

08 a 11 de Outubro de 2018  
Instituto Federal Fluminense  
Búzios - RJ

## A QUEIMA DE PALITOS DE FÓSFORO SENDO TRATADA ESTATISTICAMENTE

Vitor Soares<sup>1</sup> – vitorsoaresengqui@gmail.com

Shara Katerine Moreira Jorge Leal<sup>2</sup> – sharaengquim@hotmail.com

Rosilanny Soares Carvalho<sup>3</sup> – rosilannysoares@hotmail.com

Daiane Antunes Pinheiro<sup>4</sup> – daianeengquimica@gmail.com

<sup>1 e 4</sup> Instituto Federal do Norte de Minas Gerais – *campus* Montes Claros – Montes Claros, MG, Brasil

<sup>2</sup> Universidade Federal do Rio de Janeiro, UFRJ – Rio de Janeiro, RJ, Brasil

<sup>3</sup> Universidade Federal de São Carlos, UFSCar – São Carlos, SP, Brasil

**Resumo.** *A estatística é um ramo da matemática de suma importância para toda a sociedade. Ela permite coletar, organizar, analisar e interpretar dados experimentais para a utilização dos mesmos nas tomadas de decisões. Neste trabalho foi tratado como a ferramenta estatística foi utilizada num experimento relativamente simples, a queima de palitos de fósforo, e quão o uso dessa ferramenta enriqueceu o trabalho. Dois conjuntos de palitos foram tratados, sendo um conjunto de palitos longos e outro de palitos extra longos. Ambos conjuntos foram pesados antes e após a queima da parte suscetível entrar em combustão, e o conjunto dos dados de massas antes e depois da queima desses dois tipos de palitos foi a base em que se trabalhou.*

**Palavras-chave:** *Estatística, Palitos de fósforo, Dados experimentais.*

### 1. INTRODUÇÃO

A estatística pode ser entendida como um conjunto de métodos e técnicas que envolve todas as etapas de uma pesquisa, desde o planejamento, coordenação, levantamento de dados experimentais, no qual a máxima quantidade de informações possíveis para uma dada análise, como a consistência, o processamento, a organização e a interpretação dos dados possam explicar, fenômenos socioeconômicos, a inferência, o cálculo do nível de confiança e do erro existente na resposta para uma determinada variável e a disseminação das informações. Desta forma, Salsburg, (2009) descreve que a Estatística revolucionou a ciência através do fornecimento de modelos úteis que sofisticaram o processo de pesquisa na direção de melhores parâmetros de investigação, permitindo orientar a tomada de decisões nas políticas socioeconômicas.

Do modo, as análises transcrevem dados experimentais, inferências sobre a natureza de uma população com base em observações de amostras dela extraída como: média aritmética, mediana, moda, variância, desvio médio, desvio padrão e frequências simples, relativa, percentual e acumulada .

A distribuição de frequências é um agrupamento de dados em classes, de tal forma que contabilizamos o número de ocorrências em cada classe. O número de ocorrências de uma determinada classe recebe o nome de frequência absoluta. O objetivo é apresentar os dados de uma maneira mais concisa e que nos permita extrair informação sobre seu comportamento.

Deste modo, esse trabalho se baseia em obter os dados disponíveis e utilizá-los de uma forma apropriada em que envolve construir dados tratados estatisticamente do fenômeno de interesse, a partir dos experimentos realizados com palitos de fósforo para medir a massa dos mesmos antes e depois de serem incinerados.

## 2. MÉTODOS

Pesou-se os palitos, palitos de fósforo longos e extra-longos da marca Fiat Lux, antes e depois de queimá-los durante 2 (dois) segundos cronometrados por um celular. Foram 50 (cinquenta) palitos, tanto longos quanto extra-longos. Deve-se ressaltar que, embora seja indicado na embalagem que cada caixa tem 50 (cinquenta) palitos, na de palitos longos havia 51 (cinquenta e um), sendo que 1 (um) estava defeituoso; já na de palitos extra-longos havia 61 (sessenta e um), sendo que os 11 (onze) em excesso estavam em condições normais de uso. A caixa de palitos de fósforo foi utilizada para acender os mesmos, e também foi utilizada uma balança semi-analítica.

## 3. RESULTADOS

Para a caixa de fósforos extra longos, os valores de massa dos palitos foram agrupados em 6 grupos com intervalos de 0,05g. Os valores de massa antes e após a queima estão na tabela 1 abaixo:

Tabela 1 - Relação de intervalos de massa com o número de palitos extra longos antes e após a queima

Intervalos	Antes da queima		Após a queima	
	Fi	Fri(%)	Fi	Fri(%)
0,25-0,30 g	0	0	01	2
0,30-0,35 g	10	20	14	28
0,35-0,40 g	17	34	16	32
0,40-0,45 g	17	34	15	30
0,45-0,50 g	03	6	04	8
0,50-0,55 g	03	6	0	0
Total	50	100	50	100

Fonte: Próprio autor

Para a caixa de fósforos longos, os valores de massa dos palitos foram agrupados em 5 grupos com intervalos de 0,02g. Os valores antes e após a queima estão na tabela 2 abaixo:

Tabela 2 - Relação de intervalos de massa com o número de palitos longos antes e após a queima

Intervalos	Antes da queima		Após a queima	
	Fi	Fri(%)	Fi	Fri(%)
0,08-0,10 g	0	0	03	6
0,10-0,12 g	06	12	21	42
0,12-0,14 g	23	46	20	40
0,14-0,16 g	17	34	05	10
0,16-0,18 g	04	8	01	2
Total	50	100	50	100

Fonte: Próprio autor

Para calcular a média aritmética das massas, somou-se a média de massa de palito de cada intervalo e dividiu-se pelo número total de palitos. Os valores obtidos são apresentados na tabela 3.

Tabela 3 - Média das massas de palitos extra longos e longos

	Palitos extra longos		Palitos longos	
	Antes da queima	Após a queima	Antes da queima	Após a queima
Média (g)	0,3946	0,3746	0,1328	0,1178

Fonte: Próprio autor

Para a mediana, o valor central dos dados, os dados foram organizados de forma crescente e os valores estão na tabela 4 abaixo:

Tabela 4 - Mediana das massas de palitos extra longos e longos

	Palitos extra longos		Palitos longos	
	Antes da queima	Após a queima	Antes da queima	Após a queima
Mediana (g)	0,39	0,37	0,13	0,12

Fonte: Próprio autor

A partir dos valores de média da Tabela 3, foram calculados os desvios padrão (DP) e a variância (var) para os dois tipos de palitos, de acordo com as equações 1 e 2 abaixo:

$$\text{var} = \frac{\sum(x-\bar{x})^2}{n-1} \quad (1)$$

$$DP = \sqrt{\frac{\sum(x-\bar{x})^2}{n-1}} \quad (2)$$

sendo n o número de palitos (n=50).

- Antes da Queima

Palitos extra longos: utilizou-se as equações (1) e (2) com  $x = 0,3946$

Palitos longos: utilizou-se as equações (1) e (2) com  $x = 0,1328$

● Após a queima

Palitos extra longos: utilizou-se as equações (1) e (2) com  $x = 0,3746$

Palitos longos: utilizou-se as equações (1) e (2) com  $x = 0,1178$

Os cálculos de desvio padrão, variância e outros valores estão nas tabelas 5 e 6 abaixo.

Tabela 5 - Dados estatísticos dos palitos extra longos

	Palitos antes da queima	Palitos após a queima
Média	0,3946	0,3746
Erro padrão	0,0070	0,0068
Moda	0,43	0,3600
Mediana	0,39	0,3700
Primeiro quartil	0,3625	0,3400
Terceiro quartil	0,4300	0,4000
Variância	0,0024	0,0023
Desvio padrão	0,0496	0,0485
Inclinação	0,4296	0,3753
Intervalo	0,2200	0,2100
Mínimo	0,3000	0,2800
Máximo	0,5200	0,4900
Contagem	50	50

Fonte: Próprio autor

Dessa forma, os valores de variância e desvio padrão demonstram que, entre os dois tipos de palitos analisados, os palitos longos apresentaram uma menor dispersão do conjunto de medidas em relação ao valor da média, e também uma maior confiabilidade de medida.

Os valores estão na tabela 6 abaixo:

Tabela 6 - Dados estatísticos dos palitos longos

	Palitos antes da queima	Palitos após a queima
Média	0,1328	0,1178
Erro padrão	0,0023	0,0024
Moda	0,1300	0,1300
Mediana	0,1300	0,1200
Primeiro quartil	0,1200	0,1025
Terceiro quartil	0,1400	0,1300
Variância	0,0002	0,0002
Desvio padrão	0,0164	0,0170
Inclinação	0,2207	0,1783
Intervalo	0,0700	0,0800
Mínimo	0,1000	0,0800
Máximo	0,1700	0,1600
Contagem	50	50

Fonte: Próprio autor

Dessa forma, mesmo após a queima dos palitos longos, não houve variação do valor da moda, ao contrário do que aconteceu para os palitos extra longos.

A partir dos dados apresentados em anexo, elaborou-se os histogramas a seguir:

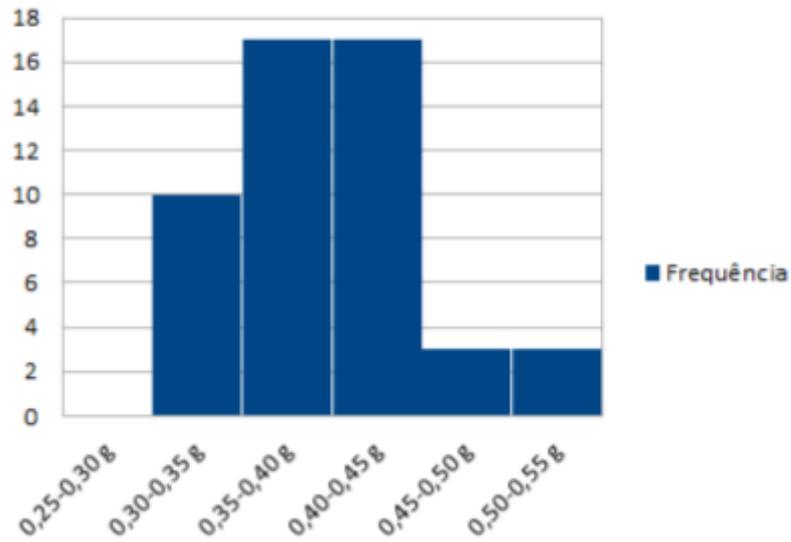


Figura 1 - Palitos extra longos antes da queima

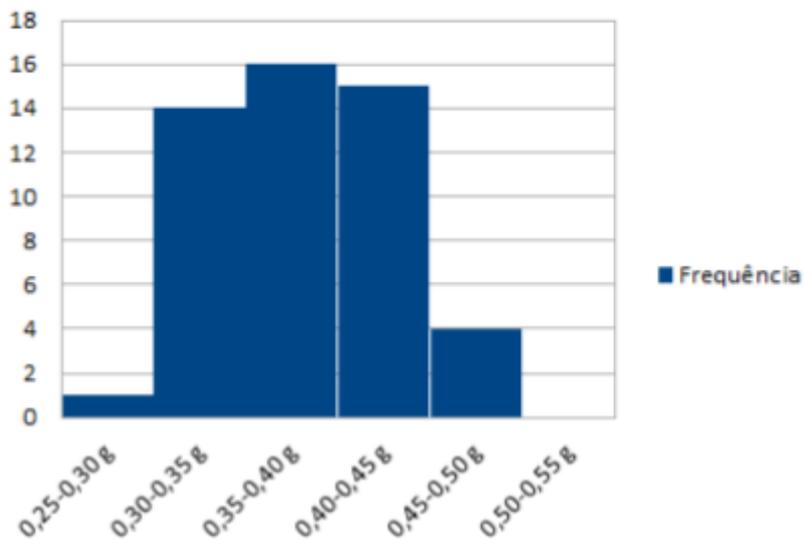


Figura 2 - Palitos extra longos após a queima

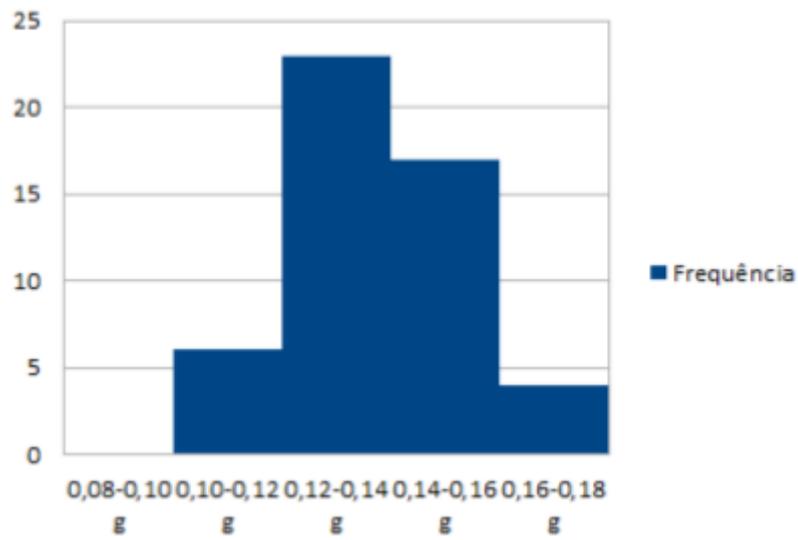


Figura 3 - Palitos longos antes da queima

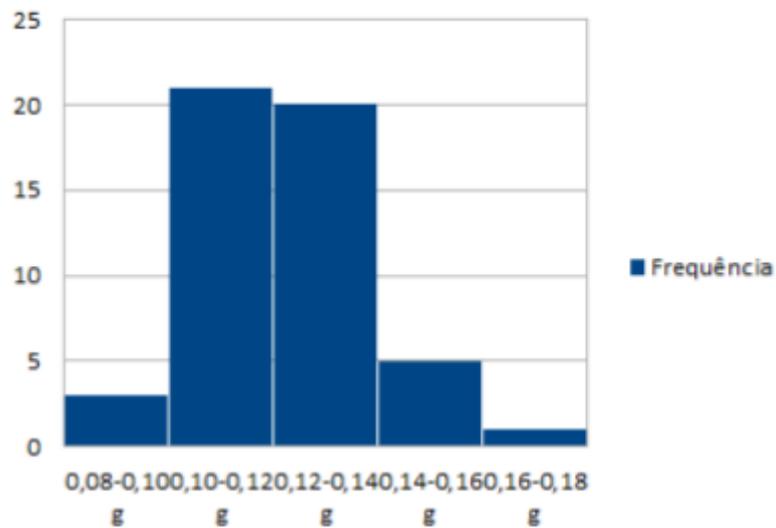


Figura 4 - palitos longos após a queima

A partir da fórmula da função densidade

$$f(x; \mu, \sigma^2) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{x-\mu}{\sigma}\right)^2} \quad (3)$$

Obteve-se as curvas normais a seguir

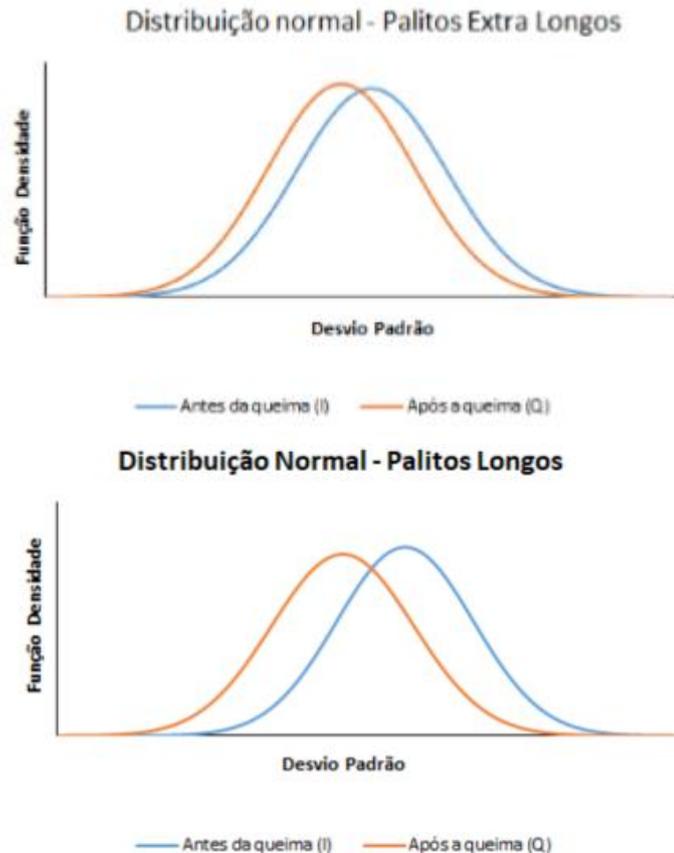


Figura 5 - Distribuição normal dos dados para palitos longos e extra longos antes e após a queima.

Os gráficos informam a frequência de valores de diferentes intervalos da variável e os valores correspondentes às médias e desvios padrões previamente calculados.

A curva normal dos gráficos mostrados tanto dos palitos inteiros, como dos palitos queimados, e da diferença, permitem avaliar a normalidade da distribuição e examinar sob vários aspectos a descrição da variável. Podemos observar que ocorre o deslocamento da média entre as curvas de distribuição dos palitos inteiros e queimados, tanto para os palitos extra longos, como para os longos.

Sendo a média, nesse tipo de distribuição normal, o ponto central da curva, o deslocamento observado resultante da comparação entre as duas curvas de probabilidade é justificado pela evidente diferença de massa entre os dois conjuntos de dados. Dessa forma, evidenciando-se a diminuição na massa dos palitos de fosforo ao serem queimados, porque boa parte dos produtos dessa combustão são gasosos ou passam ao estado gasoso e se dispersam na atmosfera. Durante a reação de queima dos palitos, se os produtos não escapassem para o ar e se o oxigênio, que foi um dos reagentes (o comburente), fosse pesado antes da combustão, não seria observada a diferença de massa nesse processo.

Os testes F e ANOVA para palitos longos e extra longos estão nas tabelas abaixo:

Tabela 7 – Teste F e ANOVA dos palitos extra longos  
**Teste-F - Palitos extra longo**

<b>Alfa 0,05</b>		
	<b>Palito</b>	<b>Palito Queimado</b>
<b>Média</b>	0,1328	0,1178
<b>Variância</b>	0,0002	0,0002
<b>Observações</b>	50	50
<b>df</b>	49	49
<b>F</b>	0,9260	
<b>P (F&lt;=f) cauda direita</b>	0,6050	
<b>F Crítico cauda direita</b>	1,6072	
<b>P (F&lt;=f) cauda esquerda</b>	0,3949	
<b>F Crítico cauda esquerda</b>	0,6221	
<b>P bicaudal</b>	0,7899	
<b>F Crítico bicaudal</b>	0,5674	1,7621

ANOVA dos palitos extra longos

<b>F</b>	<b>Valor P</b>	<b>F crítico</b>
4,1510	0,04430	3,9381

Observando o teste ANOVA, como o valor F é maior que o valor de F crítico, pode-se concluir que existe significância estatística, ou seja, que a queima influenciou na variação das massa dos palitos, não sendo a diferença entre as massas dos palitos antes e depois de serem queimados simplesmente obra do acaso.

Tabela 8 – Teste F e ANOVA dos palitos longos

<b>Teste-F Palitos longos</b>		
<b>Alfa</b>		
<b>0,05</b>		
	<b>Palito</b>	<b>Palito Queimado</b>
<b>Média</b>	0,1328	0,1178
<b>Variância</b>	0,0002	0,0002
<b>Observações</b>	50	50
<b>df</b>	49	49
<b>F</b>	0,9263	
<b>P (F&lt;=f) cauda direita</b>	0,6050	
<b>F Crítico cauda direita</b>	1,6072	
<b>P (F&lt;=f) cauda esquerda</b>	0,3949	
<b>F Crítico cauda esquerda</b>	0,6221	
<b>P bicaudal</b>	0,7899	
<b>F Crítico bicaudal</b>	0,5674	1,7621

ANOVA para palitos longos

<b>F</b>	<b>Valor P</b>	<b>F crítico</b>
20,0702	2,023E-05	3,9381

O mesmo raciocínio do teste ANOVA nos palitos extra longos pode ser aplicado nos palitos longos. O valor F é maior que o valor de F crítico, podendo-se concluir que existe significância estatística. Assim, a queima influenciou na variação das massa dos palitos, não sendo a diferença entre as massas dos palitos antes e depois de serem queimados simplesmente obra do acaso.

#### 4. CONCLUSÃO

Diante do exposto, observa-se que os dados experimentais obtidos tendem a valores inferiores após a queima dos palitos, tanto longos quanto extra longos, fomentando a hipótese

de que após a queima, seria observada a redução da massa dos palitos. As ferramentas estatísticas adotadas para a análise dos resultados obtidos foram fundamentais para a validação desta hipótese, bem como contribuíram facilitando a observação dos dados, dispostos de maneira mais concisa, permitindo uma extração rápida e eficaz das informações.

Deste modo, o presente trabalho foi de suma importância, permitindo a aplicação dos conceitos que tangem às ferramentas de análise estatística, as quais foram empregadas neste trabalho, o desenvolvimento e aprimoramento de suas habilidades quanto à aplicação dessas ferramentas, bem como, às análises de dados e resultados experimentais.

## 5. AGRADECIMENTOS

Ao Instituto Federal do Norte de Minas Gerais – *campus* Montes Claros.

## 6. REFERÊNCIAS

- Feijoo, AMLC . “*Medidas de tendência central*” . In: A pesquisa e a estatística na psicologia e na educação [online]. Rio de Janeiro: Centro Edelstein de Pesquisas Sociais, 2010.
- Gomes, M. S. S. O; Lima, C. A. L. “*Ensino de distribuição normal na disciplina de Estatística aplicada a Química utilizando palitos de fósforos*”. Educ. quim., 23(1), 81-84, 2012. © Universidad Nacional Autónoma de México, ISSN 0187-893-X.
- Ignácio, S. A. “*Importância da estatística para o processo de conhecimento e tomada de decisão*”. Nota técnica Iparides. Curitiba, 2010.
- Muniz, S. R. “*Introdução à análise estatística de medidas*”. Licenciatura em Ciências. Modulo 2. USP/Univesp. 2009.
- Salsburg, D. “*Uma senhora toma chá ...: como a estatística revolucionou a ciência no século xx*”. Trad. de José Maurício Gradel, revisão técnica Suzana Herculano-Houzel. Rio de Janeiro: Jorge Zahar, 2009.
- Thomas, J. A. “*Estatística Aplicada-Distribuição de frequência*” . Unilago.

## THE SMOOTH OF MATCHING STICKS BEING ESTATISTICALLY TREATED

**Abstract.** *Statistic is a branch of mathematics of paramount importance to the whole of society. It allows collecting, organizing, analyzing and interpreting experimental data for their use in decision making. In this work, the statistical tool was used in a relatively simple experiment, such as the burning of phosphorus sticks, and how the use of this tool enriched the work. Two sets of toothpicks were treated, being one set of long toothpicks and another one of extra long toothpicks. Both sets were weighed before and after burning of the susceptible part to combust, and the data set of toothpicks before and after the burning of these two sets were the basis on which it was worked.*

**Keywords:** *Statistics, Matchsticks, Experimental data.*