ISNN 2318-535X

AVALIAÇÃO DE UM SISTEMA DE MEDIÇÃO VIA ÍNDICE R&R PELO MÉTODO DA ANÁLISE DA VARIÂNCIA

Dione Aparecido Zeferino[1], Fernanda Cristina Pierre[2], Lívia Paschoalino de Campos[3]
[1]Graduando em Tecnologia da Produção Industrial pela Faculdade de Tecnologia de Botucatu –. dione.az38@gmail.com
[2]Professor de Ensino Superior pela Faculdade de Tecnologia de Botucatu. Graduado em Engenharia Agronômica pela Unesp, Especialista em Engenharia de Produção pela Unesp, Mestre em Energia na Agricultura pela Unesp e Doutor em Ciência Florestal pela Unesp – fpierre@fatecbt.edu.br.
[3]Professor de Ensino Superior pela Faculdade de Tecnologia de Botucatu. Graduado em Estatística pela Universidade Federal de São Carlos, Mestre em Biometria pela IBB/UNESP e Doutorando em Biometria pela UNESP - lcampos@fatecbt.edu.br.

1 INTRODUÇÃO

Se variação de sistema de medição for grande comparada com a variação entre peças, as medições não oferecem informações confiáveis (ANÁLISE..., 1997).

Segundo Associação Brasileira de Normas Técnicas (2010), estudos estatísticos devem ser realizados para analisar a variabilidade existente nos resultados de cada tipo de equipamento de medição e ensaio.

Uma forma de se avaliar estatisticamente um sistema de medição é por meio do estudo de Repetitividade e Reprodutibilidade (R&R), por meio de um índice utilizado para verificar a adequabilidade do mesmo (sistema de medição). Segundo Balestrassi et al. (2010) o objetivo da análise de um sistema de medição é compreender as fontes de variação que podem influenciar nos resultados de medição.

De acordo com Down et al (2010) o estudo R&R por meio da análise da variância (ANOVA) decompõe a variação total em:

- Total de R&R da Medição:

  - Repetitividade: constitui na variabilidade das medições repetidas pelo mesmo operador.

  - Reprodutibilidade: isto é variabilidade quando a mesma peça é medida por diferentes operadores (Isso pode ser ainda mais dividido nos componentes operador e operador por peça).

- Peça a Peça: a variabilidade nas medições de diferentes peças.

Este trabalho teve por objetivo avaliar a confiabilidade do sistema de medição da

ISNN 2318-535X

peça nomeada Grampo da empresa em estudo, por meio do método R&R, e verificar se existe variabilidade no modo de ser executada a medição.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Para realizar este trabalho foi necessário o uso de editor de texto, folha de coletas de dados, planilhas eletrônicas e *software* estatístico para realização dos cálculos.

Para avaliação da confiabilidade do sistema de medição da peça Grampo utilizou-se o instrumento de medição traçador de altura digital de resolução de 0,01mm com capacidade de 0-600 mm, e foram avaliadas 10 peças obtidas de forma aleatórias de um lote de produção. Estas foram medidas três vezes por diferentes colaboradores (nomeados inspetor A, B e C) no decorrer de um turno de trabalho, a fim de simular um ambiente normal de trabalho.

A execução desse trabalho foi realizada conforme orientação do Manual MSA 4º edição de 2010, utilizado pela empresa em estudo.

Para avaliação da confiabilidade, foi realizado um estudo da Repetitividade e Reprodutividade, utilizando a decomposição da variabilidade total (procedimento estatística de análise de variância – ANOVA), método analítico que decompõe a variação em: operador, peça, interação operador-peça e equipamento, através de análise numérica.

De acordo com Down et al. (2010) o critério para aceitação do R&R do sistema deve se conforme a Tabela 1.

Tabela 1 - critério de aceitação do R&R do sistema de medição

R&R	Decisão
Abaixo de 10%	Aceitável
Entre 10% e 30%	Poder ser aceito para algumas aplicações
Acima de 30%	Inaceitável

Fonte: Adaptado de Down et al., 2010.

Outro modo utilizado para avaliação do sistema de medição foi à análise gráfica dos resultados, onde:

- Gráfico das Médias: Compara a variação entre peças com os componentes de repetitividade. Os pontos no gráfico representam, para cada inspetor, a medição média de cada peça. A linha central é a média geral de todas as

ISNN 2318-535X

medições realizadas pelos os inspetores A, B e C. E os limites de controles superior e inferior referem-se à estimativa de repetitividade.

- Gráfico das Amplitudes: Carta de controle que representa graficamente a consistência da medição de cada inspetor. Os pontos no gráfico representam, para cada inspetor, a diferença entre a maior e menor medição de cada peça, sendo o desejável que a amplitude seja igual à zero.
- Gráfico de Dispersão: Fornece informações sobre a consistência entre as medições dos inspetores, e indica possíveis pontos fora da curva e as interações peça-operador;
- Gráfico de Interação entre peça e operador: Demostra as medições médias de todos os inspetores para cada peça, onde uma linha conecta as médias de um único inspetor. Se as linhas são quase idênticas, os inspetores estão medindo as peças de forma similar. No caso de uma linha estar acima ou abaixo das outras, algum inspetor está medindo as peças com uma consistência maior ou menor que os outros. Na hipótese das linhas não ser em paralelas ou se cruzarem, a capacidade de um inspetor em medir uma peça depende de qual peça está sendo medida.

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1 Análise numérica dos resultados

A partir da Figura 1 é possível visualizar o total R&R com índice de 5,46% indicado na coluna %Study Var (estudo da variação), sendo este considerado aceitável conforme o critério de aceitação demostrado na Tabela 1. Observa-se na mesma coluna (%Study Var) que a variação de peça-para-peça é de 99,85%, sendo esse o valor desejável.

ISNN 2318-535X

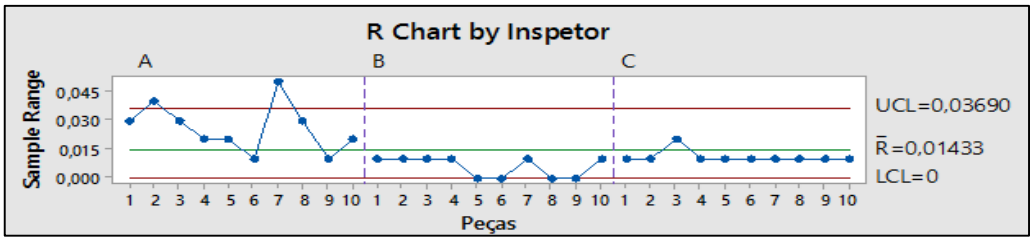
Figura 1 - Resultado R&R

Source	StdDev (SD)	Study Var (6 × SD)	%Study Var (%SV)
Total Gage R&R	0,014103	0,08462	5,46
Repeatability	0,009888	0,05933	3,83
Reproducibility	0,010055	0,06033	3,90
Operador	0,006226	0,03736	2,41
Operador*Peças	0,007896	0,04738	3,06
Part-To-Part	0,257716	1,54630	99,85
Total Variation	0,258102	1,54861	100,00

3.2 Análise gráfica dos resultados

No Gráfico das Amplitudes, Figura 2, observa-se que os resultados das medições do inspetor A possuem pontos fora do limite controle, em que as medições realizadas pelo mesmo indicam variação nas repetições das medições das mesmas peças, diferente das medições realizadas pelos inspetores B e C que apresentam maiores consistências.

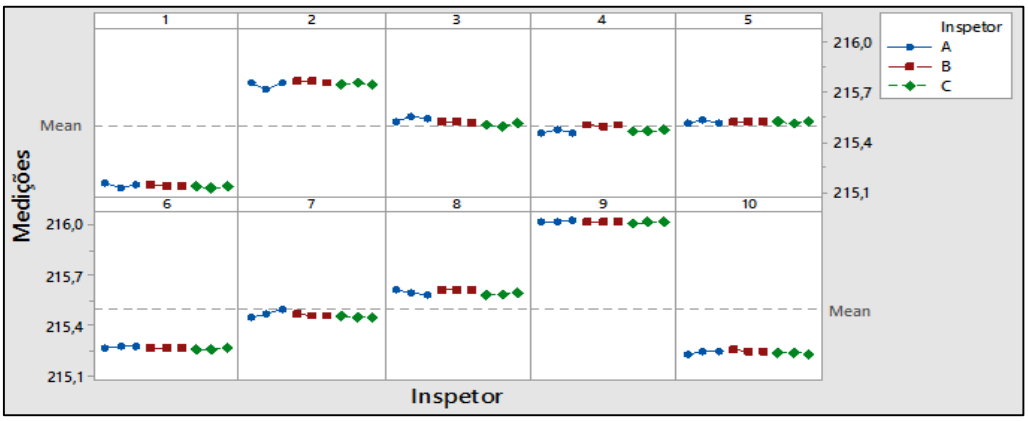
Figura 2 - Gráfico das Amplitudes



O Gráfico de Dispersão, Figura 3, apresenta a variação das medições dos inspetores A, B e C, que não indica discrepância, mas adverte que o inspetor A tem leituras menos consistentes em relação aos inspetores B e C.

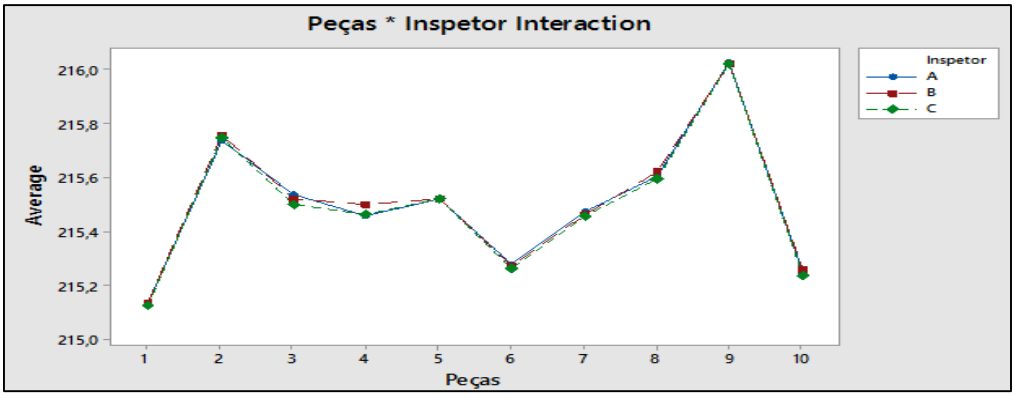
Figura 3 - Gráfico de Dispersão

ISNN 2318-535X



O Gráfico de Interação entre peça e operador mostra que as linhas estão próximas entre si, e as diferenças entre as peças são claras. Nesse as medições dos inspetores A, B e C estão sendo executadas de modo similar onde indica que não há interação entre peça e operador, conforme apresentado na Figura 4.

Figura 4 - Gráfico de Interação entre peça e operador



4 CONCLUSÕES

Conclui-se que por meio da Análise dos Sistemas de Medição via índice R&R pelo método da Análise da Variância que não houve variação significativa entre as medições dos inspetores A, B e C, desse modo comprovou-se a confiabilidade do sistema de medição da peça Grampo.

Os procedimentos estatísticos contribuíram positivamente para melhor visualização das fontes das variações existentes, seja entre peça ou no próprio sistema de medição, aumentando a confiabilidade nas medições realizadas.

ISNN 2318-535X

Mesmo com Sistema de medição sob controle, através da análise gráfica pode-se identificar maiores detalhes nas medições realizadas, sendo possível visualizar de forma detalhada a execução de cada medição realizada pelos inspetores.

5 REFERÊNCIAS

ANÁLISE DOS SISTEMAS DE MEDIÇÃO. 1997. Estatcamp. Disponível em: <http://www.portalaction.com.br/analise-dos-sistemas-de-medicao>. Acesso em: 08 set. 2016.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT ISO/TS 16949:2010 – **Sistemas de Gestão da Qualidade - Requisitos particulares para aplicação da ABNT NBR ISO 9001:2008 para organizações de produção automotiva e peças de reposição.** São Paulo, 2010.

BALESTRASSI, Pedro Paolo et al. O sistema de mediação: Noções de confiabilidade metrologia. In: ROTONDARO, Roberto G. et al. **Seis Sigmas**: Estratégia Gerencial para a Melhoria de Processos, Produtos e serviços. SÃO Paulo: Atlas S.A, 2010. Cap. 11. p. 80-108.

DOWN, M. et al. **Análise dos sistemas de medição**. 4. ed. São Paulo, SP: IQA, 2010. 232p.