

# Ensino de distribuição normal na disciplina de Estatística aplicada a Química utilizando palitos de fósforos

Maron Stanley Silva Oliveira Gomes,<sup>1</sup> Camila de Araújo Lima<sup>2</sup>

## ABSTRACT (Teaching of Normal Distribution in Chemistry Applied Statistic using matches)

The Gaussian curve is a mathematical model for the distribution, i.e., it is an idealized description, which offers a concise picture of the overall pattern of data. In conducting an analysis is interesting to use graphics to explore data, to assess the relationships between variables, summarize findings and facilitate the interpretation of statistical results. From the data collected by weighing matchsticks presented a simple example for teaching normal distribution in the discipline of Statistics Applied Chemistry from the description of data and inferences, providing principles and methodologies that assist in the observation and participation by students in the teaching-learning process. The data collected is a good example of the normal distribution of data.

**KEYWORDS:** normal distribution, analysis, data, statistics

## Resumen

La curva de Gauss es un modelo matemático para la distribución, es decir, es una descripción idealizada, que ofrece una visión concisa del patrón general de los datos. En la realización de un análisis es interesante el uso de gráficos para explorar los datos, para evaluar las relaciones entre las variables, resumir los resultados y facilitar la interpretación de los resultados estadísticos. De los datos recogidos por el peso de cerillas se presentó un ejemplo sencillo para la enseñanza de la distribución normal en la disciplina de la Estadística Aplicada a Química proporcionando principios y metodologías que auxilian en la observación y participación de los alumnos en el proceso enseñanza y aprendizaje. Los datos recogidos son un buen ejemplo de la distribución normal de los datos.

**Palabras clave:** distribución normal, análisis, datos, estadística

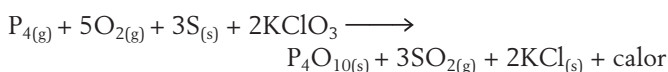
## Introdução

As reações de combustão são pouco compreendidas em seus aspectos químicos. Uma das dificuldades de compreensão desse fenômeno é o entendimento equivocado da combustão como uma característica intrínseca de uma substância, não como "Uma relação entre combustível e comburente" (Galliazi, *et al.*, 2005).

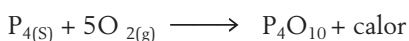
O processo de combustão envolve, com raras exceções,

muitas etapas e depende de fatores tais como composição do combustível, tração relativa deste e do oxigênio, temperatura e pressão (Gracetto, *et al.*, 2006). Nos **palitos de fósforos** que conhecemos, não há presença do elemento fósforo, mas sim na parte áspera da caixa. Na ponta do palito (a parte vermelha) temos clorato de potássio, e o palito é revestido por uma camada de parafina. Na caixa, temos sulfeto de antimônio,  $Sb_2S_3$ , e trióxido de ferro,  $Fe_2O_3$ , para gerar atrito, e o fósforo, para produzir calor intenso. Quando riscamos o palito na caixa produzimos uma faísca que em contato com o clorato de potássio libera muito oxigênio que reage com a parafina gerando uma chama que consome o palito de madeira.

Quando riscado, o fósforo vermelho ( $P_n$ ) transforma-se em  $P_4$ , que queima:  $P_n + \text{energia de fricção} \rightarrow P_4$ . A reação global gerada entre as substâncias presentes na cabeça de um palito de fósforo quando riscado pode ser descrita da seguinte forma:



O calor gerado acende o palito e a reação de combustão desencadeada pode ser representada por:



O uso e análise dos diferentes processos de combustão incluindo processamento dos dados, podem ser utilizados para aplicação de técnicas de estatística descritiva e inferencial que fazem parte do campo de atuação dos químicos (Pereira, 2009; Montebelo e Calçada, 2011).

A Estatística pode ser caracterizada como a análise e interpretação de dados, tratando-se de uma disciplina aplicada. Hoje praticamente todos os campos do conhecimento possuem aplicações específicas da Estatística, pois esta se tem

<sup>1</sup> Instituto Federal do Maranhão / Campus Bacabal, Brasil.

**Correo electrónico:** maron@ifma.edu.br

<sup>2</sup> Instituto Federal do Piauí / Campus Picos, Brasil.

**Correo electrónico:** kamyllafs14@hotmail.com

**Fecha de recepción:** 28 enero de 2011.

**Fecha de aceptación:** 25 julio de 2011.

mostrado fértil para a criação de novas áreas do conhecimento, entre elas a Estatística Aplicada a Química (Bittencourt e Viali, 2006).

Em análise química, muitas vezes nos deparamos com a necessidade de dispor de conjuntos de ferramentas gráficas e numéricas, no intuito de descrever distribuições a partir da análise estratégica e exploração de dados de uma variável quantitativa (Moore, 2005).

Às vezes o padrão geral de observações é tão regular que pode ser descrito por meio de uma curva suave. Esse tipo de curva simétrica, com um único pico e forma de sino, são chamadas curvas normais e descrevem distribuições normais. A curva de densidade exata para uma distribuição normal é caracterizada por sua média  $x$  e desvio padrão  $s$ . A média está localizada no centro da curva simétrica e coincide com a mediana (Moore, 2005; Moita e Moita Neto, 2009).

Nas análises realizadas pelos químicos analíticos normalmente são poucos os dados a serem analisados. Uma forma visual simples de comprovar se um grupo de dados procede de uma população normal é representar uma curva de frequência acumulada, esta referência proporciona uma perspectiva quanto aos contrastes de normalidade a partir da curva obtida (Miller e Miller, 2002).

Se  $x$  tem a distribuição  $N(X, S)$ , então a variável padronizada  $z = (x - \mu)/\alpha$  tem a distribuição normal padrão  $N(0,1)$  com média zero e desvio padrão igual a 1 (Miller e Miller, 2002).

Muitos métodos estatísticos supõem que os dados utilizados procedem de uma população normal. Uma forma visual de comprovar se um conjunto de dados procede de uma população normal é representar uma curva que é calculada por:

$$f(x) = \frac{1}{\alpha\sqrt{2\pi}} \exp \left[ -\frac{1}{2} \left( \frac{x - \mu}{\alpha} \right)^2 \right] \quad (1)$$

Onde:

$\alpha$  – corresponde ao desvio padrão para um grande conjunto de dados;

$\mu$  – corresponde a média de um grande conjunto de dados;

$x$  – corresponde a um valor determinado de um conjunto de dados;

Esse modelo matemático de distribuição normal é o mais usualmente empregado e é descrito pela equação acima (Miller e Miller, 2002).

A curva é um modelo matemático para a distribuição, ou seja, é uma descrição idealizada, que oferece uma imagem concisa do padrão geral dos dados.

O modelo normal é imprescindível para o desenvolvimento da amostragem, estimação por intervalos, e testes de hipóteses. A utilização de planilhas permite que o aluno seja capaz de trabalhar de uma forma dinâmica e interativa esse modelo de distribuição, construindo por si próprio as tabelas e as representações gráficas que são onipresentes de uma forma estática nos textos de estatística, afim de que possam ser visualizados

e trabalhados de uma forma bem mais simples (Bittencourt e Viali, 2006).

Apresentaremos neste texto uma experiência vivenciada na disciplina de estatística aplicada à química, através do uso de fósforos (Moita Neto, 2009). Nesse contexto a química lança mão de métodos estatísticos na busca de conclusões a partir da observação estatística dos resultados obtidos em suas análises, objetivando a integração dos conceitos de estatística e permitindo que conteúdos que seriam tratados jornalisticamente sejam abordados de uma forma consistente e com maior profundidade, uma vez que podem ser praticamente vivenciados e não apenas notificados por meio da aproximação da estatística ao universo de ação dos alunos, pois desta forma o aluno torna-se agente ativo do aprendizado, cuja participação vai além da simples leitura de tabelas (Montebelo e Calcada, 2011).

## Parte experimental

Foram pesados 20 palitos de fósforos de uma mesma marca disponível no mercado. Um a um os palitos foram pesados, queimados por um período médio de dois segundos, e pesados novamente. Os dados dos palitos “inteiros” e após “queimados” foram utilizados na investigação realizada.

Queimando e pesando os 20 palitos de fósforos obtiveram-se populações que podem ser caracterizadas por diversos parâmetros estatísticos.

As pesagens foram realizadas em balança analítica Sartorius BP210S.

## Resultado e discussão

Os dados obtidos a partir da pesagem dos palitos são mostrados na Tabela 1.

A partir dos dados obtidos calculou-se a média e o desvio padrão para cada conjunto, visto que estes são parâmetros fundamentais para o cálculo das frequências acumuladas em uma distribuição normal e caracterizam a respectiva curva de distribuição. Esses parâmetros são mostrados na Tabela 2.

A construção gráfica da distribuição normal dos dados é fundamental para o entendimento e compreensão do estudante, uma vez que proporciona a verificação e comprovação que os dados adquiridos seguem esta distribuição.

Com o intuito de analisarmos as propriedades dos dados em questão, obtiveram-se gráficos dos valores resultantes desta experiência. As figuras 1 e 2 mostram os gráficos obtidos para os dados dos palitos e indicam os parâmetros calculados previamente.

Substituindo os valores da Tabela 2 na expressão (1) obtemos o eixo das coordenadas da curva de distribuição normal para palitos inteiros, queimados e para a diferença, correspondentes as frequências. O exemplo abaixo corresponde à função para palitos inteiros.

$$f(x) = \frac{1}{0,0124\sqrt{2\pi}} \exp \left[ -\frac{1}{2} \left( \frac{x0,1148 - 0,1107}{0,0124} \right)^2 \right]$$

**Tabela 1.** Massas (g) obtidas para palitos inteiros (I), queimados (Q) e para diferença entre eles (I – Q)

Palito	Palito	Diferença
Inteiro	Queimado	
0,0979	0,0833	0,0146
0,1148	0,1038	0,0110
0,1336	0,1146	0,0190
0,0924	0,0785	0,0139
0,1143	0,1009	0,0134
0,1091	0,0923	0,0168
0,1040	0,0936	0,0104
0,1071	0,0930	0,0141
0,1201	0,1085	0,0116
0,1027	0,0907	0,0120
0,1095	0,0974	0,0121
0,1087	0,0955	0,0132
0,1122	0,1007	0,0115
0,0956	0,0861	0,0095
0,0921	0,0808	0,0113
0,1051	0,0921	0,0130
0,1256	0,1153	0,0103
0,1087	0,0971	0,0116
0,1360	0,1239	0,0121
0,1247	0,1127	0,0120

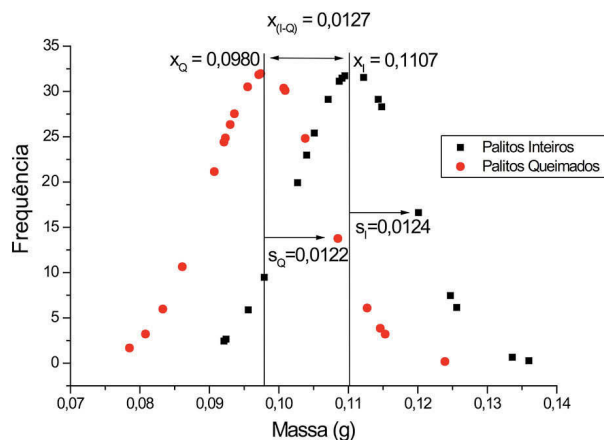
Utilizando esta função e realizando o mesmo procedimento para os palitos queimados e para diferença entre queimados e inteiros, pode-se construir os gráficos mostrados nas figuras 1 e 2.

Os 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. Os gráficos informam a frequência de valores de diferentes intervalos da variável e os valores correspondentes às médias e desvios padrões previamente calculados (a partir dos dados da Tabela 1).

No gráfico da Figura 1 podemos observar que ocorre o deslocamento da média entre as curvas de distribuição dos palitos inteiros e queimados. 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, isto exemplifica propriedades da função matemática gaussiana. Verifica-se a diminuição na massa dos palitos de fosforo ao serem queimados, porque

**Tabela 2.** Médias e desvios padrões para I, Q e (I – Q).

	Média ( $\bar{x}$ )	Desvio (s)
Palito Inteiro	0,1107	0,0124
Palito Queimado	0,0980	0,0122
Diferença (I – Q)	0,0127	0,0022



**Figura 1.** Distribuição normal dos dados para palitos inteiros (I) e queimado (Q).

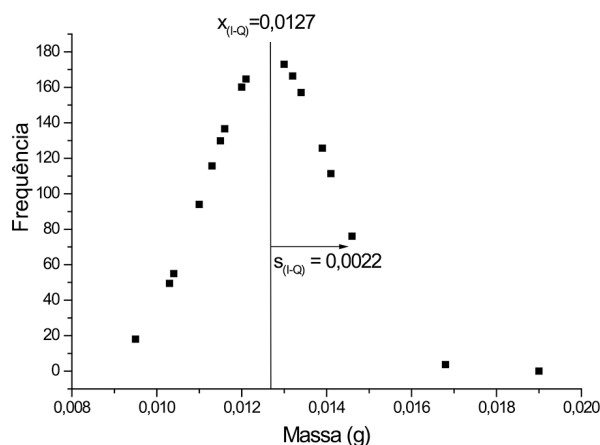
boa parte dos produtos dessa combustão são gasosos ou passam ao estado gasoso e se dispersam na atmosfera. Durante a reação de queima dos palitos, se os produtos não escapassem para o ar e se o oxigênio, que foi um dos reagentes (o combustível), fosse pesado antes da combustão, não seria observada a diferença de massa nesse processo.

A coleta de dados com a simples pesagem de palitos possibilita ao aluno observar e aplicar os conceitos e conhecimentos adquiridos na disciplina de Estatística Aplicada a Química de maneira simples e facilitada, a partir da observação e formulação de tabelas e gráficos.

A partir desta demonstração gráfica será permitido ao aluno observar que a curva é simétrica em torno da média e que quanto maior o valor do desvio (representado no exemplo da Figura 1) maior a variação da curva.

Nesta rápida discussão foram apresentados aspectos básicos relacionados à análise de dados de populações em estudo.

Como se pôde observar a distribuição normal não se aplica somente quando se tomam medidas de um mesmo exemplar.



**Figura 2.** Distribuição normal dos dados da diferença (I – Q).

A princípio os resultados obtidos seguem uma distribuição normal quando se mede a mesma magnitude para diferentes materiais de fontes similares.

Vale ressaltar que ainda não se pode demonstrar que medidas repetidas de qualquer análise vão estar distribuídas normalmente, as evidências nos indicam que ao menos esta hipótese quase sempre é comprovada.

### Considerações finais

As distribuições normais são boas descrições de algumas distribuições de dados reais. Além de serem boas aproximações para muitos tipos de resultados aleatórios como o experimento analisado, a construção de tabelas e gráficos como ferramentas aplicáveis ao ensino aumentam a compreensão e promovem o engajamento do aluno na sua própria aprendizagem servindo como excelente forma de demonstração e comparação dos dados obtidos a partir da pesagem de palitos de fósforo.

### Referências

- Bittencourt, H. R., Viali, L., Contribuições para o ensino da distribuição normal ou curva de Gauss em cursos de Graduação. In: SIPEM (Seminário Internacional de Pesquisa em Educação Matemática), 2006. Águas de Lindóia. Anais do III SIPEM, 2006.
- Galiazzi, *et al.* Uma sugestão de atividade experimental: a velha vela em questão, *Revista Química Nova na Escola*, 21, maio de 2005.
- Gracetto, Augusto Cesar; Filho, Ourides Santin, *Combustão, e testes de chama para cátions: Proposta de Experimento*, *Revista Química Nova na Escola*, 23, maio de 2006.
- Machado, Jorge Ricardo Coutinho, *Considerações sobre o ensino de química*. Disponível em: <http://www.ufpa.br/eduquim/consideracoes.htm>. Acesso em maio de 2011.
- Miller, J. N.; Miller, J. C. *Estadística y quimiometria para química analítica*. Madrid, França: Pearson, 2002.
- Moita, G. C.; Moita Neto, J. M. *Estatística Aplicada à Química*, Teresina, Brasil: EDUFPI, 2009.
- Moita Neto, J. M. *Crônicas Acadêmicas*. Teresina, Brasil: Hally S.A. Gráfica e Editora, 2009.
- Montebelo, Maria Imaculada Lima; Calçada, Maria Luísa Meneghetti. *A aplicação dos métodos estatísticos nas áreas de química e biologia: Análise em periódicos*. Disponível em: <http://www.ime.unicamp.br/sinape/sites/default/files/An%C3%A1lise%20em%20Per%C3%B3dicos.pdf> Acesso em maio de 2011.
- Moore, D. S. *A Estatística Básica e sua prática*, Rio de Janeiro, Brasil: LTC, 2005.
- Pererira, Luís Fernando. *A brilhante história de um simples palito de fósforo*. Caderno FOVEST, folha de São Paulo, 2009.