

## ANÁLISE DO SISTEMA DE MEDIÇÃO DO DURÔMETRO SHORE A

MATIAS, Jaisson Vieira <sup>1</sup>

DOMINGOS, Daniele da Silva <sup>2</sup>

### RESUMO

Para verificar a conformidade de produtos e processos a utilização de um software de análise estatística para o sistemas de medição é muito utilizado nas empresas para o controle e inspeção, mesmo se tratando de sistema de medição não replicável como durômetro. Este artigo contextualiza a aplicação do método MSA na análise dos resultados de repetibilidade e reprodutibilidade associados aos componentes de variância do fator peça e operador para o ensaio de dureza. O resultado do R & R total foi de 21,37% de tolerância, abaixo de 30%, conforme descrito no manual do MSA. Ficou evidenciado também uma variação pequena entre peça a peça de 5,32% da tolerância, devido às amostras não apresentarem grande diferença de amplitude nas medições. Com isso o instrumento durômetro atendeu à especificação de tolerância do produto, e também reforça a importância de conhecer o sistema de medição e principalmente quando o instrumento entra em uso pela primeira vez.

**Palavras-chave:** Análise do sistema de medição; Repetitividade; Reprodutibilidade.

### INTRODUÇÃO

Hoje a análise do sistema de medição é utilizada nas empresas para agregar valor ao processo produtivo e manter a qualidade dos produtos fabricados, por isso é fundamental para a viabilidade de qualquer projeto, pois ele verifica se o sistema de medição é eficiente e os dados mensurados correspondem à realidade.

<sup>1</sup> Graduando do Curso de Tecnologia em Fabricação Mecânica do Centro Universitário UNISOCIESC, [jaisson\\_vieira@hotmail.com](mailto:jaisson_vieira@hotmail.com);

<sup>2</sup> Professor orientador: Dra Daniele da Silva Domingos , Centro Universitário UNISOCIESC, [eng.daniele.silva@gmail.com](mailto:eng.daniele.silva@gmail.com);

De acordo com a quarta edição do manual de MSA desenvolvido pelo AIAG (2010): Sistema de medição é o conjunto de instrumentos, padrões, operações, métodos, dispositivos de produção, software, pessoal, ambiente, utilizado para quantificar uma unidade de medição e avaliar as características da medida no processo.

Uma forma de avaliar estatisticamente o sistema de medição e o estudo de repetibilidade e reprodutibilidade por meio de análise de variância (Anova).

O objetivo geral do estudo é verificar a análise do parâmetro R & R e a sua variância e os efeitos da interação entre o Fator Peça e o Fator Operador, com isso verificar se o instrumento de medição é adequado para utilização, e atenda as especificações de tolerância do produto ou investir em um instrumento de melhor resolução. Utilizando uma ferramenta de análise estatística (Minitab 18) em uma empresa de grande porte, foi realizado um estudo do instrumento de medição bastante utilizado para verificar a dureza das borrachas de vedação, onde a empresa recebe dos fornecedores externos.

Os objetivos específicos deste trabalho são:

1. Buscar artigos científicos que apresentem os resultados e aplicação do MSA.
2. Entender a aplicação dos estudos de repetitividade, reprodutibilidade por meio de análise de variância (Anova).
3. Coletar dados e analisá-los estatisticamente através do Minitab 18.
4. Analisar e avaliar o sistema de medição do Durômetro.

Aplicando a ferramenta de estudo estatístico numa situação real, o estudante tem a oportunidade única de vivenciar a metodologia na prática, e determinar se o sistema de medição está adequado ou não. Com o objetivo de conduzir a análise e comparar o resultado com o parâmetro desejável, utilizando conhecimento avançado em estatística e software apropriado.

Este artigo mostra nos próximos capítulos os conceitos de estudo de MSA, o método de R & R / ANOVA (cruzado), o julgamento dos valores de Repetitividade e Reprodutibilidade, como também a preparação e procedimentos para estudo de R & R. E a importância de se aplicar as fases da metodologia e a utilização do software Minitab 18 para a análise do sistema de medição do durômetro Shore A.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Este artigo foi baseado nos estudos documentados de artigos científicos eletrônicos e teve embasamento adquirido no processo de desenvolvimento do estudo.

### 2.1 Análise do sistema de medição (MSA)

Measurement system analysis (MSA) é um procedimento sistemático utilizado para identificar as fontes de variações e de precisão e exatidão dos instrumentos de medição utilizados em um sistema de medição. Com um estudo de MSA pode-se determinar a variação observada causada por um instrumento e identificar as causas das variações e avaliar a capacidade de um instrumento, conforme a pesquisa (Automotive Industry Action Group (AIAG), 2010).

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

O MSA analisa os erros gerados pelo sistema de medição e também faz uma avaliação dos instrumentos e dos operadores envolvidos. Quando esses erros forem significativos, os resultados de medição não são confiáveis e o processo se torna duvidoso. Um sistema de medição ideal deveria apresentar erro zero em relação ao produto medido, o que é impossível na prática, conforme sugerido (BARRANTINE, 1991).

Na mesma linha de Barrantine (1991) à três características básicas devem ser atendidas na medição: 1- O sistema de medição deve ter uma divisão de escala apropriada, capaz de identificar 1/10 do valor total de 6 sigmas no processo, onde é usualmente utilizado no ambiente industrial à prática 1/10 da tolerância.

2- O sistema de medição num momento específico da avaliação deve existir reprodutibilidade como um todo, e estabilidade estatística. 3- Os erros de medição devem ser estatisticamente condizentes com a faixa de valores esperado, e que os valores possam ser usados na análise e controle do processo. Essas características de dados definem uma boa exatidão e precisão nos resultados do processos de medição, onde exatidão se refere à diferença entre o valor medido e o valor real da amostra, enquanto precisão é a variação dos resultados de um instrumento medindo repetidamente na mesma amostra.

Segundo Balestrassi et al (2010) defende que “o objetivo da análise de um sistema de medição é compreender as fontes de variação que podem influenciar nos resultados de medição.”

Ao realizar repetidas medições numa determinada característica de peça, os valores encontrados nem sempre são os mesmos, ocasionando variações associadas ao sistema de medição (ALMEIDA, 2017; AL-REFAIE, BATA, 2010).

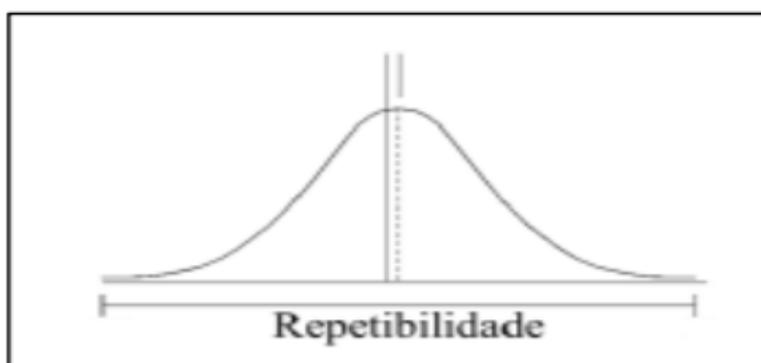
Conforme o Manual do MSA 4<sup>a</sup> Edição (2010), o processo de medição na indústria tem seu foco voltado para os equipamentos ou seja, quanto mais críticos e importantes forem os parâmetros avaliados, maior e custo do instrumento investido que raramente o ambiente, o operador e a aplicabilidade desse equipamento são questionados, onde os equipamentos não geram um retorno esperado, por não ser usado de forma correta, e alguns casos não ser usado.

## 2.2 Estudo de Repetitividade e Reprodutibilidade (R & R)

O estudo de R & R é muito utilizado nas empresas para verificar a capacidade dos instrumentos e operadores e diferenciar a variabilidade entre as peças, conforme sugerida pela (Automotive Industry Action Group (AIAG), 2010).

A Repetibilidade é a variabilidade das medições de um instrumento de medição, quando o operador realiza as medições numa mesma peça com condições de trabalho iguais num curto prazo, conforme a figura 1, sugerido pela (Automotive Industry Action Group (AIAG), 2010).

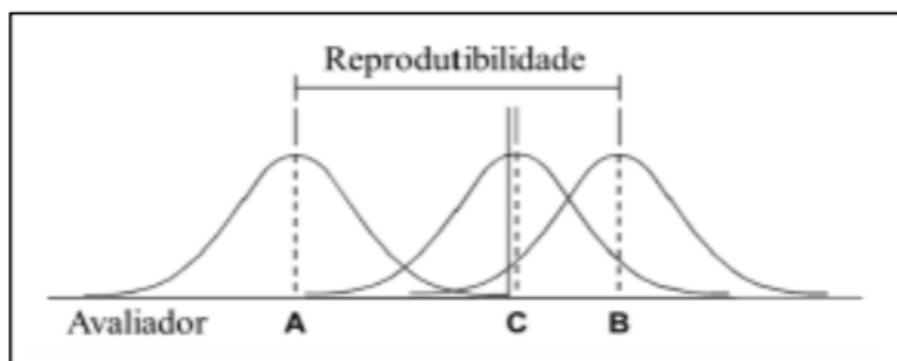
**Figura 1 - Gráfico de Repetibilidade**



FONTE: AIAG (2010)

A Reprodutibilidade é a variabilidade da média das medições realizadas por diferentes operadores, usando o mesmo instrumento de medição, para medir a mesma peça, conforme citado na figura 2, pela (AIAG, 2010).

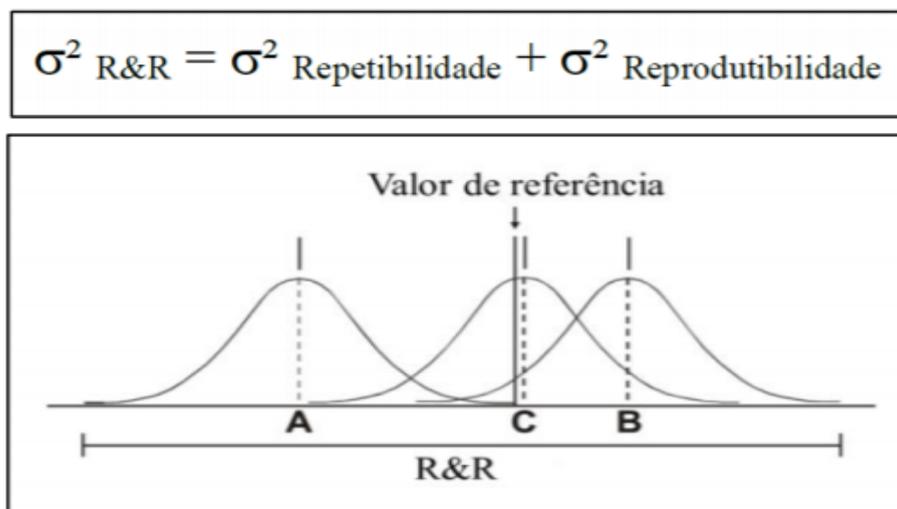
**Figura 2 - Gráfico de Reprodutibilidade**



FONTE: AIAG (2010)

A estimativa da variação entre a repetibilidade e a reprodutibilidade de um sistema de medição é a resultante da soma das variâncias dentro do sistema, representado pela fórmula, conforme citado na figura 3, pela (AIAG, 2010).

Figura 3 - Fórmula representativa do R & R



FONTE: AIAG (2010)

Na mesma linha, Feigenbaum (1994) propõe que repetibilidade e a reprodutibilidade são técnicas que ajudam a estudar um sistema de medição, onde o registro dos operadores costumam falhar ao realizarem as análises dos instrumentos de medição, e identificar os instrumentos que não são adequados para o sistema.

Na indústria automobilística o método utilizado nas empresas americanas do ramo (GM, Ford e Chrysler) é o Long Form, que em inglês significa um formulário longo descrito baseado no manual do MSA, conforme AIAG,(2010).

Para analisar os resultados de R & R de aceitação do instrumento de medição, verifica-se no quadro 1, o julgamento dos valores conforme o manual de MSA abaixo:

**Quadro 1 - Julgamento dos valores de R&R - AIAG - MSA Manual**

RR	Decisão	Comentários
Abaixo de 10%	Sistema de medição geralmente considerado aceitável	Recomendável, especialmente útil quando tentamos ordenar ou classificar peças ou quando for requerido um controle apertado do processo.
Entre 10% e 30%	Poder ser aceito para algumas aplicações	A decisão deve ser baseada primeiro, por exemplo, na importância da aplicação da medição, custo do dispositivo de medição, custo do retrabalho ou reparo. O sistema de medição deve ser aprovado pelo cliente.
Acima de 30%	Considerado inaceitável	Todos os esforços devem ser tomados para melhorar o sistema de medição. Esta condição pode ser resolvida pelo uso de uma estratégia apropriada para a medição; por exemplo, utilizar a média de diversas medições da mesma característica da mesma peça a fim de reduzir a variabilidade da medida final.

FONTE: AIAG (2010)

O julgamento dos valores total para aceitação de um sistema de medição, considera-se aceitável um equipamento cuja variação total do R & R represente menos que 10% da variância do processo, considerando um nível de confiança de 95%. Quando esta variação é maior que 10% e menor que 30%, admite-se que o sistema é marginal, ou seja, ele pode ser utilizado, mas com ressalvas, por fim, se o sistema apresentar variação maior que 30% ele é inaceitável, conforme AIAG,(2010).

### 2.3 Preparação de um estudo de R&R

Antes de iniciar a análise do sistema de medição, citado pela AIAG (2010), o Manual de MSA relata a preparação antes do estudo de R & R e inclui:

- A Seleção da pessoa responsável pelo o estudo;
- Os instrumentos devem estar calibrados contra padrões rastreáveis em perfeitas condições de uso;
- As operações e o método de medição devem ser o mesmo para a grandeza avaliada;

- Definir aleatoriamente as amostras e o número de repetições das medições que serão avaliadas do processo produtivo e necessárias para o estudo, não sendo sequenciais;
- A criticidade da grandeza deve ser avaliada, sendo que quanto mais crítica, mais amostras e repetições são requeridas. Deve-se levar em consideração também os requisitos dos clientes;
- Definir os valores nominais e limites de controle das características medidas. Esses podem ser obtidos através dos requisitos de clientes, normas aplicáveis ao produto em análise, definições da engenharia ou como resultado de medições realizadas por uma pessoa considerada especialista na atividade em questão.

#### 2.4 Procedimento de um Estudo R & R

A sequência de procedimentos para realização do estudo de R & R, começa pela coleta de dados específicos para gerar conclusões de dados estatísticos, conforme citados pelos autores (ABACKERLI; PEREIRA; OLIVEIRA; MIGUEL.2015):

- O operador A deve medir cada amostra numa sequência aleatória;
- Conforme descrito no manual do MSA, o estudo deve ser dirigido pela pessoa responsável em registrar o resultado de cada medição;
- Recomenda-se o uso de um software específico para processamento dos dados coletados e retirar conclusões sobre os sistemas de medição avaliados;
- O operador B repete os primeiros dois passos de forma aleatória e registra-se igualmente os resultados;
- Repete-se o terceiro passo com os restantes operadores;
- Repete-se todo o procedimento mais três vezes para gerar três réplicas de medição para cada amostra, para cada operador.

### 3 METODOLOGIA

Este método estatístico desenvolvido serve para estudar e analisar o comportamento do sistema de medição e aumentar a confiança e a certeza nas leituras obtidas dos instrumentos de medição. Com isso busca se verificar se instrumentos atendem as especificações de tolerância exigidas nos produtos.

#### 3.1 Caracterização da pesquisa

O método R & R (repetibilidade e reprodutibilidade) que permitiu observar a variabilidade do instrumento de medição, aplicando o software de análise estatística Minitab18 numa empresa de grande porte, onde o instrumento é utilizado para verificar a dureza das borrachas de vedação, onde são recebidas dos fornecedores e inspecionadas e liberadas pelos auditores da qualidade.

#### 3.2 Ambiente da pesquisa

O estudo do R & R foi realizado com a Análise de Variância (ANOVA), para determinar a aceitabilidade do sistema de medição, são considerados os percentuais relativos à variação total (VT), que pode ser da tolerância da peça ou do desvio padrão do processo.

#### 3.3 Etapas da pesquisa

– Foram realizadas pesquisas bibliográficas de artigos científicos de internet e a escolha do instrumento durômetro como estudo de caso. Foi utilizado o software de análise estatística Minitab18 e também as amostras utilizadas nas medições e a quantidade de operadores para realizar as medições.

- O método de estudo utilizado foi R & R / ANOVA, onde se mede o erro de interação do operador com a peça no durômetro Shore A, enquanto que os outros métodos não incluem essa variação.
- Uma vez conhecendo o instrumento de medição não replicável e sua aplicação no processo, é importante garantir que o instrumento é aceitável ou não para uma determinada especificação e a tolerância do produto.

### 3.4 Determinação do tráfego

O estudo foi realizado com o instrumento durômetro Shore A, modelo Durotech M 202, conforme as normas DIN 53505 e ASTM D 2240/75, o seu valor de resolução é de 0,5 shore A, e sua faixa de utilização é de 0 à 100 shore A, com tolerância de + ou - 1 % do instrumento durômetro.

A medição foi realizada pressionando firmemente a base de apoio do durômetro contra a superfície do material a ser testado, até que a base de apoio fique perfeitamente encostada na amostra. Neste momento, o valor da dureza será indicado pelo durômetro digital.

Este tipo de durômetro quando pressionado sobre a amostra de borracha, é comum que o ponteiro começa a retornar, isso ocorre nos materiais em que são feitos os testes Shore A, e também em matérias que são elásticos e recuperam sua forma após um tempo, então costuma considerar o valor de medição no valor máximo indicado.

Os números mais altos na escala indicam que o material elástico tem uma maior resistência à indentação ou penetração da parte do durômetro.

Este durômetro passa por calibração no período de 24 meses pela empresa terceirizada e certificada pelos órgãos competentes. Segue abaixo a imagem do instrumento, figura 1, utilizado no estudo.

**Figura 1 - Durômetro Shore A**

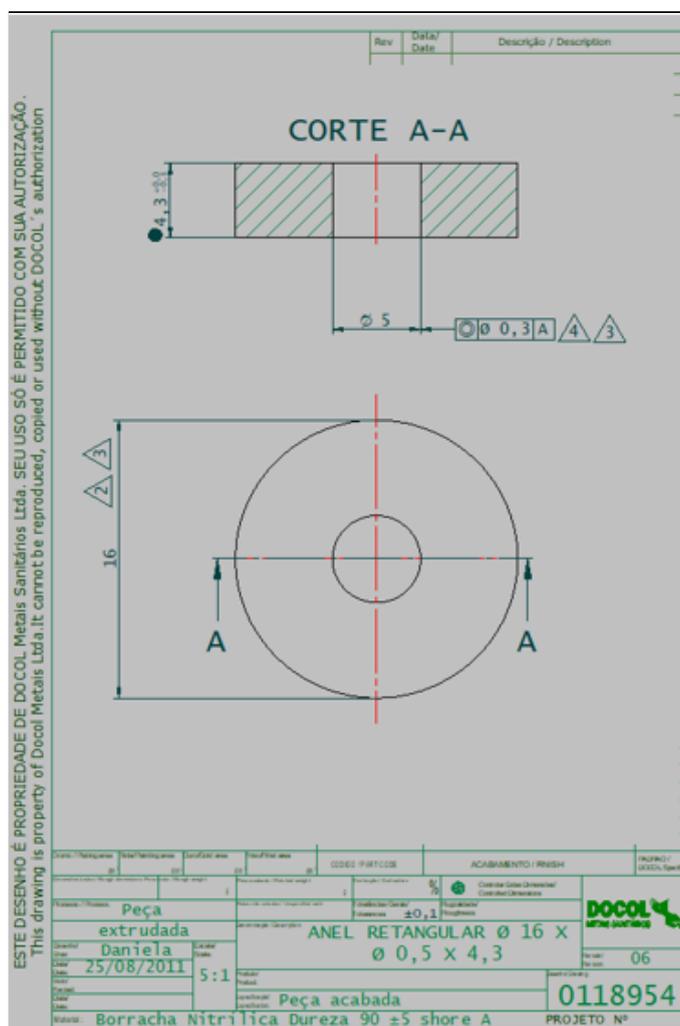


Fonte: O Autor (2021)

O local da medição foi realizado sobre uma mesa de inspeção na sala de recebimento da engenharia da qualidade em ambiente climatizado e não controlado a temperatura em torno de 22 graus.

Primeiramente foram separadas dez amostras de borracha nitrílica de um anel retangular de um lote recebido do fornecedor, para realizar as medições com o instrumento durômetro. Essas amostras foram escolhidas pelo fato de ter semelhança com o formato de batoque onde é realizado as medições de dureza e sua especificação de acordo com o desenho que é de 90 +/- 5 shore A.

Figura 2 - Desenho do anel retangular



Fonte: O Autor (2021)

As medições foram realizadas em cima das partes planas das borrachas nitrílicas com espessura de 4,3 milímetros por dois operadores auditores da qualidade, e colocadas na planilha de excel os valores de dureza shore A. Essas mesmas dez amostras foram medidas três vezes cada, em posições diferentes da borracha para evitar a inclusão no mesmo ponto medido.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados avaliados verificaram que não houve medidas fora da especificação do produto que é de 90 +/- 5 shore A, e as amplitudes tiveram variações pequenas, com valores de 0,5 a 1,0 shore A. Foi realizado também as médias das três medidas das medições conforme abaixo:

**Tabela 1 - Medições realizadas com o Durômetro Shore A**

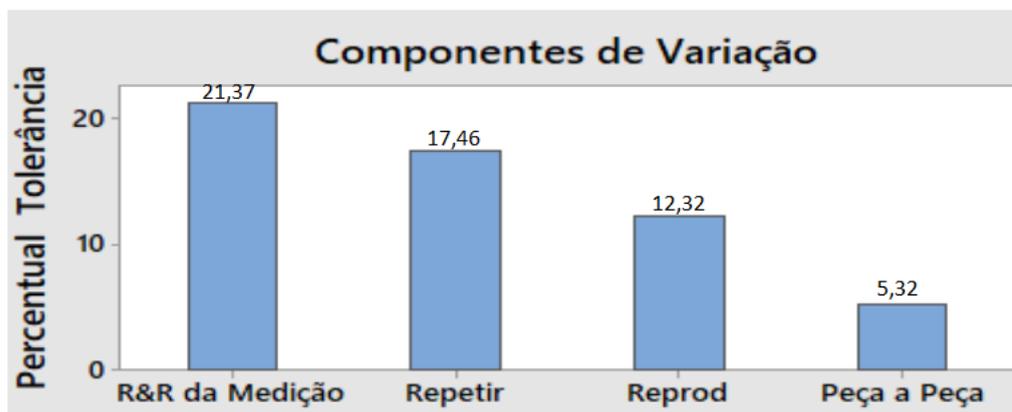
Operador A										
Amostras	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Medidas	91,0	91,0	89,5	91,0	90,0	90,5	90,0	90,0	91,0	90,5
Medidas	91,0	90,0	90,0	91,5	90,5	90,0	91,0	90,0	90,5	90,0
Medidas	90,0	90,5	90,5	90,5	90,0	90,5	90,0	90,5	90,0	91,0
Média	90,7	90,5	90,0	91,0	90,2	90,3	90,3	90,2	90,5	90,5
Amplitude	1,0	1,0	1,0	1,0	0,5	0,5	1,0	0,5	1,0	1,0
Operador B										
Amostras	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Medidas	90,0	90,0	90,0	90,0	89,0	89,5	90,0	90,5	90,0	90,5
Medidas	89,5	89,0	90,5	90,0	90,0	90,0	90,0	90,5	90,0	90,0
Medidas	90,0	89,5	90,0	90,5	89,0	90,5	90,0	90,0	90,5	90,0
Média	89,8	89,5	90,2	90,2	89,3	90,0	90,0	90,3	90,2	90,2
Amplitude	0,5	1,0	0,5	0,5	1,0	1,0	0,0	0,5	0,5	0,5

Fonte: O Autor (2021)

Com os resultados das medidas encontradas estabelecidas no excel, foram transferidos todos os valores das 60 medições para o programa Minitab18.

O método utilizado para análise do estudo foi R & R / ANOVA (cruzado) este método mede o erro de interação do operador com a peça no dispositivo de medição. Os resultados obtidos das análises das medições, estão representados nos gráficos abaixo conforme descritos e analisados nas sequência:

Gráfico 1 - Relatório da Medição (ANOVA) para Dureza Shore A

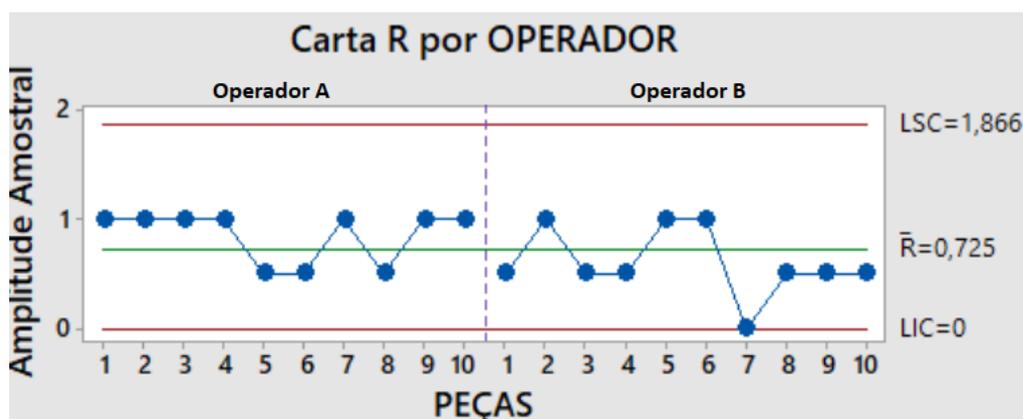


Fonte: O Autor (2021)

O gráfico 1, componentes de variação mostra que o percentual de variação foi maior no R & R de medição comparado com o valor da (peça a peça) abaixo do esperado, onde se obteve um valor considerável na repetibilidade de 17,46%.

Na sequência do gráfico 2, segue a representação das medições de amplitude amostral de cada operador, conforme abaixo:

Gráfico 2 - Relatório da Medição (ANOVA) para Dureza Shore A

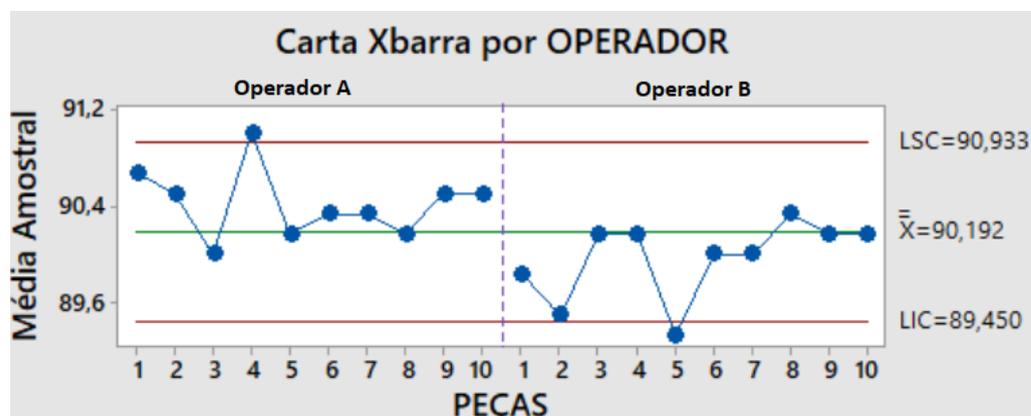


Fonte: O Autor (2021)

O gráfico 2, carta R por operador ou carta de controle das amplitudes das medidas de uma mesma peça onde foi medida por dois operadores e indicaram poucas variações de intervalos, mesmo medindo a mesma peça.

Na sequência do gráfico 3, segue a representação das medições da média amostral de cada operador, conforme abaixo:

**Gráfico 3 - Relatório da Medição (ANOVA) para Dureza Shore A**

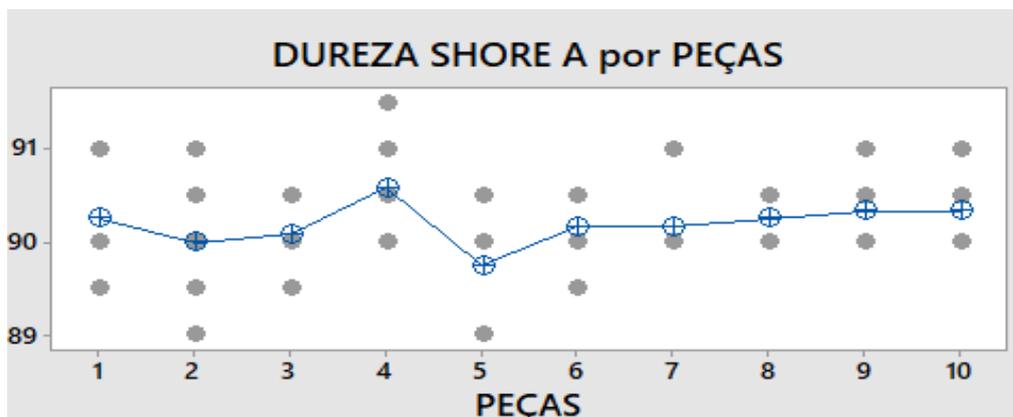


Fonte: O Autor (2021)

O gráfico 3, carta Xbarra por operador são as variações obtidas com os dois gráficos juntos, indicando que a variação das medições é pequena comparado com a variação dos dados.

Na sequência do gráfico 4, segue a representação das medições de cada operador, conforme abaixo:

Gráfico 4 - Relatório da Medição (ANOVA) para Dureza Shore A

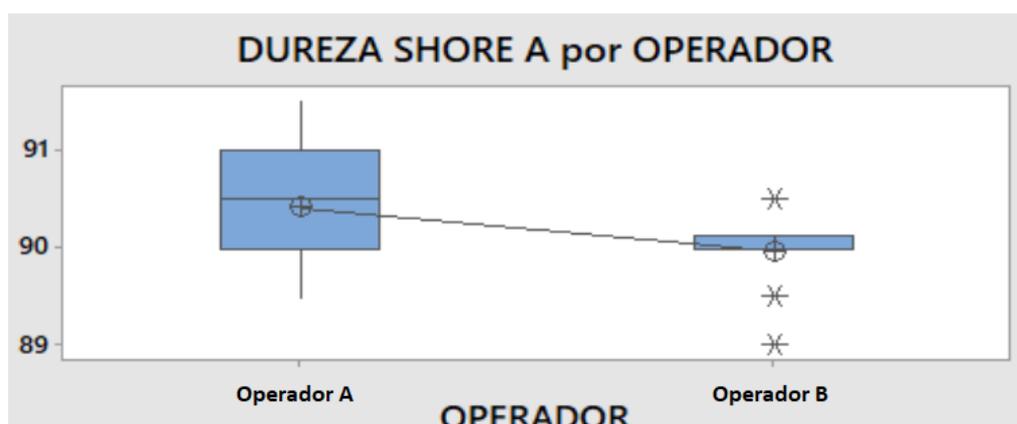


Fonte: O Autor (2021)

O gráfico 4, valor medido por peça, cada ponto cinza representa uma das 6 medidas de cada uma das peças. As peças foram medida 3 vezes por cada um dos operadores, onde os pontos cruzados representam a média das medições de cada peça. Neste gráfico os pontos cinzas estão mais próximos dos pontos cruzados, indicando pouca variação nas medições.

Na sequência do gráfico 5, segue a representação da diferença das medições de cada operador, conforme abaixo:

Gráfico 5 - Relatório da Medição (ANOVA) para Dureza Shore A

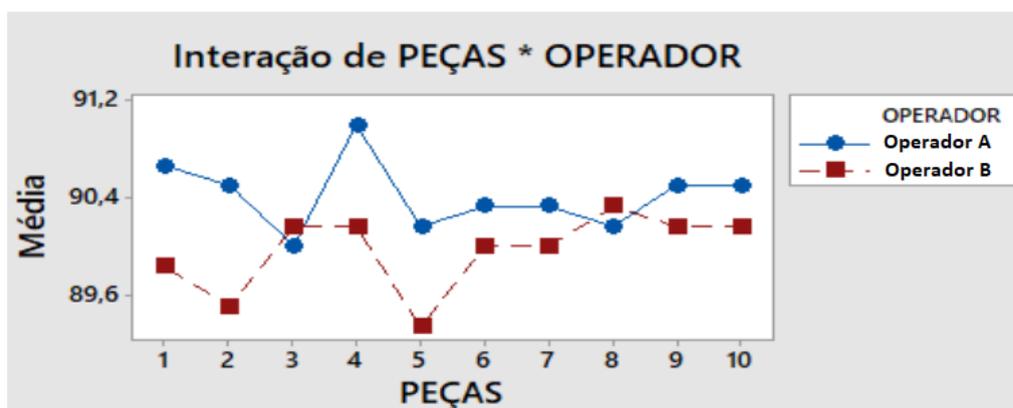


Fonte: O Autor (2021)

O gráfico 5, valor medido da dureza shore por operador, mostra as medidas feitas por cada operador, onde o operador A está acima das medidas do operador B.

Na sequência do gráfico 6, segue a representação das médias das medições de cada operador, conforme abaixo:

**Gráfico 6 - Relatório da Medição (ANOVA) para Dureza Shore A**



Fonte: O Autor (2021)

O gráfico 6, *interação peça por operador* mostra no gráfico a tendência com as médias das medidas de cada peça feita pelos operadores, onde o operador A realizou medidas maiores que o operador B e na maioria das medidas seguiram um "paralelo" e alguns pontos em sentidos opostos.

#### 4.1 Identificação das patologias

Na avaliação do sistema de medição foi utilizado a especificação do produto ou seja a porcentagem de tolerância, onde a métrica mais apropriada para situação.

Conforme a aba da sessão do Minitab18, ficou evidenciado um R & R total de 21,37% de tolerância, resultante da soma da repetibilidade e reprodutibilidade, conforme a fórmula representativa do R & R na figura 3 citado pela (AIAG, 2010).

Com isso os critérios de aceitação de um sistema de medição ficou dentro do esperado, conforme a figura 2 abaixo:

**Figura 2 - Resultado de medição do R & R**

<b>Avaliação das Medições</b>			
Fonte	DesvPad (DP)	Var do Estudo (4 × DP)	% de Tolerância (VE/Toler)
Total de R&R da Medição	0,534284	2,13714	21,37
Repetibilidade	0,436533	1,74613	17,46
Reprodutibilidade OPERADOR	0,308055	1,23222	12,32
Peça a Peça	0,133040	0,53216	5,32
Variação Total	0,550599	2,20239	22,02

Fonte: O Autor (2021)

Ficou evidenciado também uma variação pequena entre peça a peça de 5,32% da tolerância, devido às amostras não apresentarem grande diferença de amplitude nas medições.

Um ponto importante nesse estudo durante as medições foi o fato de realizar o mesmo procedimento e técnica operacional, conforme descrito no manual do instrumento durômetro Shore A, e também o fato das amostras apresentarem pouca variação de medição entre elas.

Esta metodologia foi aplicada para verificar e analisar o comportamento do instrumento de medição em relação à especificação de tolerância do produto e não para melhoramento de processo ou redução de variação entre as peças. Com isso, busca-se aumentar a confiança e a eficiência nas leituras obtidas do instrumento.

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

O objetivo do estudo foi alcançado, pois foi possível avaliar se o sistema de medição estudado é aceitável ou não, de acordo com os parâmetros do manual de MSA, tendo em vista o estudo estatístico realizado. Esse estudo possibilitou uma análise bastante detalhada das variações entre os operadores e as peças e o sistema de medição.

O resultado do Estudo de R & R considerou o instrumento de medição analisado como recomendável para determinada característica de tolerância da amostra avaliada, auxiliando a Engenharia de Processos e também da Qualidade um estudo técnico capaz de identificar qual instrumento é o mais adequado para se obter um controle dimensional mais robusto de uma dada característica (cota) presente no desenho.

Ao analisar o estudo com instrumento durômetro Shore A, sendo indispensável para a aprovação das borrachas, pois além de identificar minuciosamente os erros do sistema, gerou dados confiáveis para a tomada de decisão.

Como sugestão futura para novo estudo de R & R, seria interessante avaliar uma máquina tridimensional manual, muito utilizada na empresa onde foi realizado o estudo com o Durômetro Shore A. O fato de ser um instrumento eletrônico, existe uma parcela considerável de interferência humana em seu funcionamento, sendo algo atrativo para um próximo estudo.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço esse artigo aos meus pais, Manoel e Jucelia, pela dedicação incondicional e pelo exemplo de valores de carácter e humildade e ensinamentos ao longo da vida.

A minha professora orientadora Daniele da Silva, por todo auxílio durante as aulas remotas do trabalho de conclusão do curso.

Aos meus colegas de trabalho que me ajudaram na empresa onde eu trabalho atualmente, passando seus conhecimentos e experiências profissionais, durante os estudos realizados.

E tudo foi concretizado graças ao senhor meu Deus que me deu a vida, sabedoria e saúde para poder enfrentar todos os obstáculos do dia a dia.

## REFERÊNCIAS

LOPES, Hugo Miguel Ribeiro. **Análise de sistemas de medição pela técnica Gage R&R: Estudo de caso na Bosch Car Multimedia**. 2020. Tese de Doutorado. Disponível: <[https://repositorium.sdum.uminho.pt/bitstream/1822/64926/1/Disserta%a7%a3o\\_Hugo\\_Miguel\\_Ribeiro\\_Lopes\\_A58317\\_MIEGI.pdf](https://repositorium.sdum.uminho.pt/bitstream/1822/64926/1/Disserta%a7%a3o_Hugo_Miguel_Ribeiro_Lopes_A58317_MIEGI.pdf)> Acesso em: 22 abril. 2021.

SABIONI, Rachel Campos et al. **ESTUDO DE REPETITIVIDADE E REPRODUTIBILIDADE PARA ANÁLISE DO SISTEMA DE MEDIÇÃO DE UM PROCESSO DE ETIQUETAGEM DE BOMBAS**. Disponível em: <[http://www.abepro.org.br/biblioteca/TN\\_STO\\_239\\_385\\_34014.pdf](http://www.abepro.org.br/biblioteca/TN_STO_239_385_34014.pdf)>. Acesso em: 14 abril. 2021.

SCHRAMM, Leonardo. **Análise da Influência do sistema de medição sobre os resultados de inspeção de recebimento**. 2016. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Disponível em: <[http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/10520/1/CT\\_DAMEC\\_2016\\_2s\\_60.pdf](http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/10520/1/CT_DAMEC_2016_2s_60.pdf)> Acesso em: 15 abril. 2021.

ZEFERINO, Dione Aparecido; PIERRE, Fernanda Cristina; CAMPOS, Livia Paschoalino. **AVALIAÇÃO DE UM SISTEMA DE MEDIÇÃO VIA ÍNDICE R&R PELO MÉTODO DA ANÁLISE DA VARIÂNCIA**. In: V JORNACITEC. 2016. Disponível em: <<http://www.jornacitec.fatecbt.edu.br/index.php/VJTC/VJTC/paper/viewFile/729/1058>> Acesso em: 14 abril. 2021.