



Evento: XXVIII Seminário de Iniciação Científica

ANÁLISE DO SISTEMA DE MEDIÇÃO (MSA) E ESTUDOS DE REPETITIVIDADE E REPRODUTIBILIDADE (R&R) POR VARIÁVEL¹

ANALYSIS OF THE MEASUREMENT SYSTEM (MSA) AND STUDIES OF REPETITIVENESS AND REPRODUCIBILITY (R&R) BY VARIABLE

Caroline Meinel Neumann²

¹ Relatório de Estágio Supervisionado realizado no curso de Engenharia Mecânica da Unijuí

² Graduada em Engenharia Mecânica pela Unijuí.

RESUMO

Este trabalho busca trazer informações sobre a Análise do Sistema de Medição (MSA) e estudo de Repetitividade e Reprodutibilidade (R&R) por variável. Tem como base a literatura de referência utilizada, que é o manual intitulado Análise dos Sistemas de Medição – MSA, 4ª Edição. São descritas algumas das principais definições sobre MSA e também como são realizados os estudos de R&R, que correspondem a um dos principais estudos do sistema de medição. Além disso, é demonstrado como ocorre a análise numérica e gráfica dos estudos de R&R por variável.

Palavras-chave: Análise do Sistema de Medição. Estudo. Sistema de medição. Reprodutibilidade. Repetitividade.

INTRODUÇÃO

Measurement Systems Analysis (MSA) é a Análise do Sistema de Medição. Corresponde a estudos estatísticos apropriados, onde o objetivo é analisar o comportamento do sistema de medição no que se diz respeito a resultados, ou seja, analisa a variação presente nos resultados de cada tipo de meio de medição e equipamento de ensaio. A análise do sistema de medição é um processo importante dentro das empresas, principalmente para aquelas do segmento automotivo, que possuem certificação na norma IATF 16949:2016, pois é um requisito da mesma.

As características de um processo de medição podem ser quantificadas por parâmetros estatísticos relacionados ao valor médio e à dispersão. Para definir o comportamento do valor médio podem ser utilizados parâmetros como tendência, estabilidade e o desvio linear da tendência. Para caracterizar a dispersão, podem ser utilizados a repetitividade e reprodutibilidade. (ALBERTAZZI; SOUSA, 2015). O parâmetro denominado R&R é muito



utilizado na indústria de forma conclusiva para verificar a adequabilidade do processo de medição. Ele resulta da combinação da Repetitividade com a Reprodutibilidade.

Conforme Albertazzi e Sousa (2015, p. 344), a repetitividade do sistema corresponde “à faixa dentro da qual as indicações do processo de medição são esperadas quando é envolvido um mesmo operador, medindo uma mesma característica do produto e em condições operacionais idênticas.” Comumente descrita como VE – Variação do Equipamento. (MSA, 2010, v. 4).

A reprodutibilidade corresponde à faixa dentro da qual as indicações do processo de medição são esperadas quando são envolvidos diferentes operadores, medindo uma mesma característica do produto, nas condições naturais de operação do processo de medição. (ALBERTAZZI; SOUSA, 2015). É a variação entre as médias das medições feitas por diferentes avaliadores, utilizando o mesmo dispositivo de medição, enquanto medindo uma característica de uma peça. Comumente descrita como VA – Variação do Avaliador. (MSA, 2010, v. 4).

Existem muitos procedimentos adequados disponíveis para avaliar os sistemas de medição. A escolha do procedimento adequado depende de muitos fatores. (MSA, 2010, v. 4). Cada procedimento possui uma quantidade específica de operadores envolvidos, amostras coletadas, número de repetições dentro de cada amostra, assim como, o período da coleta de dados pode variar. (ALBERTAZZI; SOUSA, 2015).

O foco da realização de MSA é a compreensão do processo de medição, definindo a quantidade de erro no processo e avaliando a adequação do sistema de medição para o controle do processo e do produto. Conforme Manual de MSA (2010, v. 4, p. 83), “as fontes de variação mais importantes são devidas ao instrumento (dispositivo de medição/equipamento), à pessoa (avaliador), e ao método (procedimento de medição).” São realizados estudos do sistema de medição para quantificar essas fontes de variação, auxiliando na tomada de decisão. Entre os estudos estão estabilidade, tendência, linearidade, repetitividade e reprodutibilidade.

Os resultados obtidos devem ser avaliados para determinar se o dispositivo de medição é aceitável para a aplicação pretendida. Para sistemas de medição que possuem o propósito de avaliar um processo, pode ser utilizada a seguinte regra prática geral para aceitação do sistema de medição, conforme Quadro 1. (MSA, 2010, v. 4).



Quadro 1- Critérios aceitação R&R

R&R	Decisão	Comentários
Porcentagem menor que 10 %	Geralmente considerado como um sistema de medição aceitável	Recomendado, especialmente útil quando tentamos ordenar ou classificar peças ou quando é necessário apertar o controle do processo.
Porcentagem entre 10 % e 30%	Pode ser aceitável para algumas aplicações	Decisão deve basear-se, por exemplo, na aplicação do sistema de medição, custo do dispositivo de medição, custo de retrabalho ou reparo. Deve ser aprovado pelo cliente.
Porcentagem acima de 30 %	Considerado como inaceitável	Todos os esforços devem ser feitos para melhorar o sistema de medição. Essa condição deve ser tratada pelo uso de uma estratégia adequada de medição; por exemplo, utilizando a média dos resultados de muitas leituras de uma mesma característica da peças a fim de reduzir a variação de medição final.

Fonte: Adaptado de Manual MSA (2010)

METODOLOGIA

O estudo dos dispositivos de medição por variáveis pode ser realizado por diferentes técnicas. Existem três métodos de estudos de R&R aceitáveis, denominados método da amplitude, método da média e amplitude, e método ANOVA. O método da média e amplitude (\bar{X} & R) é uma abordagem que fornece uma estimativa da repetitividade e da reprodutibilidade em um sistema de medição. Este método permite que a variação do sistema de medição seja decomposto em dois componentes distintos: a repetitividade e a reprodutibilidade. (MSA, 2010, v. 4). Para o estudo pode variar a quantidade de avaliadores, repetições e de peças. Pode ser considerado o seguinte passo a passo:

- Obter uma amostra de $n \geq 10$ peças que represente a amplitude real ou esperada do processo;
- Identificar cada avaliador como A, B, C, etc. e numerar as peças de 1 até n, de modo que o número das peças não seja visível para os operadores;
- Calibrar o dispositivo de medição caso faça parte dos procedimentos do sistema de medição. Pedir para o operador A medir as n peças em ordem aleatória e registrar os resultados;
- Pedir para os operadores B e C medirem as mesmas n peças, sem que um avaliador veja a leitura dos demais e registrar;



- e) Repetir o ciclo de medição conforme número de repetições definidas, com uma ordem aleatória de medição diferente e registrar.

Para a análise dos resultados, o uso de ferramentas gráficas é muito importante. Os dados da análise do sistema de medição podem ser mostrados graficamente por meio de cartas de controle. (MSA, 2010, v. 4). Uma ferramenta utilizada é a carta de médias, onde as médias das múltiplas leituras feitas por cada um dos avaliadores, sobre cada uma das peças, são plotadas. O que pode ajudar na determinação da consistência entre avaliadores. Também são plotados as médias das médias e os limites de controle determinados pela utilização da amplitude média. A carta das médias fornece uma indicação da usabilidade do sistema de medição. A área dentro dos limites de controle representa a sensibilidade da medição. Devido ao fato do conjunto de peças usadas no estudo representar a variação do processo, aproximadamente metade ou mais das médias deve cair fora dos limites de controle. Se o gráfico mostrar esse padrão, então o sistema de medição é adequado para identificar a variação peça-a-peça. (MSA, 2010, v. 4).

Outra ferramenta utilizada é a carta de amplitudes, que é empregada para verificar se um processo está sob controle. As amplitudes das múltiplas leituras feitas por cada avaliador para cada peça são plotadas em uma carta de amplitudes padrão, incluindo a média das amplitudes e os limites de controle. Caso todas as amplitudes estiverem sob controle, todos os avaliadores estão fazendo o mesmo trabalho. (MSA, 2010, v. 4).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para demonstrar como é realizado o estudo de R&R por variável, utiliza-se como exemplo um estudo envolvendo o instrumento de medição relógio comparador, que possui a resolução de 0,01 mm. Nesse estudo, a peça definida para medição denomina-se tampa de rolamento. Primeiramente são providenciadas as peças necessárias para realização do estudo, onde nesse caso, optou-se por utilizar 10 peças retiradas do processo produtivo. As peças são numeradas de maneira que o operador não saiba identificar a numeração das mesmas. Somente o condutor do estudo deve conhecer essa numeração. Na sequência é impressa uma planilha utilizada correspondente do estudo para realizar a anotação dos valores no ambiente fabril. Também pode ser impressa a instrução de trabalho (IT) do processo, para verificar a forma correta de medição.



Com as peças em mãos, é verificada a disponibilidade dos operadores para realizar o estudo, onde neste caso são envolvidos três operadores. É realizada a medição de 10 peças, em três ciclos de medição, cada um com uma sequência de medição diferente. Estes valores são anotados na planilha. Finalizadas as medições, os dados encontrados são lançados em uma planilha eletrônica e é realizada a avaliação do sistema de medição, para verificar se o mesmo está apto para controlar o processo.

O principal parâmetro avaliado é o percentual de R&R. Também é representada a carta das médias e a carta das amplitudes. Por último é identificado se o estudo está aprovado ou reprovado e o mesmo é salvo. Para este estudo de Relógio Comparador, o resultado mostrou-se favorável, pois obteve um percentual de R&R igual a 9,40% ficando dentro do percentual desejado, conforme Quadro 1, sendo identificado como aprovado. Logo, o instrumento pode continuar a ser utilizado normalmente no processo produtivo.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Através da realização desse trabalho, obteve-se um maior conhecimento sobre Análise do Sistema de Medição e a sua importância no âmbito industrial. O MSA está presente no ciclo de desenvolvimento de produtos de grande indústrias, principalmente relacionadas ao ramo automotivo, sendo requisito de clientes e da norma IATF 16949. Também obteve-se um maior entendimento de como são realizados os estudos de R&R por variável, e qual a sua importância no meio industrial.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBERTAZZI, Armando; SOUSA, André Roberto de. **Fundamentos de metrologia científica e industrial**. São Paulo: Manole, 2015.

INSTITUTO DA QUALIDADE AUTOMOTIVA. **Análise dos Sistemas de Medição (MSA)**. Manual de referência. 4 ed. Indianópolis: IQA, 2010.