

# Validação do método de dimensionamento do número médio ideal de sementes por saca

Quintiliano Siqueira Schroden Nomelini<sup>1</sup>, Dayane Alves Costa<sup>1</sup>, Lucas Florentino Silva<sup>1</sup>, Aline Santos Ferreira<sup>1</sup>, Janser Moura Pereira<sup>2</sup>, Nádia Giaretta Biase<sup>1</sup>

1- Faculdade de Ciências Integradas do Pontal da Universidade Federal de Uberlândia; 2- Faculdade de Matemática da Universidade Federal de Uberlândia

**Resumo:** Foi realizado um estudo junto a uma filial de uma empresa multinacional situada na cidade de Ituiutaba - MG, esta, com base em estudos agrícolas determinou que o saco de sementes deve ser vendido contendo 60.000 mil sementes acrescentando-se 900 sementes como margem de segurança. O método utilizado pela empresa para determinar o peso de mil sementes de milho para cada lote era o método de duas repetições de 500 sementes, este por fim era utilizado no cálculo do peso final das 60.900 sementes. O procedimento mostrou-se pouco satisfatório por apresentar uma variação elevada, extrapolando a quantidade determinada de sementes por saca, e conseqüentemente causando prejuízos à empresa. Então objetivou-se neste trabalho: (i) comparação de métodos de estimação de pesos de mil sementes; (ii) estudo por meio de cálculos de probabilidades para a estimação do peso médio de sementes de modo que os sacos vendidos que contenham menos que sessenta mil sementes seja a menor possível. A estimativa para economia de sementes foi de 864 por saca. Logo, a margem de segurança pode ser diminuída de 900 sementes para em média 40 sementes, causando assim, uma economia de aproximadamente 865 sementes por saca, um número pequeno comparado com as 60.000 sementes contidas no mesmo, mas, no entanto em um lote de 756 sacos, a economia é de 653.940 sementes. Se a empresa produz 4.000 lotes por ano, a economia é de 2.615.760.000 sementes por ano, ou seja, aproximadamente 43.596 sacos, isso, apenas na filial de Ituiutaba. Concluindo, assim, que a aplicação desta metodologia poderia gerar uma economia de R\$ 6.805.000,00 para a empresa.

**Palavras-chave:** Distribuição Normal. Peso de mil sementes. Controle Estatístico de Processo

## 1 - Introdução

O peso de 1000 sementes é uma medida de qualidade utilizada para diferentes finalidades, dentre elas a comparação da qualidade de diferentes lotes de sementes, determinação do rendimento de cultivos e mesmo para o cálculo da densidade de semeadura (CUNHA, 2004). Portanto, analisar a eficácia de diferentes métodos utilizados para determinar o peso de mil sementes torna-se de extrema importância uma vez que essa medida é utilizada em diferentes fins importantes para qualidade do produto final.

As instruções contidas nas Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 1992) determinam que a amostragem seja feita através da separação e pesagem de oito repetições de 100 sementes, calculando-se para estas pesagens, além da média, a variância, o desvio padrão e o coeficiente de variação. No entanto, em trabalhos de pesquisa realizadas na área de produção vegetal é utilizado o peso de 100 grãos (SOUZA *et al.*, 2003; BERGONCI *et al.*, 2001), como um dos componentes de rendimento e não o peso de 1000 sementes. Além disso, alguns laboratórios de prestação de serviços de análise de sementes, para o programa de produção, também separam ao acaso e pesam 100 sementes puras, multiplicam por 10 o resultado obtido desta pesagem, para obter o peso de mil sementes.

A idéia principal do CEP é que melhores processos de produção com menos variabilidade propiciam níveis melhores de qualidade nos resultados da produção. Quando se fala em melhores processos isso significa não somente qualidade melhor, mas também custos menores (SAMOHYL, 2009). O CEP é uma ferramenta simples e sua efetividade é testemunhada por uma repetição fisicamente estabelecida nas indústrias por todo o mundo. Por meio dela, consegue-se controlar características significativas do produto e do processo, em tempo real, garantindo níveis de qualidade, a um custo exigido pelo mercado. O Controle Estatístico de Processo é, sem dúvida, uma das mais poderosas metodologias desenvolvidas, visando auxiliar no controle eficaz da qualidade do produto e seus processos produtivos, usando a estatística como metodologia para analisar as limitações do processo (NOMELINI, 2007).

Objetivou-se neste trabalho a comparação de métodos de estimação de pesos de mil sementes, o estudo por meio de cálculos de probabilidades para a estimação do peso médio de sementes de modo que os sacos vendidos que contenham menos que sessenta mil sementes seja a menor possível.

## 2 - Metodologia

A empresa em questão realizou estudos agrícolas para melhor atender as necessidades de seus clientes, e concluiu que para realizar o plantio de milho em um hectare são necessárias 60.000 sementes, a partir deste resultado a empresa determinou que cada saco devesse conter essa quantidade de sementes, mas acrescentada de 900 como margem de segurança, pois o valor da balança pode oscilar, ocorrer assim, sacos com número de sementes abaixo do esperado.

Foram realizados estudos em dois processos de classificação de sementes, peneiras 18LE e 20M1, em cada um deles utilizou-se de seis métodos para determinar o peso de sementes, comparados, posteriormente, são eles:

**Método 1:** duas repetições de 500 sementes;

**Método 2:** três repetições de 500 sementes;

**Método 3:** oito repetições de 100 sementes;

**Método 4:** oito repetições de 200 sementes;

**Método 5:** oito amostras com oito sub-amostras de 100 sementes;

**Método 6:** oito amostras com oito sub-amostras de 200 sementes.

Sendo que os dois primeiros são os métodos adotados pela empresa, o método 3 é sugerido pela Regra para Análises de Sementes (BRASIL, 1992) o 4 sugerido pela empresa e por fim os dois últimos baseados no Controle Estatístico de Processo.

As amostras foram selecionadas aleatoriamente em intervalos regulares de tempo. Das amostras coletadas foi feito um estudo descritivo a partir de medidas de posição e dispersão como seguem abaixo (LARSON e FARBER, 2007):

$$\text{média amostral: } \bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n};$$

$$\text{variância amostral: } s^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1};$$

$$\text{desvio padrão amostral: } s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}}.$$

Calculada as estimativas acima, utilizou-se o teste de t-Student para diferença entre médias em variâncias homogêneas, com o intuito de comparar os seis métodos de pesos de sementes, a partir da estatística do teste (MORETTIN, 2000):

$$t_{calc} = \frac{(\bar{x}_1 - \bar{x}_2) - (\mu_1 - \mu_2)}{s_p \sqrt{\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}}},$$

em que,  $s_p = \sqrt{\frac{(n_1 - 1)s_1^2 + (n_2 - 1)s_2^2}{n_1 + n_2 - 2}}$  e  $GL = n_1 + n_2 - 2$ , graus de liberdade.

O teste de homogeneidade das variâncias foi feito a partir do teste unilateral de razão entre variâncias, com a estatística (LARSON e FARBER, 2007):

$$F_{calc} = \frac{s_{max}^2}{s_{min}^2}$$

A calibragem da balança é feita com a média encontrada pelos métodos de pesagem de semente, logo, baseado no Teorema Central do Limite foi realizado um estudo para encontrar qual o peso médio de cada saco, tal que a probabilidade de que existam sacos com menos de 60.000 sementes seja próximo de zero. Estes cálculos foram realizados a partir de uma distribuição Normal padrão (MORETTIN, 1999):

$$z = \frac{\bar{x} - \mu}{\sigma / \sqrt{n}}$$

### 3 - Resultados e Conclusões

O método utilizado atualmente para determinar o peso de mil sementes por cada lote, que é utilizado no cálculo do peso final das 60.900 sementes, não é satisfatório por apresentar uma variação elevada, extrapolando exageradamente a quantidade determinada de sementes por saco. O excesso de sementes por saco, quando analisado em grande escala e com olhares financeiros revela grandes valores e ressalta a importância do estudo de diferentes métodos de pesagem e também de um valor ideal para a calibragem da balança que encherá os sacos.

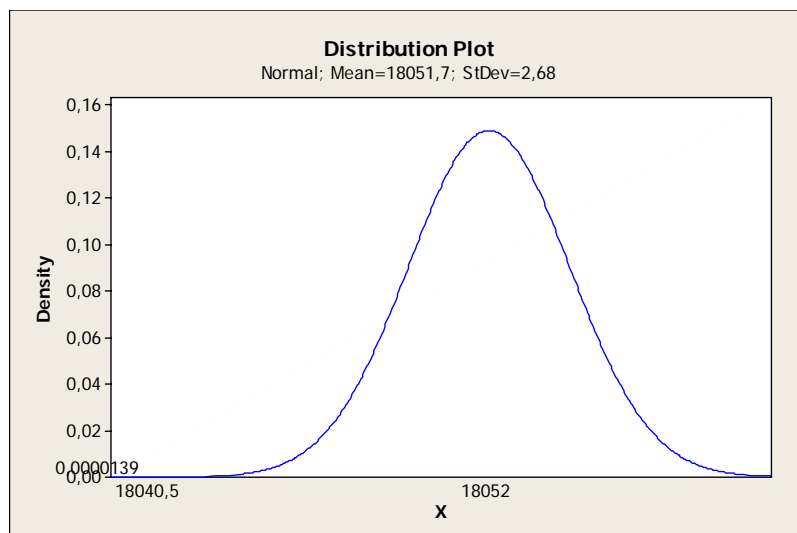
A tabela 1 mostra a comparação entre os métodos de pesagem de sementes, note que não houve diferença significativa na estimação da média para o processo 20M1, mas no caso do 18LE, os métodos 1, 2 e 4 não se diferiram entre si e foram obtiveram médias superiores às demais.

**TABELA 1:** Médias dos pesos (g) de 500 sementes estimadas por cada método nos processos 20M1 e 18LE.

<b>Método</b>	<b>Média (g)</b>	
	<b>20M1</b>	<b>18LE</b>
<b>1</b>	150,41a	144,87a
<b>2</b>	149,52a	144,40a
<b>4</b>	150,14a	144,31a
<b>3</b>	149,65a	143,77b
<b>5</b>	150,34a	142,30c
<b>6</b>	150,11a	141,47d

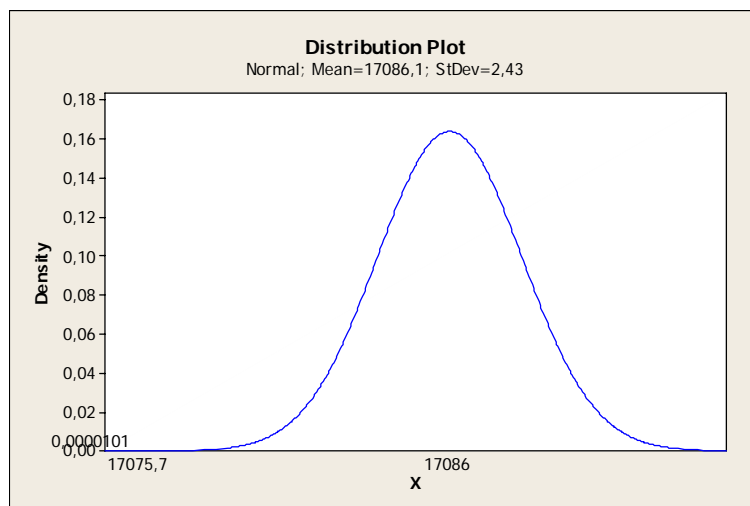
\*Médias seguidas por letras distintas nas colunas se diferem entre si pelo teste de t-Student ao nível de significância de 5%.

Para o processo 20M1 a empresa calibraria a balança em um peso de aproximadamente 18,320 kg (peso de 60.900 sementes) o que acarretaria em uma probabilidade de 0% de sacos conterem menos que 60.000 (18,040 kg) sementes, isto, no ponto de vista do consumidor é muito bom, mas sabe-se que a probabilidade acima da média em uma distribuição normal é de 50%, logo esta é a porcentagem de sacos que conterão mais que 60.900 sementes, o que financeiramente é um gasto a mais para a empresa. Com este mesmo raciocínio não se pode calibrar a balança em pesos de 60.000 sementes, pois teria muita reclamação por parte dos clientes, que observariam uma quantia grande de sacos abaixo do valor informado no rótulo. Com o intuito de resolver este problema foi feito um estudo a partir de uma normal padrão onde se fixou o valor da probabilidade de sementes abaixo de 60.000 sementes em 0,000014 para encontrar o valor de z e a partir da média e desvio-padrão de qualquer um dos métodos da tabela 1, pois, as médias não se diferiram, calculou-se a média ideal para calibrar a balança, encontrando o valor de 18,052 kg (60.038 sementes), como mostra a figura 1 abaixo. Note que há uma economia em média de 862 sementes por saco.



**FIGURA 1:** Gráfico da distribuição dos pesos médios das sementes por saco no processo 20M1 para o método 5 gerado pelo Minitab 15.

Já no processo 18LE a empresa calibraria a balança em um peso de aproximadamente 17,645 kg (peso de 60.900 sementes) ocorrendo o mesmo problema que na peneira 20M1. Logo, para este caso o estudo foi feito fixando o valor da probabilidade de sementes abaixo de 60.000 (17,760 kg) sementes em 0,00001 para encontrar o valor de z e a partir da média e desvio-padrão do método 5 da tabela 1, esta escolha foi baseada na estimativa que obteve menor erro padrão da média (tabela 2), calculou-se então a média ideal para calibrar a balança, encontrando o valor de 17,086 kg (60.036 sementes), como mostra a figura 2 abaixo. Note que há uma economia em média de 864 sementes por saco.



**FIGURA 2:** Gráfico da distribuição dos pesos médios das sementes por saco no processo 18LE para o método 5 gerado pelo Minitab 15.

**TABELA 2:** Estimativa do erro padrão da média para os diferentes métodos de estimação no processo 18LE.

Método	Erro padrão da média
	18LE
1	2,25
2	1,44
4	0,96
3	0,54
5	0,30
6	0,42

Conclui-se então que a margem de segurança pode ser diminuída de 900 sementes para em média 40 sementes, causando assim, uma economia de aproximadamente 865 sementes por saco, um número pequeno comparado com as 60.000 sementes contidas no mesmo, mas, no entanto com um fluxo médio de 756 sacos/lote, a economia é de 653.940 sementes. Se a empresa produz 4.000 lotes por ano, a economia é de 2.615.760.000 sementes por ano, ou seja, aproximadamente 43.596 sacos, isso, apenas na filial de Ituiutaba. Logo, que a aplicação desta metodologia poderia gerar uma economia de R\$ 6.805.000,00 para a empresa. Conclui-se então, que ferramentas básicas da estatística e de fácil aplicação e interpretação são eficientes e conseguem resolver problemas em grandes empresas causando grande impacto financeiro, em que neste caso se tratando de grandes quantias de economia, mostrando a importância em investimentos em programas de controle estatísticos de seus processos.

### Referências

- BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. Regras para análise de sementes. Brasília, 1992. 365 p.
- CUNHA, M. B. da. Comparação de Métodos para obtenção do peso de mil sementes de aveia preta e soja. UFPEL, 2004.
- LARSON, R.; FARBER, B. Estatística Aplicada. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2007.
- MINITAB® RELEASE 15 for Windows. Copyright 1972-2004.
- MORETTIN, L. G. Estatística Básica: Probabilidade. v.1. São Paulo: Pearson Makron Books, 1999.
- MORETTIN, L. G. Estatística Básica: Inferência. v.2. São Paulo: Pearson Makron Books, 2000.
- NOMELINI, Quintiliano Siqueira Schroden. Padrões de não-aleatoriedade no controle estatístico de processo. Dissertação de Mestrado em Estatística e Experimentação Agropecuária. UFPA, 2007.
- SAMOHYL, Robert Wayne. Controle Estatístico de Processo e Ferramentas da Qualidade. 2009.
- SOUZA, A.B. ANDRADE, M.J.B.; MUNIZ, J.A. Altura de planta e componentes de rendimento do feijoeiro em função da população de plantas, adubação e calagem. **Ciênc. Agrotec.** Lavras, v. 27, n.6, p.1205-1213, 2003.