

DESVIO PADRÃO E IMPRECISÃO DE LEITURA: PAQUÍMETRO

Vicente de Tarso Lobo De Macêdo Silva¹

Fred Carlo Moreira Soares²

Engenharia Civil



ISSN IMPRESSO 1980-1777

ISSN ELETRÔNICO 2316-3135

RESUMO

As amostras de medições são utilizadas em diversas aplicações nas áreas da engenharia, matemática, física e diversas tecnologias. E para uma análise mais precisa dessas amostras, foram desenvolvidos métodos matemáticos, que por meio de cálculos de dispersão com desvio padrão, procura-se demonstrar resultados mais exatos em suas análises. E por meio de equipamentos de medição precisos como paquímetro, torna-se possível obter os resultados finais mais próximos da média esperada.

PALAVRAS CHAVES

Desvio Padrão, Precisão, Paquímetro

ABSTRACT

Measurement samples are used in several applications in the areas of engineering, mathematics, physics and various technologies. And for a more accurate analysis of these samples, mathematical methods have been developed, which by means of dispersion calculations with standard deviation, try to demonstrate more accurate results in their analyzes. And by means of precise measurement equipment like pachymeter, it becomes possible to obtain the final results closer to the expected average.

KEYWORDS

Standard Deviation, Precision, Caliper

1 INTRODUÇÃO

Diante da grande demanda de precisão de uma medida, as ciências exatas como: matemática, física, química têm avançado tecnologicamente na busca de resultados teóricos que exemplifiquem cada vez mais, de forma mais precisa dados reais medidos, interpretando os diversos ambientes que são coletados e, aplicando as variáveis necessárias, como: tempo, temperatura, pressão, distância, força, velocidade, entre outras. Para suprir tais necessidades, o desenvolvimento de métodos matemáticos é indispensável na análise de dados coletados. O desvio padrão é um bom exemplo desse método de análise; ele é uma medida que expressa o grau de dispersão de um conjunto de dados, ou seja, o desvio padrão indica o quanto um conjunto de dados é uniforme, o quanto mais próximo de 0 for o desvio padrão, mais preciso são os dados.

Um exemplo de equipamento de precisão, para medidas de distância é o Paquímetro, fortemente utilizado pela indústria, principalmente a automotiva. Pela facilidade de medir dimensões de pequenos objetos, tais como: parafusos, porcas, tubos, peças de encaixes de motores. A necessidade de tais medidas precisas, servem de base de dados, para o planejamento de projetos de engenharia, que impulsiona avanço tecnológico global.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Ao realizar medições de uma dada grandeza física, como a resistência elétrica de um componente, espessura de uma barra metálica e a altura do som em um ambiente e entre outros. Embora tais medições sejam feitos com aparelhos de alta precisão o resultado medido não é totalmente correto, uma vez que vários fatores podem interferir no resultado daquilo que chamamos de medição, além disso existe a limitação ou precisão do instrumento de medida utilizado, que pode-se envolver a

incerteza do tipo b. Portanto aplica-se a medições algumas vezes para obter um percentual considerável de dados, e assim apresentar o resultado final como uma média acompanhada do intervalo de variação da medida, ou seja, a *incerteza do tipo c*, que é o módulo das incertezas *a* e *b*.

O desvio padrão é o protótipo das medidas de dispersão em virtude de suas propriedades matemáticas e de seu uso na teoria da amostragem" (OLIVEIRA, 2017, p. 8).

$$\text{Desvio Padrão: } \sigma = \sqrt{\frac{\sum (xi - \bar{x})^2}{n - 1}}$$

Onde:

σ : desvio padrão, onde seu valor final não pode ser arredondado;

\bar{x} é a média aritmética, onde o seu resultado final não pode ser arredondado, ou seja o valor deve ser expresso com todos os algarismos significativos até o final dos cálculos estatísticos, a média é dada pela equação:

$$\bar{x} = \frac{\sum xi}{n} = \frac{x1 + x2 + x3 + x4 + \dots + xn}{n}$$

Onde:

xi : é cada uma das medidas;

n : é número de medidas realizadas.

Dentro do cálculo do desvio padrão pode-se, se caso for uma amostra de medições, como o exemplo abordado, precisamente medidas por mão humanas. Deve-se levar em consideração algumas incertezas de medição e que para sua apresentação **só podem conter de 1 a 2 algarismos significativos**.

Incerteza do tipo a: pode ser considerada a média do desvio padrão, e sua equação é dada por: $\sigma a = \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$

Incerteza do tipo b: pode ser associada a precisão do equipamento de medição, que por ser interpretada de duas formas, caso o equipamento seja analógico, a sua equação é dada por: $\sigma b = \frac{\text{precisão do instrumento}}{2}$; mas se o equipamento for

digital a sua precisão é dada por: $\sigma b = \text{precisão do equipamento digital}$.

Incerteza do tipo c: essa incerteza é a de principal influência no resultado final, pois o resultado final é apresentado como interpretações da soma e da subtração da média pela incerteza do tipo c, a equação dessa incerteza é dada por: $\sigma c = \sqrt{\sigma a^2 + \sigma b^2}$

Resultado final: ao final de todos os cálculos estatísticos, é necessário demonstrar um resultado objetivo, que é o considerável que será utilizada em outras aplicações, é necessário observar que como a incerteza tipo c só pode ter no máximo de 1 a 2 algarismos significativos é preciso igualar as casas decimais da média (ao do valor incerteza ()). O resultado pode ser expresso como:

$$R_F = (\bar{x}) \pm (\sigma c)$$

Onde:

\bar{x} : é a média aritmética;

σ_c : é a incerteza do tipo c.

O paquímetro digital é utilizado para leitura rápida e sua precisão pode chegar a 0,001mm livre de erro de paralaxe que ocorre quando: *à observação errada na escala de graduação causada por um desvio óptico ou "ponto de vista" irregular, causado pelo ângulo de visão do observador. Pode ocorrer em vidrarias como buretas, provetas, pipetas, equipamentos analógicos com visor de vidro.* E com isso o paquímetro torna-se ideal para controle estatístico.

3 METODOLOGIA

Como exemplo de aplicações dos assuntos já expostos, a realização procedimento experimental foi essencial e teve como objetivo determinar as medidas das dimensões e o volume da casca cilíndrica de um tubo de alumínio e sua incerteza. Primeiramente, com identificação do cilindro que será utilizado. Em seguida, com a utilização do paquímetro analógico com precisão de 0,1mm, foram realizadas das medições de altura, diâmetro externo e interno. O experimento para a determinação das medidas foi realizado dessa maneira, sendo repetido por 10 vezes.

Após a coleta de dados, e já organizados, foram aplicados os métodos matemáticos, com os cálculos de *desvio padrão, média, incerteza (a), (b) e (c) e a conclusão com um resultado final.* Por necessidade de formular funções matemáticas, a utilização de ferramentas computacionais, como: Microsoft excel e google planilhas, serviram para reduzir mais ainda os erros de cálculo.

A necessidade da procura de informações foi bastante distinta, pois precisaria buscar experiências do ponto de vista de outros autores que falavam do mesmo assunto. Por meio da leitura livros que abordavam aspectos dos assuntos argumentados, como: livros de estatística, metrologia, além da necessidade de pesquisar em outros artigos científicos; a consulta teórica de outros profissionais da área, como: professores de matemática, física e engenheiros foi de fundamental importância para a fundamentação dos assuntos aqui expostos.

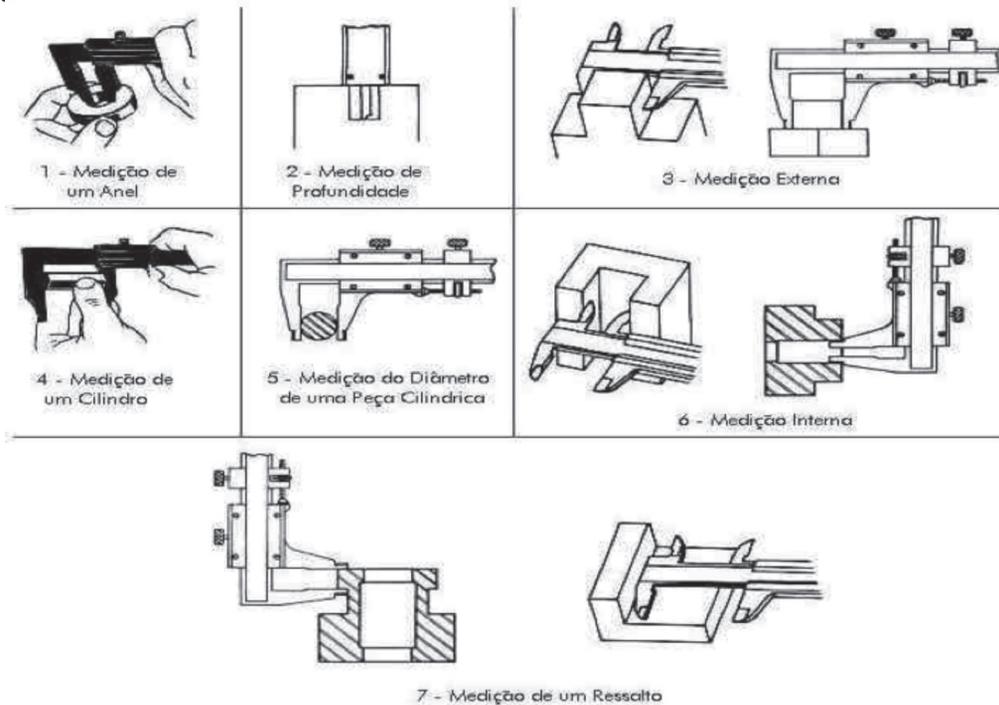
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Para uma melhor exemplificação das aplicações do Desvio padrão e do uso do paquímetro e sua precisão, tomamos como aplicação básica as aulas práticas de física mecânica, ministradas nos cursos de bacharelado em engenharia da Universidade Tiradentes.

Nessa aplicação o equipamento paquímetro foi utilizado para medições de um tubo de alumínio, medições de altura, diâmetro externo e interno; esses dados experimentais de base para os cálculos de: média, desvio padrão, incertezas tipo a, b e c, e resultado.

Na Imagem 1, pode-se observar algumas aplicações do paquímetro, tanto em medições de espessura, largura, comprimento e profundidade.

Imagem 1 – Aplicações básicas do paquímetro



Fonte: HUTTMANN (2014).

A Imagem 2 mostra quais os instrumentos utilizados no procedimento de coletas de dados dimensionais do tubo de alumínio, utilizando um paquímetro com precisão de 0,1mm.

Imagem 2 – Equipamentos utilizados, paquímetro e tubos cilíndrico



Fonte: ANDRADE.

Após a coleta das amostras de altura, diâmetro externo e interno, foi possível organizar os resultados, como mostra a Tabela 1; os cálculos foram desenvolvidos por meio de *Softwares* como: *Microsoft Excel* e *Google planilhas*.

Tabela 1 – Resultados experimentais e seus devidos cálculos (média, desvio padrão, incertezas (a), (b) e (c), e seu resultado)

Medida	Altura H (mm)	Diâmetro Interno d (mm)	Diâmetro Externo D (mm)
1	106,35	27,8	32,3
2	106,6	27,7	32,05
3	107,4	26,35	32,00
4	106,7	27,4	32,3
5	106,1	27	32,3
6	106,5	26,95	32,2
7	106,33	27,15	32,25
8	106,57	27,4	32,35
9	106,7	26,95	32,1
10	106,63	27,25	32,15
Média(\bar{x})	106,59	27,2	32,2
$\Sigma(x - \bar{x})^2$	1,05576	1,58225	0,13
Desvio Padrão(σ)	0,342500608	0,419291731	0,120185043
σ_a	0,11	0,13	0,04
σ_b	0,05	0,05	0,05
σ_c	0,12	0,14	0,06
Resultado (\bar{x}) +/- (σ_c)	106,59 +/- 0,12	27,20 +/- 0,14	32,20 +/- 0,06

Fonte: Dados da pesquisa.

Analisando a fórmula proposta para o cálculo do desvio padrão torna-se possível concluir que: •quanto menor for o desvio padrão, mais aproximados estão os valores da variável de sua média; •se o desvio padrão for zero, então todos os valores da variável são iguais; •se o desvio padrão for grande, os valores da variável estão muito afastados de sua média. (OLIVEIRA, 2017, p. 8).

Como modelo teórico de variação de resultado, aplicamos os cálculos com uma precisão de um paquímetro digital de precisão 0,001mm, assim demonstrado na Tabela 2.

Tabela 2 – Resultados experimentais precisão de 0,001 como incerteza tipo(b) e seus devidos cálculos (média, desvio padrão, incertezas (a), (b) e (c), e seu resultado)

Medida	Altura H (mm)	Diâmetro Interno d (mm)	Diâmetro Externo D (mm)
Média(\bar{x})	106,59	27,2	32,2
$\Sigma(x - \bar{x})^2$	1,05576	1,58225	0,13
Desvio Padrão(σ)	0,342500608	0,419291731	0,120185043
σ_a	0,11	0,13	0,04
σ_b	0,001	0,001	0,001
σ_c	0,11	0,13	0,04
Resultado (\bar{x}) +/- (σ_c)	106,59 +/- 0,11	27,20 +/- 0,13	32,20 +/- 0,04

Fonte: Dados da pesquisa.

5 CONCLUSÃO

Pela observação dos aspectos analisados, pode-se constatar a imprescindível importância da aplicação estatística de métodos matemáticos de dados amostrais coletados por meio do equipamento de medição comprimento “Paquímetro”, áreas onde se necessitam de resultados cada vez mais exatos de comprimento, em especial milímetros, seja na indústria ou em aplicações didáticas.

Assim sendo, pode-se concluir que quanto maior a precisão de um equipamento, e quanto menor o desvio padrão, ou seja: se aproximar de zero; pois o quão o resultado final do experimento se aproximar da média aritmética obtida pela dados analisados, mais preciso é o resultado final, que servirá de base para aplicação.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, José Alisandro de. **Caderno de práticas de engenharia**, física mecânica. Universidade Tiradentes.

GALLAS, Márcia Russman. **Incerteza de Medição**. Disponível em: <http://www.if.ufrgs.br/~marcia/medidas.pdf>. Acesso em: 5 abr. 2018.

HUTTMANN, Djéssica. Tudo sobre mecânica Industrial. **Mecanicaindustrialiso**, 14 de fevereiro de 2014. Disponível em: <http://mecanicaindustrialiso.blogspot.com/2014/02/paquimetro.html>. Acesso em: 2 jun. 2018.

OLIVEIRA, Francisco Estevam de. **Estatística e probabilidade - exercícios resolvidos e propostos**. 3.ed. LTC, 05/2017. [Minha Biblioteca].

SPIEGEL, Murray R. **Probabilidade e estatística**. Tradução técnica: Lori Viali. 3. ed. Porto Alegre: Brookman, 2013.

Data do recebimento: 21 de julho de 2016

Data da avaliação: 9 de novembro de 2016

Data de aceite: 12 de dezembro de 2017

1 Graduando em Engenharia Civil – UNIT. Email: vicente.tarso@souunit.com.br

2 Graduando em Engenharia Civil – UNIT. Email: fred.carlo@souunit.com.br