

ANÁLISE METROLÓGICA EM RONDONÓPOLIS

Prof. Ms. Eng. Douglas da Costa Ferreira, dcferreira@ufmt.br
Universidade Federal de Mato Grosso - *Campus de Rondonópolis*

Henrique Kops Zahner, Henrique.k.z@hotmail.com
Universidade Federal de Mato Grosso - *Campus de Rondonópolis*

RESUMO: A análise metrológica torna-se muito importante para a indústria em geral, de modo que se possa fazer a verificação de seu sistema de produção, da qualidade do produto e da capacidade da empresa de atender as exigências do mercado consumidor. Desenvolveu-se uma pesquisa para a avaliação das empresas do setor de metal mecânica da cidade de Rondonópolis/MT para verificar quais são as características dos seus sistemas metrológicos e dessa maneira determinar os erros de medição em função do ASM (Análise dos Sistemas de Medição – tradução não oficial de MSA - Measurement Analysis System), quais sejam: tendência, repetitividade e reprodutibilidade. A análise foi realizada por meio de visitas a três empresas, que são representativas desse setor no universo da pesquisa. Seus funcionários foram entrevistados e realizaram medições com os instrumentos da empresa e com instrumentos da UFMT que são calibrados. A tendência de cada operador foi determinada, assim como a tendência dos equipamentos de medição de cada empresa estudada. Os resultados das medições permitiram avaliar os erros de repetitividade de cada operador e, na comparação entre os operadores, permitiram avaliar a reprodutibilidade.

PALAVRAS-CHAVE: metrologia, ASM

ABSTRACT: *The metrological analysis becomes very important to the industry to make possible to do check their production system, product quality and company's ability to meet the costumer market demands. It was developed a survey to evaluation the metal-mechanic sector companies in the Rondonópolis city to check which are the metrological characteristics of their systems and thus determine the measurement errors due to the MSA (Measurement Analysis System) as: trend, repeatability and reproducibility. The analysis was conducted through visits three companies of metal-mechanics sector that are representative of this sector. Their employees were interviewed and were performed measurements with the company's instruments and UFMT's calibrated instruments. The trend was determined for each operator, as well as the tendency of measuring equipment of each company studied. The results of the measurements allowed to estimate errors of repeatability of each operator and allowed to assess reproducibility.*

KEYWORDS: *metrology, MSA*

INTRODUÇÃO

Metrologia é a ciência da medição e tem por finalidade estudar as grandezas físicas, desenvolver técnicas e métodos para que a medição de determinada grandeza seja feita de maneira apropriada e com resultados válidos. Dessa maneira, a análise metrológica torna-se muito importante para a indústria em geral, de modo que se possa fazer a verificação de seu sistema de produção, da qualidade do produto e da capacidade da empresa de atender as exigências do mercado consumidor.

A escolha correta do instrumento de medição, treinamento do operador, a avaliação do ambiente e outras preocupações relacionadas com o processo metrológico de controle de qualidade fazem parte do processo conhecido como MSA (Análise de Sistema de Medição). Segundo MSA (2002) e Silva (2007) a análise metrológica deve considerar não apenas o instrumento e, também, não apenas a interação do operador com o instrumento de medição, mas sim um conjunto de fatores que incluem o meio ambiente, o desgaste e demais influências que podem afetar o resultado de uma medição. Assim, se o sistema de medição opera de maneira

inadequada, o controle da qualidade da produção fica passível de erros, como aprovar peças em não conformidade com as especificações ou reprovar peças que estão em conformidade

METODOLOGIA

Partindo de um banco de dados buscaram-se entre 150 empresas catalogadas no setor de metal-mecânica aquelas que possuísem as características necessárias para participar desse estudo. Como grande parte das empresas não se adequou aos requisitos, foram escolhidas apenas três empresas, listadas abaixo e denominadas respectivamente de Empresa 01, Empresa 02 e Empresa 03, que apresentaram maiores porte, número de medidas tomadas durante a verificação de seus produtos e quantidade de equipamentos metrológicos.

- Empresa de usinagem - produz peças para outras empresas localizadas na região sul do Estado do Mato Grosso;
- Fábrica de sistemas de armazenamento de grãos - fabrica instala e oferece manutenção para silos,

elevadores, transportadores e separadores de grãos (principalmente soja e milho);

- Fábrica de armazéns de alimentação animal - produz sistemas de armazenagem, transportadores, elevadores e misturadores de ração animal.

Através da coleta de dados com o auxílio de um questionário, confeccionado com o objetivo de identificar quais características do MSA são abrangidas pelo processo produtivo, além de instrumentos de medição como paquímetro, micrômetro e blocos-padrão, pertencentes ao Laboratório de Metrologia do Departamento de Engenharia Mecânica, foram avaliados os aspectos gerais da empresa e os métodos de medição.

Procedimento experimental

Peças aleatórias selecionadas no estoque de produtos aprovados foram novamente medidas (sendo duas iguais) por dois operadores usando os equipamentos da própria empresa e da UFMT, que são calibrados, e os resultados obtidos foram comparados. Também se realizou uma entrevista com os operadores e responsáveis pela avaliação metrológica das peças produzidas de modo a identificar quais são as características mais importantes das peças e como estas são avaliadas, visando verificar também outros aspectos como de que maneira o operador aprendeu o ofício (participou de cursos de educação sistemática ou por experiência) e as condições do ambiente em oferecer uma garantia na execução das avaliações metrológicas.

Equações governantes

$$\text{Repetitividade} = 6 * \sigma / \text{tolerância} \quad (1)$$

- σ é o desvio-padrão das medidas obtidas;
- *tolerância* é a faixa de tolerância de projeto da peça.

$$\text{Reprodutibilidade} = \text{máxima diferença} / \text{tolerância} \quad (2)$$

- *máxima diferença* é a diferença entre a maior e a menor medida obtida.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Assim, imbuídos dos dados coletados e utilizando as equações governantes obtivemos os seguintes resultados, para a Empresa 01, apresentados nas Tabelas 1 e 2.

Tabela 1. MSA – Resumo paquímetros

Característica	Operador 01	Operador 02
Repetitividade	3,98%	13,26%
Reprodutibilidade	193,8%	

Tabela 2. MSA – Resumo micrômetros

Característica	Operador 01	Operador 02
Repetitividade	3,54%	0,00%
Reprodutibilidade	75,0%	

De maneira análoga encontramos as Tabelas 3 e 4 que

correspondem respectivamente aos resultados obtidos para as Empresas 02 e 03.

Tabela 3. MSA – Empresa 02

Característica	Operador 01	Operador 02
Repetitividade	127,28%	141,42%
Reprodutibilidade	36,67%	

Tabela 4. MSA – Empresa 03

Característica	Operador 01	Operador 02
Repetitividade	48,21%	15,20%
Reprodutibilidade	17,16%	

CONCLUSÃO

Os estudos de caso, embora não caracterizem uma amostragem estatística, são significativos por causa da importância dessas empresas no cenário econômico da cidade de Rondonópolis e sul do Estado de Mato Grosso. Como as empresas são consideradas as mais modernas em seu segmento, pode-se concluir de forma preliminar:

- Os equipamentos de medição utilizados não são calibrados, principalmente porque não há uma empresa que forneça este serviço na região e foi possível avaliar que os equipamentos de medição apresentam erros significativos;
- Os empregados incumbidos da avaliação metrológica não têm a formação adequada para desempenhar este papel, realizando medições de uma forma não adequada;
- Não são realizados estudos estatísticos dos dados metrológicos para que ações preventivas e corretivas pudessem ser implantadas no processo;
- Há um erro significativo de repetitividade dos operadores avaliados, o que pode impactar na avaliação final dos produtos (aprovação peças em não-conformidade ou vice e versa).
- Há um grande erro de reprodutibilidade entre os operadores avaliados.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, aos meus pais e todos que me apoiaram, em especial ao Prof. Ms. Douglas da Costa Ferreira a quem eu devo muito.

REFERÊNCIAS

- MSA, 2002. “MSA - Measurement System Analysis”, 3rd Edition, IAQB.
- Silva, R. F., 2007. “A importância dos estudos de MSA nas organizações”, Revista Qualypro.

DECLARAÇÃO DE RESPONSABILIDADE

O autor Henrique Kops Zahner é o único responsável pelo material impresso contido neste artigo.