, fundamentalmente, dos padrões de medição internacionais relacionados ao mais alto nível de qualidade metrológica. Como desdobramento, estas ações alcançam os sistemas de medição das indústrias, responsáveis pelo controle dos processos produtivos e pela garantia da qualidade dos produtos finais, através da chamada Metrologia Industrial. O INMETRO é o órgão que tem a responsabilidade de manter as unidades fundamentais de medida no Brasil, garantir a rastreabilidade aos padrões internacionais e disseminá-las, com seus múltiplos e submúltiplos, até as indústrias. Essa disseminação se dá através da RBC, formada por uma rede com um número próximo de 500 laboratórios de calibração acreditados pelo INMETRO. A Metrologia Legal, por sua vez, é a área da metrologia referente às exigências legais, técnicas e administrativas relativas às unidades de medidas, aos instrumentos de medir e às medidas materializadas. Objetiva fundamentalmente as transações comerciais, em que as medições são extremamente relevantes no tocante aos aspectos de exatidão e lealdade. O governo promulga leis e regulamentos técnicos fixando as modalidades da atividade de metrologia legal, notadamente no que tange às características metrológicas dos instrumentos envolvidos em tais operações. A elaboração da regulamentação baseia-se nas recomendações da Organização Internacional de Metrologia Legal (OIML) e conta com a colaboração dos fabricantes dos instrumentos e de entidades dos consumidores.

3. FERRAMENTAS DA METROLOGIA E QUALIDADE

A Metrologia Industrial, no seu elo primário, tem por função fomentar a produção com qualidade, atuando no processo, condição fundamental para que as empresas sejam cada vez mais competitivas no mundo empresarial, atribuindo aos produtos melhor valor agregado e qualidade de consumo no mercado nacional. Na importação de produtos, a Metrologia tem papel regulador, impedindo que produtos de baixa qualidade entrem no país. Na exportação, reduz das barreiras técnicas comerciais, permitindo a entrada de produtos nacionais em outros países.

Os sistemas de controles metrológicos acrescentam benefícios aos sistemas produtivos, reduzem os custos com trabalho e retrabalho e influenciam diretamente na qualidade dos produtos e serviços, além de agregar credibilidade para as empresas que os adotam. Nesses sistemas, especificamente, a aplicação da calibração e a avaliação da incerteza conferem qualidade metrológica a instrumentos e padrões do processo de produção. A calibração, definida pelo Vocabulário Internacional de Termos Fundamentais e Gerais de Metrologia – VIM (INMETRO, 2007) como "Conjunto de operações que estabelece, sob condições especificadas, a relação entre os valores indicados por um instrumento de medição ou sistema de medição ou valores representados por uma medida materializada ou um material de

referência, e os valores correspondentes das grandezas estabelecidos por padrões”, quando aplicada de modo otimizado, oferece um retorno financeiro, com geração de lucros, maior confiabilidade, credibilidade e conseqüente competitividade das empresas. Para Albertazzi & Souza (2008), “a manutenção da confiabilidade metrológica de sistemas de medição é a principal motivação para a realização de calibrações”. Há benefícios por toda parte: para o cidadão que consome o produto, para aquele que produz e controla e, principalmente, para a economia de forma mais geral. Para uma maior percepção da importância da calibração e seu impacto econômico, a seguir são dados alguns exemplos: No primeiro, basta imaginar em uma montadora de veículos ou aviões recebendo peças que se encaixam umas nas outras fora de padrão, fornecidas por fornecedores terceirizados. Os prejuízos devido a retrabalho, atrasos de entrega, multas, desperdício de material, seriam enormes para ambos os lados. Um outro exemplo, a medição de vazão na transferência de custódia e nos controles de processos industriais. Neste caso, pode-se dizer que a transferência do produto (que pode ser um combustível, fluido lubrificante, produto de limpeza, água, etc), é equivalente a um volume de dinheiro transferido de uma empresa a outra. Quanto mais exata é a medição, menor é a margem de injustiça que está sendo cometida com um dos lados, pois se a leitura do medidor de vazão mostrar um valor maior do que o verdadeiro, comete-se uma injustiça contra quem está comprando na mesma proporção do seu erro. Num sistema de abastecimento de combustível, isto pode representar milhares de reais diariamente. Já no caso da utilização do medidor de vazão para aplicação em controle de processos industriais, o erro de calibração vai impactar diretamente a qualidade do produto final, pois, quanto maior o erro num processo de batelada, por exemplo, menor será a repetitividade do produto final e, por conseqüência, haverá desvios na especificação do produto sendo fabricado. Isso pode causar refugo, retrabalho ou mesmo má qualidade no produto final. Nota-se, através de exemplos simples, que a falta da calibração pode significar prejuízos imensuráveis em produtos, processos, serviços e para a imagem da empresa. Deve-se reforçar ainda que, sem calibração e devido à medição sem qualidade, o prejuízo pode ocorrer tanto por parte do fornecedor quanto por parte do comprador do produto.

A calibração, por sua vez, deve estar atrelada a padrões de referência com rastreabilidade. De acordo com a norma ISO 8402, “rastreabilidade é a capacidade de traçar o histórico, a aplicação ou a localização de um item através de informações previamente registradas”. A rastreabilidade é responsável pela garantia de que a grandeza em processo de medição, ou controle, está obedecendo à cadeia de rastreabilidade. Em outras palavras, o quanto a medição está em acordo com um valor de referência conhecido, ou a qual distância de um valor verdadeiro se está reproduzindo essa medida. Tem-se, então, a importância da incerteza dos resultados em todos os níveis de comparação, desde a comparação inicial com o padrão primário, até o instrumento reproduzindo essa medida diretamente no produto. Segundo o *Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement* (ISO GUM), a incerteza da medição é um “parâmetro, associado ao resultado de uma medição, que caracteriza a dispersão dos valores que podem ser fundamentadamente atribuídos a um mensurando”. A seguir, na Figura 1, para se ilustrar a rastreabilidade, é demonstrada a hierarquia dos padrões metrológicos, segundo a Confederação Nacional das Indústrias (CNI).

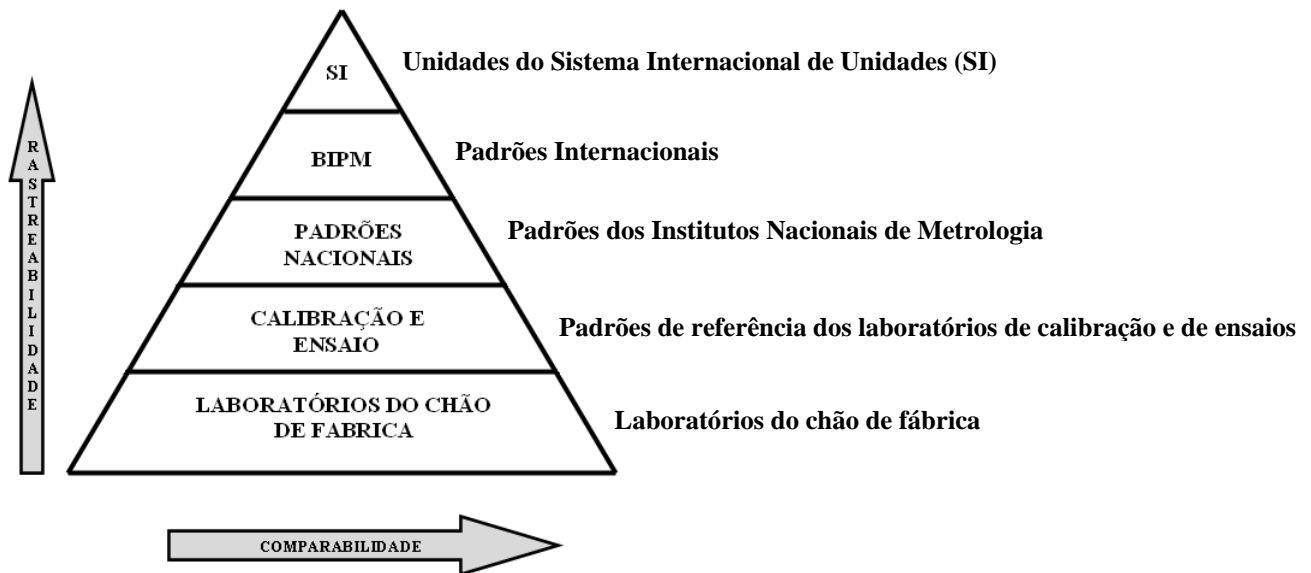


Figura 1 – Hierarquia da Rastreabilidade

Fonte: CNI (2009)

Com este contexto, a metrologia é a base física da qualidade e fundamental para a competitividade das indústrias e desenvolvimento tecnológico do país, não sendo a obra do acaso que faz com que os países mais desenvolvidos do mundo invistam cerca de 4% a 6% do PIB em operações metrológicas, e sim, a visão da importância que esta ciência representa para seu desenvolvimento sustentável.

4. CONTROLE DA QUALIDADE

Uma das operações fortemente relacionadas à metrologia industrial é o controle da qualidade. Cada produto deve atender plenamente as especificações técnicas definidas no projeto, de forma que possa cumprir com qualidade as funções para as quais foi concebido. Segundo Albertazzi & Souza (2008), “o controle da qualidade envolve um conjunto de operações de medição com função de assegurar que os produtos fabricados por uma empresa atendam plenamente as especificações técnicas para serem introduzidos no mercado, sendo um requisito fundamental para a sobrevivência de qualquer empresa”. Entretanto, quando o controle da qualidade realiza uma medição, sabe-se que esta é apenas uma estimativa aproximada do valor verdadeiro do mensurando. A apresentação do resultado não será completa e, conseqüentemente, a confiabilidade da medição não será satisfatória, se este não vier acompanhado de indicações acerca dos valores que razoavelmente podem ser atribuídos ao mensurando, ou seja, a incerteza associada ao resultado da medição. A incerteza associada ao resultado acresce uma idéia qualitativa para a medição, pois não se consegue determinar o valor verdadeiro de um mensurando devido à inexistência de condições perfeitas de medição. Imperfeições em instrumentos e sistemas de medições, fatores ligados ao meio ambiente (ruídos, temperatura, vibrações, pressão, umidade, etc) e erros ocasionados pelo próprio operador do instrumento ou método utilizado para obtenção da medida afetam o valor das medições e influenciam na incerteza do resultado da medição, impactando a confiabilidade da medição. Diante da influência desses elementos, fica uma pergunta no ar: se não existem

processos de medição perfeitos, como é possível assegurar que certo produto atenda às especificações?

Quando os produtos são fabricados, as imperfeições estão sempre presentes. Deve-se tomar o cuidado para manter as imperfeições dentro de limites toleráveis, que não comprometam a funcionalidade do produto acabado. Tolerâncias estabelecidas por projetistas são limites que as previsíveis imperfeições não devem ultrapassar. Os projetistas definem as maiores tolerâncias possíveis que, ao mesmo tempo, preservem a qualidade com que o produto realiza a sua função e barateiam a produção, ou seja, tenta-se buscar um equilíbrio técnico-econômico.

Ao controlar uma característica de um produto ou monitorar uma variável de um processo, deve-se escolher corretamente o meio de medição, considerando como fatores primordiais a resolução, a incerteza da medição e a capacidade de medição do instrumento ou processo de medição. Segundo recomendação do manual de Análise dos Sistemas de medição (MSA), na escolha do meio de medição, a resolução do instrumento ou processo de medição deve ser de um décimo do campo de tolerância. Essa determinação não segue qualquer regulamento ou norma, mas sim uma recomendação de segurança, devido à própria incerteza da medição que qualquer instrumento carrega. Da mesma forma, deve-se também observar o histórico das calibrações do meio de medição, assim como o padrão utilizado na última calibração do mesmo. Do ponto de vista técnico, quanto menor a incerteza do padrão de calibração, melhor será o resultado encontrado. Porém, quanto menor a incerteza do padrão, maior será o seu custo. Tenta-se, então, buscar um equilíbrio técnico econômico para a situação. O ponto ideal dessa equação é próximo da condição em que o padrão tenha uma incerteza de um décimo da incerteza do meio a calibrar. É preciso ressaltar que este ponto ideal pode ser alterado dependendo de qual sistema de medição que será calibrado. Aceita-se que, numa calibração, a incerteza do padrão seja de no mínimo um terço do meio a calibrar.

5. INFLUÊNCIA DOS ERROS DE MEDIÇÃO

Os erros de indicação em sistemas de medir são inevitáveis e suas causas podem ser atribuídas a dois fatores: o primeiro, são aqueles gerados por fatores externos ligados ao meio ambiente (temperatura, pressão, umidade, ruídos, poeira, flutuação de tensão de alimentação, etc.), e pela má definição do mensurando (erros geométricos, deformação devido ao próprio peso, etc.). O segundo, são aqueles gerados pelo instrumento de medição (erro de zero, erro de ganho, erro de histerese, erro de paralaxe, entre outros). Não será objetivo deste artigo a explicação desses termos.

Idealmente, a indicação apresentada por um sistema de medição deve corresponder ao valor verdadeiro do mensurando. Porém, por melhor que seja o sistema de medição, por mais treinado que seja o operador do sistema de medição e por mais controladas que sejam as condições ambientais, ainda assim, em maior ou menor grau, o erro de medição estará presente. Segundo Albertazzi & Souza (2008), "indesejável, mas inevitável, o erro de medição não pode ser ignorado. Negar a sua existência seria outro erro. Desde que sejam entendidas as causas e a natureza do erro de medição, é possível conviver com ele e ainda obter informações confiáveis de um processo de medição".

Existem vários tipos de erros, mas no presente trabalho se focarão os erros sistemáticos e os erros aleatórios, por afetarem a exatidão e a repetitividade (precisão), elementos que devem ser bem caracterizados para a correta estimativa do cálculo da incerteza da medição de

instrumentos e sistemas de medição. As respectivas definições para esses termos, extraídas do Vocabulário Internacional de Termos Fundamentais e Gerais de Metrologia (VIM), estão a seguir.

Exatidão – “Grau de concordância entre o resultado de uma medição e um valor verdadeiro do mensurando”

Repetitividade – “Grau de concordância entre os resultados de medições sucessivas de um mesmo mensurando efetuadas sob as mesmas condições de medição”.

Mesmas condições de medição (condições de repetitividade) incluem:

- mesmo procedimento de medição;
- mesmo observador;
- mesmo instrumento de medição, utilizado nas mesmas condições;
- mesmo local;
- repetição em curto período de tempo.

Para se entender os erros sistemáticos e os erros aleatórios, bem como relacioná-los aos termos exatidão e repetitividade, faz-se uma analogia utilizando quatro alvos num teste de tiros.

Serão utilizados quatro alvos e quatro revólveres diferentes. A distância do atirador é a mesma para os quatro alvos e apenas um atirador realizará os disparos em intervalos curtos de tempo. No intervalo de cada disparo a mira não poderá ser ajustada.

Após a realização dos disparos nos quatro alvos pelo atirador, na Figura 2 estão apresentados os resultados:

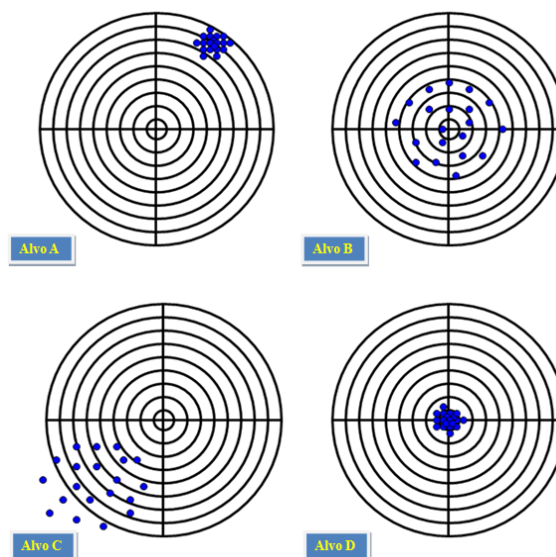


Figura 2 – Erros sistemáticos e aleatórios.

Constatou-se que no alvo A os disparos estão muito próximos uns dos outros, porém o ponto médio dos tiros está distante do ponto central do alvo (ponto central do alvo pode ser considerado como um valor verdadeiro que se quer atingir). Esta arma tem alta repetitividade, pois os tiros estão bem próximos uns dos outros, e uma baixa exatidão, pois o ponto médio

dos disparos está distante do ponto central do alvo. No alvo B, os tiros ficaram espalhados em torno do ponto central com grande dispersão entre os disparos, caracterizando uma arma com exatidão alta, pois determinando-se o ponto médio, este estará muito próximo ao ponto central do alvo, e baixa repetitividade, porque os disparos ficaram muito distantes uns dos outros. No alvo C, o resultado dos disparos revelou a arma com menor qualidade, com baixa exatidão e baixa repetitividade, pois tanto o ponto médio dos disparos está longe do ponto central do alvo, quanto os disparos estão muito dispersos entre si. A arma que apresenta melhor qualidade é a que disparou no alvo D, apresentando elevada exatidão e repetitividade. Relacionando o exercício de tiros para a explicação dos erros sistemáticos e aleatórios, primeiramente deve-se definir estes tipos de erros. Segundo o Vocabulário Internacional de Termos Fundamentais e Gerais de Metrologia – VIM (INMETRO, 2007):

Erro sistemático – “Média que resultaria de um infinito número de medições do mesmo mensurando, efetuadas sob condições de repetitividade, menos o valor verdadeiro do mensurando”

Erro aleatório – “Resultado de uma medição menos a média que resultaria de um infinito número de medições do mesmo mensurando efetuadas sob condições de repetitividade”.

A diferença entre o ponto médio dos disparos de cada arma e o ponto central do alvo (pode ser considerado como o valor verdadeiro que se quer atingir) é igual à tendência da arma. A tendência é uma estimativa ou aproximação do erro sistemático da arma. Para a determinação do erro sistemático, seriam necessários infinitos disparos com a arma, condição inviável. No caso, foi efetuado um número finito de disparos, portanto fez-se uma estimativa do erro sistemático. Em laboratórios de calibração, a determinação da tendência de um instrumento ou sistema de medição é uma prática comum. Determina-se a tendência do instrumento, efetuando-se sucessivas medições sob condições de repetitividade e, em seguida, é feita a correção do instrumento, eliminando-se sua tendência. Já com relação ao erro aleatório, este é considerado como uma parcela do erro do instrumento, levando o instrumento a uma imprevisibilidade nos seus resultados. Isso explica o porquê dos projéteis das armas não acertarem o mesmo ponto ao se realizar vários disparos em condições de repetitividade. Os erros aleatórios são devidos a fatores que não podem ser corrigidos em um sistema de medição. Exemplos desses erros são atritos internos, flutuação de tensão em circuitos eletrônicos, fatores ambientais, etc. O erro sistemático, por sua vez, é previsível. Sabe-se, por exemplo, que se for feita uma medição de comprimento em uma peça metálica com uma temperatura elevada, a indicação do instrumento de medição estará acrescida de um valor que pode ser calculado conhecendo-se o coeficiente de expansão térmica do material do mensurando. Portanto, esta modalidade de erro é previsível e pode ser corrigida. Quando efetua-se a calibração de instrumentos ou sistemas de medição, são levantados em toda a sua capacidade de medição os erros devido a componentes sistemáticos (tendência) e a componentes aleatórias. Determina-se então, em seguida, a incerteza da medição do instrumento ou sistema de medição.

6. METROLOGIA E QUALIDADE – FATORES COMPETITIVOS

A competitividade de uma empresa expressa sua capacidade de sobreviver e crescer no mercado à frente da concorrência. Considerados como fatores competitivos, a Metrologia e a Qualidade estão fortemente ligadas, impactando os processos produtivos. Devido à globalização e à acirrada concorrência entre as empresas, cada vez mais, na produção de

produtos ou serviços, esse binômio deverá estar presente, seja na fase de prototipagem de um novo produto, ou na fase de aperfeiçoamento, atuando na melhoria contínua de um produto, ou ainda, na certificação, ou simplesmente para elevar a produtividade de um processo produtivo. Os maiores beneficiados nesse cenário são os clientes, que terão produtos com maior qualidade e menor custo.

A seguir, na Figura 3, de maneira ilustrativa, são representados os elementos que impactam a competitividade da empresa. Nessa figura se procura ressaltar a importância da Metrologia por sua contribuição à qualidade e produtividade dos processos e produtos e, como consequência, à competitividade.

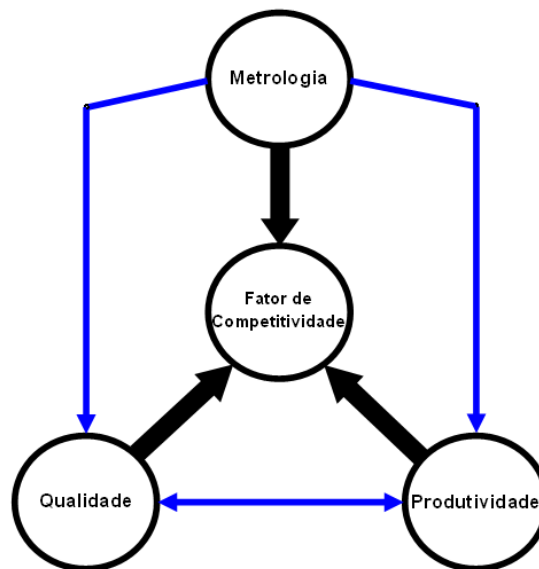


Figura 3 – Elementos que impactam a competitividade de processos produtivos

Ferramentas metrológicas são responsáveis por prover medições corretas nos produtos fabricados, controlando e monitorando o processo produtivo em todas as suas fases de produção. A Qualidade não pode ser dissociada da Metrologia, pois as especificações dos projetos, dadas por normas, são controladas por instrumentos e sistemas de medições que tenham sua capacidade de medição atestada. Nestas condições, as especificações das características dos produtos estarão sendo medidas corretamente. Caso as variáveis monitoradas estejam fora dos parâmetros de fabricação do produto, a metrologia interage com o processo produtivo, agindo na sua correção e melhoria contínua, como um autêntico ciclo PDCA (Planejar, Fazer, Controlar e Agir). A Metrologia e a Qualidade estão intimamente ligadas à produtividade. Quando são medidas características de produtos corretamente, ou, ao realizar ação corretiva em processos, com confiabilidade metrológica, a empresa estará melhorando seu índice de produtividade em todos os níveis produtivos.

A Metrologia está na raiz de todo processo produtivo que busca qualidade. A Figura 4 induz a necessidade do estabelecimento de um sistema de comprovação metrológica para evidenciar como se pode alcançar a Qualidade através da Metrologia. A comprovação metrológica ou confiabilidade das medições só é conseguida através da Calibração e Rastreabilidade. A credibilidade das medições está fortemente associada à rastreabilidade.

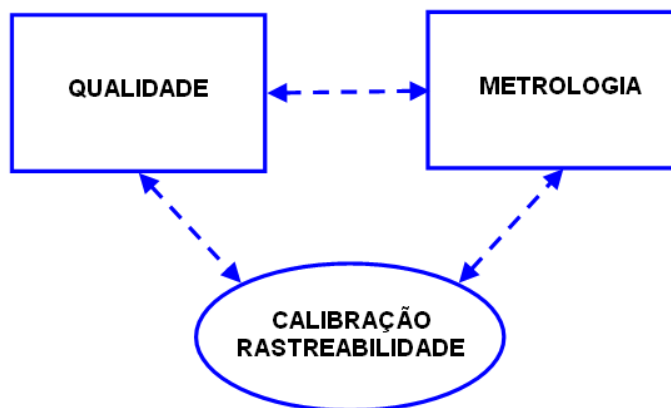


Figura 4 – Metrologia e Qualidade

A calibração é fundamental para assegurar a rastreabilidade de padrões, instrumentos e sistemas de medição, e também um quesito indispensável para várias normas como a NBR ISO 9001, NBR ISO/IEC 17025 e NBR ISO 10012.

Calibrações periódicas de padrões, instrumentos e sistemas de medição asseguram as incertezas requeridas nos processos metrológicos, garantem a rastreabilidade das medições, reduzindo os erros através de correções, o que gera melhorias na qualidade dos resultados, aumentando a confiabilidade nas ações e decisões. Na Figura 4, ilustram-se ações metrológicas para se atingir a qualidade dos produtos dentro dos processos produtivos. Deve-se calibrar características de instrumentos que possam afetar a melhoria do produto utilizando-se padrões de classe superior, ou seja, com incertezas menores do que as dos instrumentos ou sistemas de medição a calibrar. Numa condição ideal, como já citado neste artigo, a incerteza do padrão de calibração deve ser da ordem de um décimo da incerteza do instrumento ou sistema a calibrar. Dessa maneira, a calibração assegura a rastreabilidade aos padrões primários do Sistema Internacional de Unidades (SI), através de uma cadeia contínua de comparações e, como bônus, têm-se confiabilidade e qualidade asseguradas nas medições em sistemas produtivos.

Na Figura 5 são demonstradas as interfaces da metrologia, onde ela atua, onde influencia e suas ligações externas.

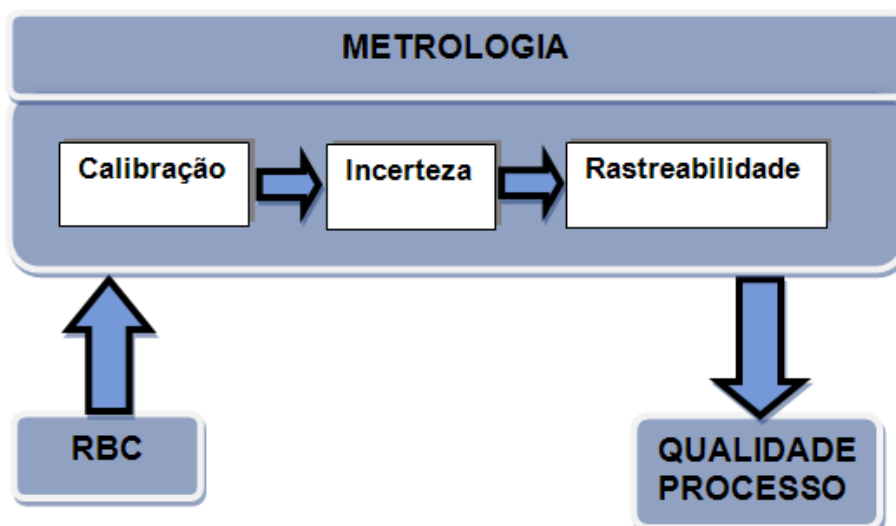


Figura 5 – Rotas da Metrologia para o atingimento da Qualidade

Na figura é traçada de maneira simplificada a rota para atingir a Qualidade no processo produtivo. Primeiramente, deve-se ter referência externa através de padrões com rastreabilidade aos padrões primários do Sistema Internacional de Unidades (SI). A Rede Brasileira de Calibração (RBC) é quem apóia o INMETRO nas atividades de calibração de sistemas de medição, padrões e instrumentos de medição, constituindo-se de uma rede nacional com a finalidade de avaliação da conformidade. Por possuir padrões rastreados aos padrões nacionais do INMETRO, tem rastreabilidade aos padrões primários do Sistema Internacional de Unidades (SI). Quando a empresa usa a RBC para comparar as medidas produzidas por seus meios de medição, está na verdade, buscando confiabilidade metrológica nas suas medições e rastreabilidade. Os padrões da RBC nas operações de calibração terão incertezas da ordem de um décimo menores que os instrumentos e sistemas de medição a calibrar. Os padrões da RBC, por sua vez, são comparados aos padrões nacionais do INMETRO, que terão incertezas menores que os da RBC. O topo da cadeia de rastreabilidade é estabelecido quando os padrões nacionais do INMETRO são comparados com os padrões internacionais que estão no *Bureau International des Poids et Mesures* (BIPM). Dessa forma, através da contínua comparabilidade a padrões de classe superior, chega-se até o processo produtivo, nas operações de medição, com garantia de que se está medindo corretamente.

7. CONCLUSÃO

De acordo com o que foi exposto, e indo ao encontro das diretrizes demandadas pelo governo, apoiado pelas ações do INMETRO, conclui-se que, sem o binômio Metrologia/Qualidade, é impossível se atingir um elevado grau de competitividade das empresas nacionais, pois um processo produtivo deve estar sempre que possível fundamentado em normas técnicas, procedimentos e/ou especificações, visando a obtenção de produtos que satisfaçam às necessidades do mercado consumidor. Para que isto ocorra dentro dos limites planejados, são realizadas medições das características desde as matérias-primas, das variáveis do produto em transformação e das diversas etapas do processo. Para a garantia da confiabilidade das medições, é imprescindível a realização de um processo de comparação com os padrões, processo este chamado de calibração, que é um dos processos básicos da aplicação da Metrologia e que assegura qualidade aos sistemas produtivos. Sem a comprovação metrológica, não há como garantir a confiabilidade dos dados referentes ao controle das características que determinam a qualidade do produto. Sua ausência, portanto, é por si só razão suficiente para gerar descrédito no sistema de informação da qualidade da organização.

O mercado consumidor, por sua vez, está cada vez mais exigente, buscando qualidade e certificação de acordo com as normas técnicas e o Brasil está cada vez mais inserido como o provedor de produtos e serviços globais, estando já disseminada entre o empresariado de todos os níveis, inclusive de médio e pequeno porte, a necessidade de implementar processos de qualidade comprovada para ser habilitado como fornecedor e também usufruir a vantagem de ter processos de qualidade eficazes para diminuir custos de produção e ser mais competitivo, assim como construir uma imagem confiável e ética de seu produto no mercado.

A globalização exige e faz que sejam colocados em prática os principais objetivos da Metrologia, como traduzir a confiabilidade no sistema de medição que garanta as especificações técnicas, regulamentais de normas já existentes. A norma ISO/IEC 17.025 é

um exemplo, direcionada à política de gestão dos laboratórios, caracterizando muito bem os aspectos da qualidade.

Por fim, a Metrologia estimula a prática da melhoria contínua, pois reduz a possibilidade de rejeição de produtos e gastos com a manutenção de equipamentos, resguarda princípios éticos melhorando o nível de vida da população, assim como a sua percepção e exigência por produtos e serviços de qualidade, preservação de meio ambiente, segurança e saúde.

Referências

- ALBERTAZZI, ARMANDO & SOUSA, ANDRÉ R.** *Fundamentos de metrologia científica e industrial*. São Paulo: Manole, 2008.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS.** *NBR 6022: Informação e documentação*. Rio de Janeiro, 2003.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS.** *NBR 6024: Informação e documentação: numeração progressiva das seções de um documento escrito: apresentação*. Rio de Janeiro, 2003.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS.** *NBR 6028: Informação e documentação: resumo: apresentação*. Rio de Janeiro, 2003.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS.** *NBR 10520: Informação e documentação: citações em documentos: apresentação*. Rio de Janeiro, 2002.
- 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. INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA, NORMALIZAÇÃO E QUALIDADE INDUSTRIAL.** *Guia para Expressão da Incerteza de Medição*. Rio de Janeiro, 2006.
- CONEJERO, ANTONIO SERGIO.** *A importância da metrologia*. São Paulo: [s.n.], 2003.
- CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA.** *Normalização, metrologia e avaliação da conformidade: ferramentas da competitividade*. Disponível em: <http://www.normalizacao.cni.org.br/f_index_glossario.htm>. Acesso em: 18 abr. 2009.
- CONSELHO NACIONAL DE METROLOGIA, NORMALIZAÇÃO E QUALIDADE INDUSTRIAL.** *Diretrizes estratégicas para a metrologia brasileira 2008 – 2012*. Rio de Janeiro, 2008.
- INMETRO. ABNT.** *Guia para Expressão da Incerteza de Medição*. 2.ed. Rio de Janeiro: SBM, 1998.
- INMETRO.** *Vocabulário internacional de termos fundamentais e gerais de metrologia: portaria nº 029 de 1995*. 5. ed. Rio de Janeiro: INMETRO/SENAI, 2007.
- INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION.** *ISO 8402: quality management and quality assurance: vocabulary*. [S.l: s.n.], 1994.
- MSA.** *Análise dos sistemas de medição: manual de referência*. 3. ed.. [S.l: s.n.], 2002.
- SEVERINO, ANTÔNIO JOAQUIM.** *Metodologia do trabalho científico*. 23.ed. São Paulo: Cortez, 2008.