

Sistema de Gestão de Medição: importante, mas nem sempre reconhecido

Nasario de S.F. Duarte Jr. (São Paulo, SP)

Resumo: o objetivo deste artigo é ressaltar a importância de se estabelecer um sistema de gestão da medição como forma de minimizar os riscos inerentes a erros de medição de características de produto e parâmetros de processo, nem sempre devidamente encarado como um assunto estratégico à empresa, normalmente relegado ao um segundo plano como assunto demasiadamente técnico e não digno de maiores reflexões por parte da Alta Direção.

“Quando você puder medir aquilo que está falando e expressá-lo em números, você sabe alguma coisa sobre o que está falando. Quando você não puder expressá-lo em números, o seu conhecimento é parco e insatisfatório. Pode ser o começo de um conhecimento, mas mal se pode dizer que o seu pensamento atingiu o estado da ciência.”

Lord Kelvin

Empresas certificadas conforme ISO9001:2000, ISO/TS16949:2002, ISO/IEC 17025:2005, ISO14001:2004 ou OHSAS18001:2007 geralmente realizam medições de características de produto ou de parâmetros de processo (o que passaremos a denominar mensurando). Mais raro é constatar a existência de um Sistema de Gestão da Medição na empresa. Não que medições não sejam realizadas, mas que a consistência do sistema de medição pode ser questionada. A falta de um sistema eficaz desta natureza aumenta os riscos envolvidos em medições erradas, ou seja, o risco de se aprovar ou reprovando indevidamente uma dada característica ou parâmetro. São razões normalmente alegadas para a colocação destes importantes processos em segundo plano o seu caráter técnico mais proeminente e a dificuldade em estabelecer uma ligação direta destes com o sucesso da organização, o que normalmente constitui um engano.

Para a ISO 10012:2004, Sistema de Gestão da Medição é um “conjunto de elementos inter-relacionados e interativos, necessários para obter a comprovação metrológica e o controle contínuo dos processos de medição”. Comprovação metrológica é, por sua vez, um “conjunto de operações necessárias para assegurar que um equipamento de medição atende aos requisitos do seu uso pretendido”, o que envolve calibração, verificação, ajuste, reparos, identificação, lacre, verificação e documentação da adequação ao uso do instrumento (equipamento) de medição, etc. Neste artigo, instrumento de

medição é o termo genericamente utilizado para sistema de medição (VIM 4.5) e instrumento de medição (VIM 4.1).

Os processos de medição visam comprovar que a grandeza específica em questão (mensurando) está em conformidade com os requisitos especificados. Necessitamos confiar nessas medições (confiabilidade metrológica) para tomar decisões relacionadas aos produtos e processos em questão. Um processo, tal como o processo de medição é descrito na ISO9000:2005, é um conjunto de atividades que transforma entradas em saídas, e como tal está sujeito à influência dos chamados 5M's (Mão-de-obra ou observador, Material ou item mensurado, Meio-ambiente, Meio de medição ou instrumento de medição e Método de medição, que inclui amostragem). A devida consideração a cada uma destas fontes de variação permite obter a chamada confiabilidade metrológica. A própria melhoria contínua, requerida pelos sistemas de gestão, somente poderia ser afirmada se realmente fosse medida com confiabilidade metrológica, caso contrário poderíamos estar nos enganando lendo variações de medidas e não propriamente melhorias nos indicadores utilizados. Isso é mais verdade ainda quando a melhoria é dada como redução de variabilidade, como requerido pela ISO/TS 16949:2002 ou como redução de incertezas, como subentendido na ISO/IEC 17025:2005.

O estabelecimento de um sistema de gestão da medição começa com a definição de responsabilidades e autoridades e a definição do sistema de gestão da medição, o que pode envolver a criação de procedimentos que descrevam estas responsabilidades e autoridades, incluindo aquelas relacionadas à definição das grandezas a serem mensuradas, a seleção dos instrumentos de medição, os métodos de comprovação metrológica e de ajustes quando necessários, os métodos de determinação/ajuste de intervalos de comprovação, ações decorrentes da não comprovação metrológica, determinação dos registros gerados, controle desses registros etc., sempre com foco nas partes interessadas (clientes, governo, acionistas etc.). Fator importante e que não pode ser ignorado nesse estudo é a presença de pessoal terceirizado e de prestadores de serviço. Também se deve prestar especial atenção à qualificação do pessoal que desempenha essas tarefas, principalmente daqueles que executam calibrações e verificações ou que tomam decisões relativas aos resultados de medições. Convém encarar estas atividades como um processo do sistema de gestão da qualidade, e atribuir indicadores de desempenho e metas para este processo. Exemplos desses indicadores podem ser reclamações de partes interessadas ligadas a falhas do processo de medição e comprovação metrológica, melhorias introduzidas neste processo, falhas nos processos de realização do produto/serviço decorrentes de erros de medição/calibração etc. Tratando-se os processos de medição e comprovação metrológica como processos do sistema de gestão da empresa, garante-se que estes sofrerão auditorias consistentes e Análises Críticas pela

Direção, o que os tornará mais sujeitos a melhorias. Convém avaliar a satisfação dos clientes (internos e externos) com os serviços dos processos de medição e confirmação metrológica, bem como tomar ações corretivas e preventivas sobre não-conformidades reais ou potenciais.

Um segundo passo seria definir quais grandezas medir. Análises consistentes destes parâmetros em geral envolvem uso de ferramentas como FMEA (Failure Mode and Effect Analysis), QFD (Quality Function Deployment), Análises de Aspectos e Impactos ou Análises de Riscos. As grandezas a serem mensuradas deveriam ser documentadas, em geral em Planos de Controle. É comum já nesse primeiro passo observar incoerências entre requisitos do cliente, da legislação ou do produto e aquilo que de fato foi incluído no Plano de Controle, divergências que poderiam prejudicar fortemente todo o sistema de gestão da medição.



Figura: Etapas para o Sistema de Gestão da Medição

Uma terceira etapa seria determinar qual o instrumento de medição que melhor se adéqua a cada uma dessas grandezas a serem mensuradas. Esta é uma decisão que envolve um compromisso entre custo (do instrumento e do processo de medição e comprovação metrológica) e benefício (a exatidão/precisão ou incerteza de medição obtida). Quando se trata do projeto ou aquisição de meios de medição, é necessário definir a adequação de um instrumento de medição com base em características como faixa, resolução, classe ou incerteza declarada, uma vez que a verificação só será possível, via de regra, após o recebimento do instrumento. Uma regra prática que poderia ser utilizada neste caso é a “Regra do 4 a 10 vezes” que relaciona a resolução do instrumento com a tolerância do mensurando, onde de preferência a

resolução deveria ser 1/10 da tolerância, e no máximo $\frac{1}{4}$ da mesma. Em todos os casos deve-se determinar um Erro Máximo Admissível (VIM 5.21) para o instrumento de medição, que servirá de referência para a sua comprovação metrológica ou não. Esses erros podem ser expressos como valores distintos (erro sistemático, erro de repetibilidade, erro de histerese, erro de linearidade etc.) ou a combinação desses erros ou incerteza de medição (VIM 3.9). Convém que esse erro máximo admissível seja baseado no processo em que será utilizado, usualmente no máximo 1/3 e de preferência 1/10 da tolerância, ou como determinado em leis ou normas eventualmente aplicáveis a estes Sistemas de Medição. Quando necessário, outras condições devem ser especificadas (ambiente, capacitação do observador, método de medição etc.). Estas restrições visam minimizar os erros de leitura dos instrumentos, de forma que os valores lidos possam representar realmente as variações do mensurando, e não simplesmente incertezas de medição. Os métodos de medição e em especial os de calibração deveriam ser baseados em normas ou procedimentos validados, e deveriam trazer informações inclusive sobre o correto uso, armazenamento e transporte de instrumentos de medição. Os métodos de calibração/verificação devem definir os padrões usados, a frequência de confirmações metrológicas e como esta é ajustada em função de resultados anteriores, os limites de erro admissíveis, condições ambientais da calibração, requisitos de capacitação dos técnicos, número de pontos por escala, número de ciclos de medição (histerese, repetibilidade), seqüência da medição e método de ajuste ou compensação (se possível). A ISO/TS16949:2002 especifica que o projeto do processo de medição seja feito por uma equipe multidisciplinar com visão holística sobre os requisitos do cliente, do produto e da legislação (ex.: características especiais), falhas potenciais do processo de realização do produto/serviço (FMEA) e das tecnologias envolvidas.

Estando disponível o instrumento de medição, dever-se-ia verificar a adequação ao uso do mesmo, a chamada confirmação metrológica, o que constitui a quarta etapa do estabelecimento do Sistema de Gestão de Medição. Antes disso, porém, todo instrumento que faça parte do sistema de gestão da medição deve ser identificado de maneira única. As confirmações metrológicas deveriam ser realizadas por laboratórios internos ou externos à empresa, devidamente capacitados para tal. Um bom modelo para verificar a adequação do laboratório é a ISO/IEC 17025:2005. A seleção de fornecedores de serviço de calibração deveria envolver esta norma como requisito necessário ou desejável. Como mínimo deveria ser requerida destes que a rastreabilidade metrológica de seus padrões em relação a padrões primários nacionais ou internacionais (para orientação consultar o SI – Sistema Internacional de Unidades). Os laboratórios devem efetuar o controle ambiental como apropriado à medição ou comprovação em questão. A comprovação metrológica deve ser realizada conforme os métodos aprovados e os

resultados devem ser registrados. Os intervalos entre comprovações devem ser respeitados, tanto para os instrumentos de medição quanto para os padrões utilizados. Os padrões e instrumentos de medição devem ser identificados como especificado nos procedimentos do sistema de gestão da medição, para indicar a situação de comprovação metrológica dos mesmos (por exemplo, usando etiquetas). As incertezas de medição, embora não explicitamente requeridas na versão 2000 da ISO 9001, deveria ser calculadas para cada calibração realizada. Com base nos resultados das calibrações, incluindo as suas incertezas de medição, a adequação ao uso dos instrumentos deve ser feita através da comparação com os erros máximos permissíveis, e quando o instrumento se mostrar não adequado, análises dos efeitos sobre o instrumento e sobre produtos/processos por ele analisados devem ser realizadas de forma a avaliar este impacto. O instrumento que sofrer ajuste deve sofrer também nova comprovação metrológica. Softwares envolvidos em medições também devem sofrer comprovações metrológicas. Quando a comprovação metrológica ocorrer, Relatórios ou Certificados podem ser emitidos (ver ISO/IEC 17025:2005 ou ISO 10012:2004 para modelos) e os instrumentos podem ser selados, lacrados ou de outra forma controlados para que não tenham seus ajustes de calibração invalidados, seja por reajuste inadvertido ou por adulteração do seu estado de confirmação metrológica. Por último neste passo, os intervalos de comprovação, inicialmente estabelecidos por recomendação do fabricante ou por intuição técnica, deveriam ser reavaliados para modificação se necessário. Métodos de avaliação de intervalos de medição incluem ajuste automático ou escalonado (ex.: Schumacher), gráfico de controle, histórico (calendário), tempo de uso e “caixa preta”. Adicionalmente, a ISO/IEC 17025:2005 exige a validação do processo de medição nas condições de produção, envolvendo métodos como avaliação de tendência, linearidade, estabilidade, repetibilidade e reprodutibilidade (MSA – Measurement System Analysis).

O quinto passo relaciona-se com o processo de medição, a partir da premissa de que os instrumentos estão metrologicamente comprovados. A realização do processo de medição, incluindo registros das medições realizadas, deve ocorrer conforme os métodos estabelecidos no passo 3. Qualquer dúvida relacionada ao instrumento de medição (como exemplo, decorrente de incidentes, quedas ou sobrecarga durante o uso do mesmo) deve fazer com que esse seja retirado de serviço e volte para confirmação metrológica (passo 4). Os dados resultantes devem ser analisados periodicamente para avaliar tendências de produto/processo, mas também para correções sobre os processos de medição e comprovação metrológica. Produtos/Processos mensurados com instrumentos não comprovados metrologicamente deveriam ser considerados produtos/processos suspeitos de não-conformidade, e controlados adequadamente, junto com os instrumentos relacionados.

Conclusões

Um sistema de gestão da medição exerce grande influência sobre as decisões tomadas sobre a qualidade dos produtos e processos mensurados, mas nem sempre recebe esse status de importância sendo, via de regra, relegado à condição de assunto maçante de cunho essencialmente técnico. Cinco etapas básicas são envolvidas no estabelecimento de um sistema de gestão de medição: definição dos processos de medição e comprovação metrológica, definição das grandezas (mensurandos) a serem medidas, definição dos instrumentos e métodos envolvidos na medição e comprovação metrológica, comprovação metrológica propriamente dita e realização da medição propriamente dita. A correta execução desses passos permite tomada de decisão sobre medições em bases mais sólidas, minimizando os riscos de aprovação/reprovação indevida.

Bibliografia:

- 1) Associação Brasileira de Normas Técnicas. *ABNT NBR ISO 9000:2005 "Sistemas de gestão de medição - Fundamentos e vocabulário"*. 2a. Edição, Rio de Janeiro, 2005
- 2) Associação Brasileira de Normas Técnicas. *ABNT NBR ISO 9001:2000 "Sistemas de gestão de medição – Requisitos"*. Rio de Janeiro: ABNT, 2000
- 3) Associação Brasileira de Normas Técnicas. *ABNT NBR ISO/IEC 17025 "Requisitos gerais para a competência de laboratórios de ensaio e calibração"*. 2a. Edição. Rio de Janeiro: ABNT, 2005
- 4) Associação Brasileira de Normas Técnicas. *ABNT NBR ISO 10012:2004 "Sistemas de gestão de medição – requisitos para os processos de medição e equipamentos de medição"*. Rio de Janeiro: ABNT, 2004
- 5) International Automotive Task Force. *ISO/TS 16949:2002 "Particular requirements for the application of ISO 9001:2000 for automotive production and relevant service part organizations"*, USA, 2002.
- 6) Associação Brasileira de Normas Técnicas, INMETRO. *Guia para a Expressão da Incerteza de Medição*. 3a. Edição. Rio de Janeiro: ABNT, INMETRO, 2003.
- 7) INMETRO, *Sistema Internacional de Unidades – SI*; 8a. ed.; Rio de Janeiro, 2003.
- 8) INMETRO, *Vocabulário Internacional de termos fundamentais e gerais de metrologia – VIM [portaria Inmetro 029 de 10/03/95]* - 5a. ed.; Rio de Janeiro: 2007.