

ENSAIOS EXPERIMENTAIS NO LABORATÓRIO DE METROLOGIA PARA PROMOVER A INTERDISCIPLINARIEDADE

Raphaelly Antunes Alves¹; Paulo Henrique Paulista².

¹ Centro Universitário de Itajubá – FEPI, Engenharia de Produção, raphaelly.alvez@hotmail.com;

² Centro Universitário de Itajubá – FEPI, Engenharia de Produção, paulohpaulista@gmail.com

Aprender sobre um determinado assunto é uma tarefa que vai muito além de uma leitura básica. Existem diversas outras atitudes importantes que são essenciais para adquirir conhecimentos dentro de uma universidade pois alguns dos problemas que um aluno irá presenciar no chão de fábrica não são totalmente abordados em sala de aula de forma prática. A interligação de uma matéria com outra matéria distinta faz com que o aluno possua capacidade de visualizar problemas que podem ser sanados por técnicas de fácil acesso. O presente artigo tem a finalidade de realizar uma análise experimental com conceitos das aulas de Metrologia e fazer uma relação com as matérias de Probabilidade e Estatística e Controle Estatístico da Qualidade, usando um software de fácil acesso para resolução. Também há conceitos sobre Controle Estatístico de Qualidade, que pode ser definido como qualquer atividade que controle a organização, trazendo melhorias de produtos e serviços e a satisfação do cliente.

Palavras-chave: Qualidade; CEQ; Metrologia; Medições; Probabilidade e estatística;

INTRODUÇÃO

As técnicas de ensino vêm evoluindo e, conseqüentemente, os alunos precisam de algumas alternativas para que a transmissão do conhecimento sejam mais agradáveis.

Considerando o ensino em Engenharia, os métodos e técnicas tradicionais utilizados exigem um comportamento passivo do aluno. Piletti (1988) apresenta os seguintes métodos:

- Aula expositiva onde o professor passa informações e o aluno absorve a mesma e a transforma em conhecimento;
- Técnica de perguntas e respostas que consiste em o professor fazer perguntas ao aluno sobre um determinado assunto que os alunos estudaram ou tiveram algumas experiências no passado;
- Estudo dirigido..

Alguns dos problemas que os alunos irão presenciar no chão de fábrica não são muito abordados em sala de aula de forma prática (HAMALAINEN, 2006).

Portanto, este artigo tem a finalidade de apresentar uma técnica para melhorar o ensino em

Engenharia de Produção, por meio da interligação de algumas disciplinas para que o aluno possa relacionar conceito teórico e prático algumas disciplinas do curso.

Sendo assim, foi feito um experimento onde um aluno usou conceitos de três matérias: metrologia, probabilidade e estatística e controle estatístico da qualidade.

Para contextualizar, foi feita uma revisão bibliográfica de alguns conceitos de qualidade e metrologia. Em qualidade foi abordado as sete ferramentas básicas de qualidade. Já em metrologia apresentou-se o conceito de medidas, instrumentos (como o paquímetro e o micrômetro) e o erro em medições.

Fundamentação teórica

A gestão da qualidade pode ser definida como qualquer atividade para controlar uma organização, possibilitando a melhoria de produtos e serviços, visando garantir a completa satisfação das necessidades dos clientes, sendo assim é uma das principais estratégias competitivas nas empresas e nos diversos

As sete ferramentas da qualidade

As ferramentas da qualidade são métodos utilizados para a melhoria de processos e soluções de problemas, visando o objetivo de fácil aplicação do Controle Estatístico de Processos.

Fluxograma

A finalidade do fluxograma é estudar um processo, identificando o melhor caminho para um produto ou serviço com o objetivo de identificar os desvios dos mesmos.

Diagrama de Ishikawa

O Diagrama de Causa e Efeito é um dos métodos mais usados na melhoria da qualidade, dado que permite usar uma forma simples de acompanhamento. A Figura 1 apresenta o diagrama de Ishikawa, trazendo o efeito (problema) e os fatores de causas possíveis do problema.

FIGURA 1- Modelo de Diagrama de Ishikawa para Problemas de Natureza Industrial: 6 M's.



Fonte: Meireles (2001, p.55)

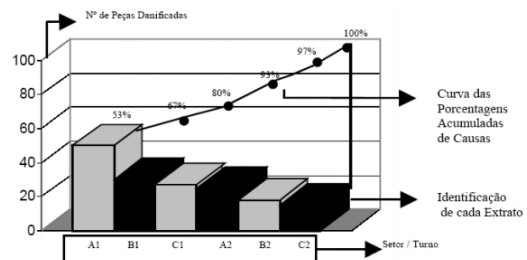
Folha de Verificação

Para Cunha (2001), as folhas de verificação são formulários planejados com respostas fáceis, registrando os dados a serem verificados, sendo assim uma rápida interpretação da situação

Diagrama de Pareto

Para Avelar (2008), o Diagrama de Pareto é um recurso gráfico utilizado para estabelecer uma ordenação nas causas de perdas que devem ser sanadas. Essa ferramenta é formado por barras verticais tendo como objetivo determinar quais problemas resolver primeiro de acordo com seu valor de escala, exemplificado na figura 2.

FIGURA 2 - Gráfico de Pareto.



Fonte: Silva (1995 p.24)

Histograma

Porém para Souza (2003) histograma é um gráfico de barras que dispõe as informações de modo que seja possível a visualização da forma da distribuição de um conjunto de dados.

Diagrama de Dispersão (ou Correlação)

O Diagrama de Dispersão visualiza a alteração que uma variável sofre quando outra se modifica.

Gráfico de Controle

Para Cunha (2001), são gráficos para examinar se o processo está ou não sob controle. Sintetiza um amplo conhecimento de dados, usando métodos estatísticos para observar as mudanças dentro do processo, baseado em dados de amostragem.

Medições

Medição é o resultado de um procedimento experimental pelo qual é mensurado o valor de uma grandeza física (ALBERTAZZI e SOUZA, 2008). Lira (2013) afirma que para realizar medições, o operador precisa conhecer alguns requisitos, como: instrumentos de medição, exatidão de medição, sensibilidade do instrumento, resolução do instrumento e erro de medição.

Instrumentos de medidas

Instrumentos de medidas são equipamentos utilizados para realizar as medições. Dois instrumentos muito utilizados para medições nas empresas são o paquímetro e o micrômetro.

“O paquímetro é um instrumento constituído para efetuar medições internas, externas, profundidade e topo, no qual o valor indicado é lido na graduação principal e na escala auxiliar”. (LIRA, 2013, p. 157).

O micrômetro é um dos instrumentos mais utilizados na indústria mecânica, tendo sido aperfeiçoado ao longo dos anos com o emprego de novos materiais e novas técnicas de fabricação.

Erros de medição

Para analisar uma peça ou um conjunto de peças, faz-se necessário realizar várias medições. Há uma dificuldade de realizar a medição garantindo o mesmo valor para todas tentativas. Por isso, as empresas trabalham com limites e tolerâncias para as peças.

Albertazzi e Souza (2008); e Lira (2013) afirmam que existem três tipos de erros de medição

- Erro sistemático: é aquele que está presente em todas as medidas, pois ocorre por perturbações no sistema;
- Erro aleatório ou randômico: é aquele que está presente somente em algumas medidas e não tem como prever a sua ocorrência;
- Erro Grosseiro: é ocasionado por um erro no instrumento de medida ou por falta de treinamento do operador que está realizando a medição.

Metodologia

A metodologia usada será a revisão bibliográfica seguida de um experimento. Lakatos e Marconi (1992) definem revisão bibliográfica como sendo aquela que tem por base a pesquisa junto a textos bibliográficos, selecionados mediante rigor técnico.

O experimento é uma pesquisa feita em laboratório, onde o pesquisador ou experimentador controla e manipula as variáveis para verificar o resultado de um fenômeno que está sendo investigado.

RESULTADOS

Como as aulas da disciplina de metrologia são práticas, diferentes peças são medidas durante as aulas. No laboratório um aluno realizou-se as medições de um único tipo de peça, que pode ser visto na Figura 3.

FIGURA 3: Peça usada para as medições



Esse tipo de peça foi medido no topo, no meio e em sua base, por 2 paquímetros de calibração de 0,05mm de marcas diferentes. Os dados que foram coletados no experimento podem ser vistos na Tabela 1.

Tabela 1: Dados coletados com os dois paquímetros diferentes.

	D1 - marca Starret	D2 - marca Mitutoyo
1	9,40	9,55
2	9,40	9,60
3	9,45	9,55
4	9,90	9,80
5	9,50	9,80
6	9,50	9,70
7	9,70	9,40
8	9,65	9,45
9	9,55	9,50
10	9,90	9,75
11	9,70	9,85
12	9,55	9,50
13	9,80	9,50
14	9,55	9,55
15	9,65	9,60

De posse dos dados da tabela 1 e com o auxílio do software *Minitab 16*, pode-se fazer o teste de hipótese para saber se os dois paquímetros são iguais. Para isso, fez-se o teste *t pair* e *t*. O resultado do teste pode ser visto na Figura 4.

Figura 4: Resultado do teste t.

03/05/2016 16:32:09

Welcome to Minitab, press F1 for help.

Paired T-Test and CI: D1 - marca Starret; D2 - marca Mitutoyo

Paired T for D1 - marca Starret - D2 - marca Mitutoyo

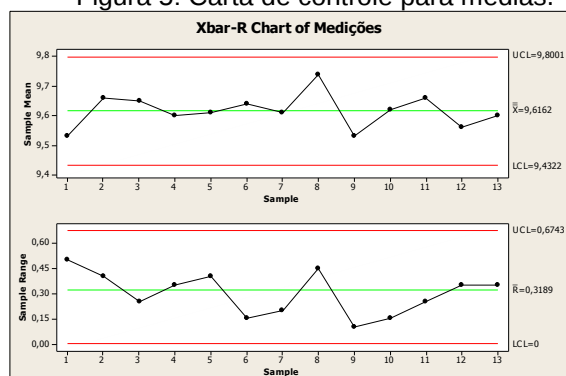
	N	Mean	StDev	SE Mean
D1 - marca Starret	15	9,6133	0,1631	0,0421
D2 - marca Mitutoyo	15	9,6067	0,1400	0,0361
Difference	15	0,0067	0,1860	0,0480

95% CI for mean difference: (-0,0963; 0,1097)

T-Test of mean difference = 0 (vs not = 0): T-Value = 0,14 P-Value = 0,892

Analisando o valor do P-Value, pode-se concluir que os dois paquímetros são equivalentes com 95% de confiança. Depois foram realizadas mais 65 medições com a finalidade de elaborar uma carta de controle, considerando o subgrupo igual a 5. O resultado da carta de controle usando o Minitab pode ser visto na Figura 5.

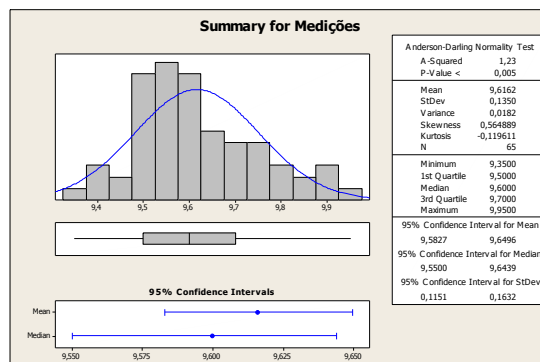
Figura 5: Carta de controle para médias.



Analisando a Figura 5, pode-se dizer que o processo está dentro dos controles, ou seja, não há nenhuma causa especial.

Ainda usando as 65 medições, realizou-se um *graphicalSummary*, que apresenta a estatística descritiva dos dados (média, desvio padrão, variância, mediana e outras informações) e também um histograma que mostra como os dados estão distribuídos. A Figura 6 apresenta o resultado do Minitab do *graphicalSummary*.

Figura 6: Carta de controle para médias.



Analisando todas as estatísticas feitas, pode-se perceber que teve diversos conceitos que estão presentes nas disciplinas de metrologia, controle estatístico da qualidade, de probabilidade e estatística. Assim, o experimento mostrou que essas disciplinas podem trabalhar de maneira conjunta.

Conclusão

Ao se analisar o ensino de Engenharia de Produção, pode-se ter uma dificuldade de perceber a prática de alguns conceitos. Assim, esse artigo teve como objetivo uma proposta para interligar algumas disciplinas de forma que seus conceitos sejam trabalhados de forma integrada. Para isso foi feito um experimento, onde foram envolvidos conceitos das disciplinas de metrologia; controle estatístico da qualidade; e probabilidade e estatística. Ao analisar o resultado do experimento, pode-se perceber que as medições feitas durante as aulas práticas de metrologia podem contribuir para as aulas de controle estatístico da qualidade e também para probabilidade e estatística. Assim, o aluno percebe-se como usar a estatística e como pode ser feito o controle estatístico de alguns processos. Também é possível interagir com o uso de *software* estatístico, no caso o Minitab, para a realização de testes e gráficos que são importantes para um Engenheiro de Produção, principalmente na área da Qualidade.

REFERÊNCIAS

ALBERTAZZI, A.; SOUZA, A. R. **Fundamentos da metrologia científica e industrial**. Barueri: Manole, 2008.

AVELAR, W. Monografia – **Utilização de ferramentas da qualidade objetivando melhorias no processo produtivo** - Universidade Católica de Petrópolis – Petrópolis – 2008.



CUNHA, C.J. **Modelos de gestão da qualidade I.** SENAI – Universidade Federal do Paraná – Curitiba – 2001.

HAMALAINEN, R.; **Designing and evaluating collaboration in a virtual game environment for vocational learning.** Institute for Educational Research, University of Jyväskylä, 2006;

LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. A. **Metodologia do trabalho científico.** 4.ed. São Paulo: Atlas, 1992.

LIRA, F. A. **Metrologia na indústria.** 9ª ed. São Paulo: Érica, 2013

MEIRELES, M. **Ferramentas Administrativas para Identificar, Observar e Analisar Problemas: Organizações Com Foco no Cliente.** 1 ed. São Paulo: Editora Arte e Ciência, 2001.

PILETTI, C. **Didática Geral,** Editora Ática, São Paulo, São Paulo, pp 90-147, 1988.

SILVA, D.C. **Metodologia de análise e solução de problemas. Curso de especialização em Qualidade Total e Marketing.** Florianópolis. Fundação CERTI. UFSC, 1995.

SOUZA, J.J. de Monografia – **o programa Seis Sigma e a melhoria contínua** – Fundação Getúlio Vargas – São Paulo – 2003.