

# ANÁLISE DA CAPACIDADE DO PROCESSO DE FABRICAÇÃO DE BISCOITOS RECHEADOS: UM ESTUDO DE CASO BASEADO NO INDICADOR $C_{PK}$

Jefferson Luiz S. Junior<sup>1</sup>; Eduardo Gasparin<sup>2</sup>; José Airton Azevedo dos Santos<sup>3</sup>; Carla Adriana Pizarro Schmidt<sup>4</sup>

## Resumo

Atualmente as empresas, em um mercado muito disputado, tem como meta produzir produtos com alta qualidade a um custo competitivo. Para atingir esta meta estão cada vez mais aplicando métodos e ferramentas da qualidade. Neste contexto, este trabalho tem por objetivo empregar ferramentas de controle estatístico de processos (CEP) na análise de um processo de fabricação de biscoitos recheados em uma indústria de alimentos. Verificou-se, por meio dos dados coletados, que o processo de produção está sob controle estatístico, isto é não apresenta causas especiais. Concluiu-se que o processo é capaz, produzindo embalagens de biscoitos com peso superior ao exigido por lei.

**Palavras-chave:** Qualidade, Controle Estatístico de Processos, Indústria de Alimentos.

## Abstract

Nowadays the companies, in a very disputed market, have as goal to produce products with high quality at a competitive cost. To achieve this goal they are increasingly applying methods and quality tools. In this context, this work aims to use statistical process control (CEP) tools in the analysis of a process of manufacturing biscuits stuffed in a food industry. It was verified, through the data collected, that the production process is under statistical control, that is, it has no special causes. It was concluded that the process is capable, producing packages of biscuits weighing more than required by law.

**Keywords:** Quality, Statistical Process Control, Food Industry.

## Introdução

O cenário atual do comércio faz com que as organizações atuem em constante movimento, tendo que se adaptar rapidamente a todas as mudanças do mercado. As mudanças aceleradas, a globalização dos mercados e o alto grau de conhecimento do consumidor são partes cada vez mais influentes neste cenário (ABNT, 2015).

---

<sup>1</sup> Mestre em Engenharia Industrial pela Faculdade de Engenharia de Bauru-UNESP; professor do curso de Engenharia Mecânica na UTFPR - Campus Cornélio Procópio; E-mail: jefferson@utfpr.edu.br.

<sup>2</sup> Mestrando em Tecnologias Computacionais para o Agronegócio pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná-UTFPR, Câmpus Medianeira; E-mail: eduardogasparin@gmail.com.

<sup>3</sup> Doutor em Engenharia Elétrica pela Universidade Federal de Santa Catarina-UFSC; professor da Universidade Tecnológica Federal do Paraná-UTFPR, Campus Medianeira; E-mail: airton@utfpr.edu.br.

<sup>4</sup> Doutora em Agronomia pela Universidade Estadual de Londrina-UEL; professora do Programa de Pós-Graduação em Tecnologias Computacionais para o Agronegócio da UTFPR, Campus Medianeira; E-mail: carlaschmidt@utfpr.edu.br.

Para um produto atender ou exceder as expectativas dos clientes, geralmente ele deve ser produzido por um processo que é estável ou repetível. O processo deve ser capaz de funcionar com pouca variabilidade em torno do alvo ou dimensões nominais de características de qualidade do produto.

Nota-se também que as organizações estão constantemente buscando a satisfação do cliente. Obter qualidade em um serviço ou produto não é mais um diferencial, mas sim uma garantia de sobrevivência no mercado (PEREIRA, 2008).

A variabilidade indesejada é a grande inimiga da qualidade. Ela está presente em todo o processo produtivo, não podendo ser eliminada totalmente, somente mitigada. Portanto, a diminuição da variabilidade torna-se um indicador efetivo da qualidade do processo produtivo e do produto fabricado (MONTGOMERY, 2009).

Segundo Costa (2010) o controle estatístico de processo (CEP) é uma ferramenta que traz junto consigo uma série de outras ferramentas da qualidade como: o fluxograma para o mapeamento e entendimento do processo, o histograma, o diagrama de causa e efeito, o gráfico de Pareto, que auxilia na identificação de fontes de causas especiais e os gráficos de controle que permitem a visibilidade de pontos fora do padrão desejado.

A implantação adequada do CEP ajuda a criar um ambiente em que todos os indivíduos, em uma organização, buscam a produtividade e a melhoria contínua da qualidade. Finalmente, vale lembrar que o objetivo do CEP é a eliminação da variabilidade do processo (LOBO, 2013).

Um processo estável, com previsibilidade, pode produzir itens defeituosos. Portanto, é de suma importância avaliar se um processo atende as especificações estabelecidas pela legislação.

Dentro deste contexto, este trabalho tem por objetivo empregar ferramentas de controle estatístico de processos, tais como gráficos de controle e índice de capacidade de processo, na análise de um processo de fabricação de biscoitos em uma indústria alimentícia, localizada na região oeste paranaense.

## **1 Metodologia**

O presente trabalho foi classificado segundo o modelo apresentado por Vergara (2000), que classifica a pesquisa em dois aspectos: quanto aos fins e quanto aos meios. Quanto à natureza, a pesquisa será aplicada e descritiva. Aplicada porque gera

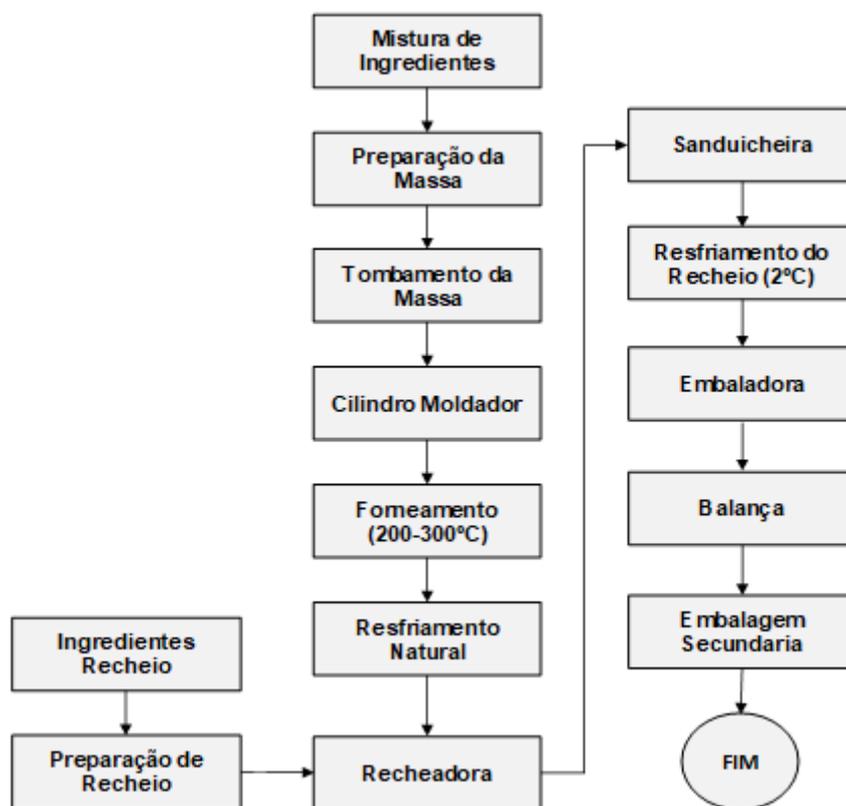
conhecimentos para a solução de um problema específico e descritiva porque, visa descrever a situação atual do processo a ser analisado.

Quanto aos meios será uma pesquisa bibliográfica, estudo de caso e de campo. Bibliográfica porque será utilizado, como base, os conceitos e teorias sobre Controle Estatístico de Processos. Estudo de caso porque investiga um fenômeno dentro do contexto real. E por fim será de campo, pois coletará dados *in loco* (YIN, 2013).

### 1.1 A Empresa e o Processo de Fabricação

Este estudo foi realizado em uma indústria do setor de alimentos localizada na Região Oeste Paranaense. A indústria possui uma área industrial de 2400m<sup>2</sup> e conta com mais de 500 funcionários. A empresa produz diversos tipos de produtos, dentre eles pode-se citar: os biscoitos laminados, os biscoitos recheados (objeto deste estudo), as roscas, os palitos salgados, entre outros. Na Figura 1 apresenta-se o fluxograma do processo de fabricação dos biscoitos recheados.

**Figura 1** – Fluxograma do processo de fabricação dos biscoitos recheados



Fonte: Os Autores.

O processo de fabricação, dos biscoitos recheados, inicia com a etapa de preparação da massa. Nesta etapa a farinha, o amido, a gordura, o açúcar e os aromas são misturados.

Depois da etapa de preparação, a massa é levada, por meio de uma esteira, até um cilindro moldador. Este equipamento da forma ao biscoito. Em seguida, os biscoitos são levados ao forno por meio de outra esteira. No forno os biscoitos passam por um processo de cozimento durante 6 minutos a uma temperatura que varia entre 200°C e 300°C.

Após a passagem pelo forno, os biscoitos passam por um resfriamento natural (troca de calor com o ambiente) até chegar as calhas separadoras, onde são posicionados para receber o recheio. O recheio é colocado de forma automática nos biscoitos através de uma máquina recheadora. Depois de recheados passam por um processo de resfriamento forçado à uma temperatura de 2°C.

Na fase final de fabricação, os biscoitos são embalados em uma máquina embaladora. Na sequência, as embalagens são pesadas para a conferência do peso. Finalmente, as embalagens são encaixotadas (embalagem secundária) e paletizadas.

## 1.2 Gráficos de Controle

Os gráficos de controle são analisados aos pares. O par mais comum de gráficos de controle são os gráficos  $\bar{X}$  e R, onde  $\bar{X}$  é a média de valores em pequenos subgrupos e R é a amplitude dentro de cada subgrupo. Gráficos  $\bar{X}$  e R são desenvolvidos a partir de medições de uma característica particular do processo de produção.

Segundo Rosario *et al.* (2015) os limites de controle para a média são calculados através das equações:

$$LSC = \bar{\bar{X}} + A_2\bar{R} \quad (1)$$

$$LC = \bar{\bar{X}} \quad (2)$$

$$LIC = \bar{\bar{X}} - A_2\bar{R} \quad (3)$$

E os limites de controle para o gráfico da amplitude são dados por:

$$LSC = D_4\bar{R} \quad (4)$$

$$LC = \bar{R} \quad (5)$$

$$LIC = D_3\bar{R} \quad (6)$$

Onde: LSC – Limite Superior de Controle; LC – Limite Central; LIC – Limite Inferior de Controle e  $A_3$ ,  $D_3$  e  $D_4$  – Valores tabelados.

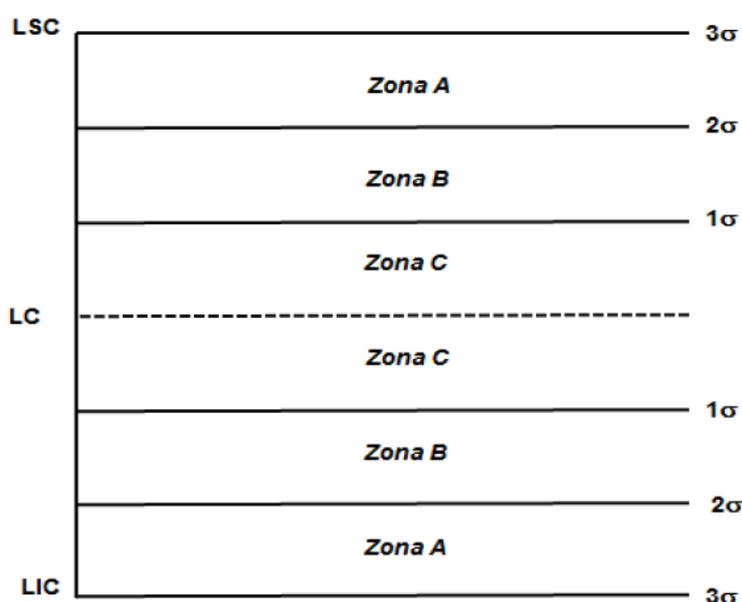
Segundo Rotondaro (2013), um processo está fora de controle se tiver (Quadro 1)

### Quadro 1 – Processo fora de Controle

Item	Causas Especiais
a	1 ou mais pontos acima do LSC ou abaixo do LIC;
b	9 pontos consecutivos na zona C ou no mesmo lado do LC (Figura 2);
c	6 pontos consecutivos, todos aumentando ou todos diminuindo;
d	14 pontos consecutivos alternando para cima e para baixo;
e	2 de 3 pontos consecutivos na zona A ou além dela;
f	4 de 5 pontos consecutivos na zona B ou além dela;
g	15 pontos consecutivos na zona C (tanto acima quanto abaixo do LC);

Fonte: Os Autores.

Figura 2 – Zonas A, B e C do gráfico de controle



Fonte: Os Autores.

### 1.3 Índice de Capacidade de Processo

Uma maneira de analisar um processo estável é através do cálculo do índice de capacidade do processo. Quanto maior o valor do índice, melhor o processo consegue atender as especificações (SILVA, 2008). O índice  $C_{pk}$ , utilizado neste trabalho, é o menor dentre os resultados obtidos para  $C_{PL}$  e  $C_{PU}$  (Equação 7).

$$C_{PL} = \frac{(\mu - LTI)}{3\sigma}, \quad C_{PU} = \frac{(LTS - \mu)}{3\sigma}, \quad C_{pk} = \text{MIN}(C_{PL}, C_{PU}) \quad (7)$$

Onde: LTS: Limite de tolerância superior; LTI: Limite de tolerância inferior;  $\mu$ : Média do processo e  $\sigma$ : Desvio padrão estimado.

Uma regra usual para a análise do índice de capacidade do processo é descrita no Quadro 2:

## Quadro 2 – Índice de capacidade de processo

$C_{pk} < 1$	Capacidade do processo é inadequada à especificação exigida (Processo. Incapaz)
$1 \leq C_{pk} \leq 1,33$	Capacidade do processo está dentro da especificação exigida (Processo Aceitável)
$C_{pk} > 1,33$	Capacidade do processo é adequada à especificação exigida (Processo Capaz)

Fonte: Montgomery (2009).

### 1.4 Equipamento de Medição

A coleta de dados é uma das etapas mais importantes da pesquisa, pois envolve diversos passos como: a escolha do equipamento de medição; a programação da coleta e o tipo de dado a ser coletado (ALENCAR *et al.*, 2007). Os dados, pesos das embalagens de 110g de biscoitos recheados, foram coletados por meio do equipamento de medição (máquina de pesagem) apresentado na Figura 3.

Figura 3 – Máquina de pesagem



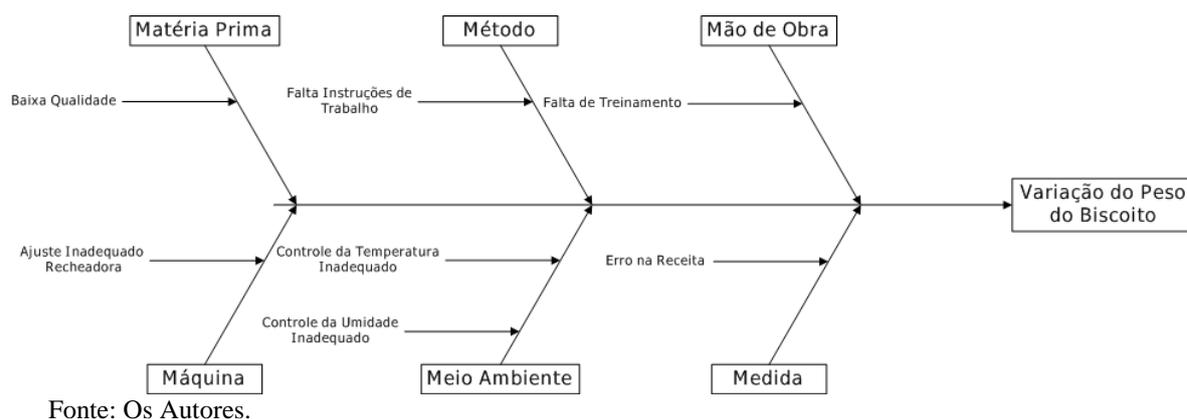
Fonte: Os Autores.

## 2 Resultados e Discussões

### 2.1 Diagrama de Ishikawa

Inicialmente, para investigação de possíveis causas de variabilidade do peso dos biscoitos recheados, utilizou-se o Diagrama de Ishikawa (Figura 4). Observa-se que este diagrama foi implementado em conjunto com funcionários da empresa.

**Figura 4 – Diagrama de Ishikawa**



A investigação do processo, por meio do Diagrama de Ishikawa, apresentou possíveis causas de variabilidade:

- a) Matéria prima: Apesar da empresa ter fornecedores de confiança, a farinha de trigo pode apresentar alteração em um dos seus componentes, alterando assim o peso final do produto.
- b) Mão de Obra: Treinamento inadequado dos colaboradores envolvidos no processo.
- c) Máquina: Regulagem da vazão da recheadora realizada de forma manual.
- d) Medida: Erro na receita por falta de método.
- e) Meio Ambiente: A umidade e a temperatura podem afetar o peso do biscoito recheado. Por exemplo, no caso da temperatura, o operador deve relacionar o tempo da batida da massa com a temperatura.
- f) Método: Falta instrução de trabalho para orientação dos colaboradores do processo.

## 2.2 Análise da Capacidade do Processo

Este trabalho seguiu, para análise da capacidade do processo de produção de biscoitos recheados, as seguintes etapas:

- 1) Coleta de dados;
- 2) Interpretação da estabilidade do processo;
- 3) Interpretação da capacidade do processo.

### 2.2.1 Coleta de Dados

Segundo Ribeiro (2012) para calcular os limites de controle dos gráficos  $\bar{X}$  e R são necessários coletar 20 ou 25 subgrupos (amostras) com 4 ou 5 itens. Neste trabalho coletou-se, na empresa, 20 amostras com 4 itens (Tabela 1).

**Tabela 1** – Pesos das embalagens, em gramas, coletados na empresa

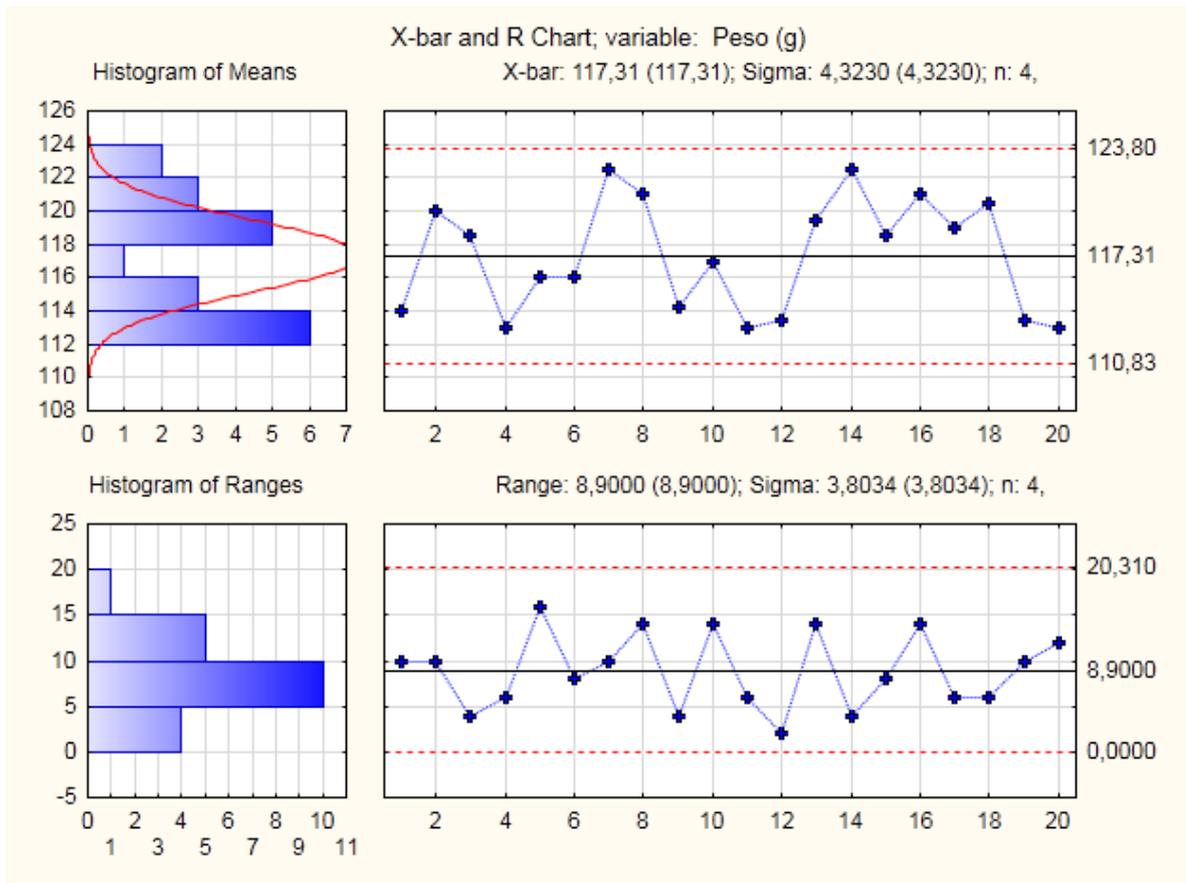
	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>Média</b>	<b>Amplitude</b>
<b>Número de Amostras</b>	118	108	116	114	114	10
	126	120	116	118	120	10
	116	120	118	120	118,5	4
	116	112	114	110	113	6
	118	122	106	118	116	16
	116	112	116	120	116	8
	122	118	128	122	122,5	10
	122	120	128	114	121	14
	116	114	112	115	114,25	4
	126	118	112	112	117	14
	110	112	114	116	113	6
	112	114	114	114	113,5	2
	122	112	126	118	119,5	14
	124	122	120	124	122,5	4
	118	114	120	122	118,5	8
	128	120	114	122	121	14
	118	116	122	120	119	6
	118	118	124	122	120,5	6
	110	110	120	114	113,5	10
	106	112	118	118	113,5	12
					117,3375	8,9

Fonte: Os Autores.

### 2.2.2 Interpretação da Estabilidade do Processo

Inicialmente, para avaliar se o processo de fabricação de embalagens, de biscoitos recheados, estava sobre controle estatístico, isto é não apresentava causas especiais, utilizou-se os gráficos de  $\bar{X}$  e R (Média e Amplitude) obtidos por meio do software STATISTICA V. 11 (Figura 5).

**Figura 5** – Gráficos de controle



Fonte: Os Autores.

No gráfico  $\bar{X}$  o limite superior de controle alcançou o valor de 123,8g e o limite inferior 110,83g. Observa-se, também, que as amostras não apresentam causas especiais. Isto é, as amostras estão dentro dos limites de controle. Então, outros padrões de aleatoriedades devem ser investigados (Figura 6).

**Figura 6** – Teste de padrão de não aleatoriedade

		Peso (g) ; Runs Tests (Lote4)		
		X-bar Chart		
		Center line: 117,312500 Sigma: 2,161505		
Zones A/B/C: 3,000/2,000/1,000 * Sigma		from	to	
Tests for special causes (runs rules)		sample	sample	
<b>9 samples on same side of center</b>		OK	OK	
6 samples in row in/decreasing		OK	OK	
14 samples alternating up & down		OK	OK	
2 of 3 samples in Zone A or beyond		OK	OK	
4 of 5 samples in Zone B or beyond		OK	OK	
15 samples in Zone C		OK	OK	
8 samples beyond Zone C		OK	OK	

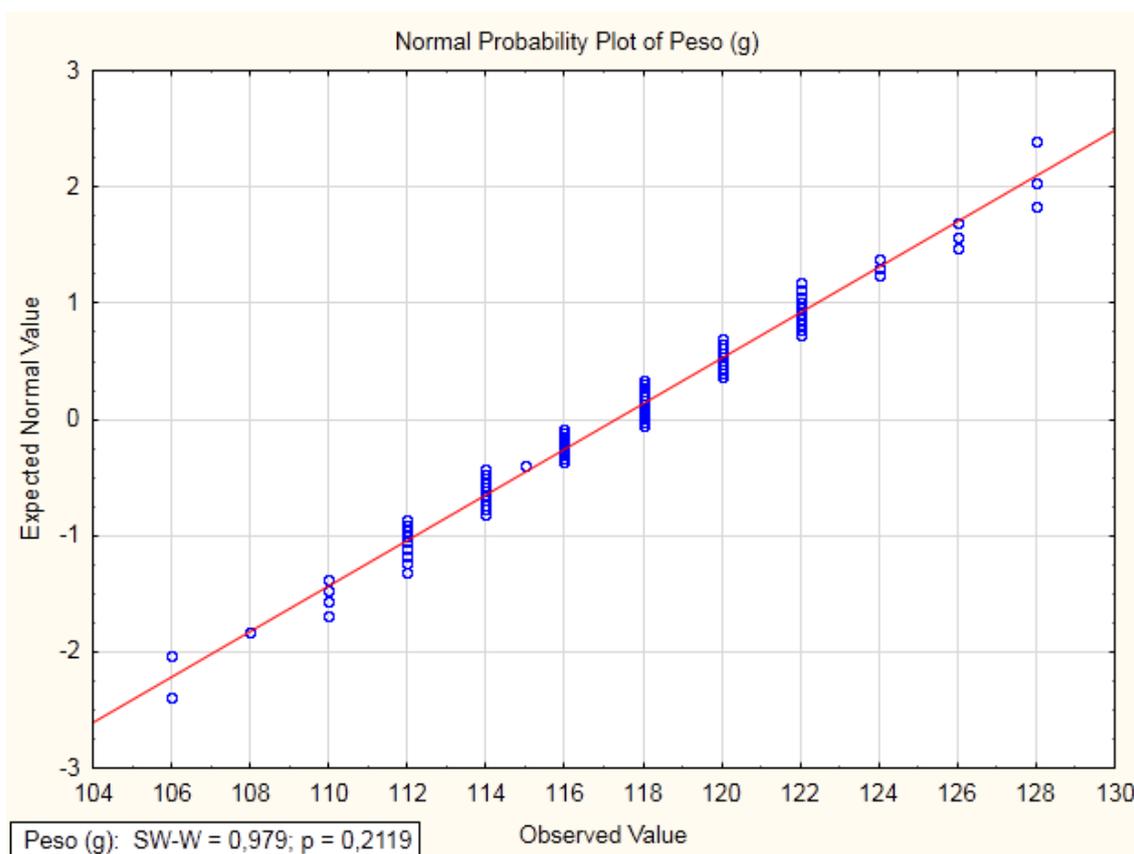
Fonte: Os Autores.

Portanto, por meio dos resultados apresentados nas Figuras 6 e 7, descartou-se a hipótese de causas especiais e concluiu-se que o processo está estável, sofrendo apenas de causa comuns.

### 2.2.3 Interpretação da Capacidade do Processo

Quando trata-se do estudo de capacidade de um processo, tem que se ter cuidado especial com a normalidade dos dados. Na Figura 7 apresenta-se o gráfico de probabilidade normal. Quanto mais perto os dados estiverem da reta, mais próximos estarão de uma distribuição normal. Os dados também foram submetidos ao teste de Shapiro-Wilk para verificação de sua normalidade. Como o valor de “p” igual a 0,2119, portanto maior que 0.05 ( $p > 0.05$ ), a distribuição dos dados foi considerada normal.

**Figura 7** – Distribuição dos dados que indica normalidade

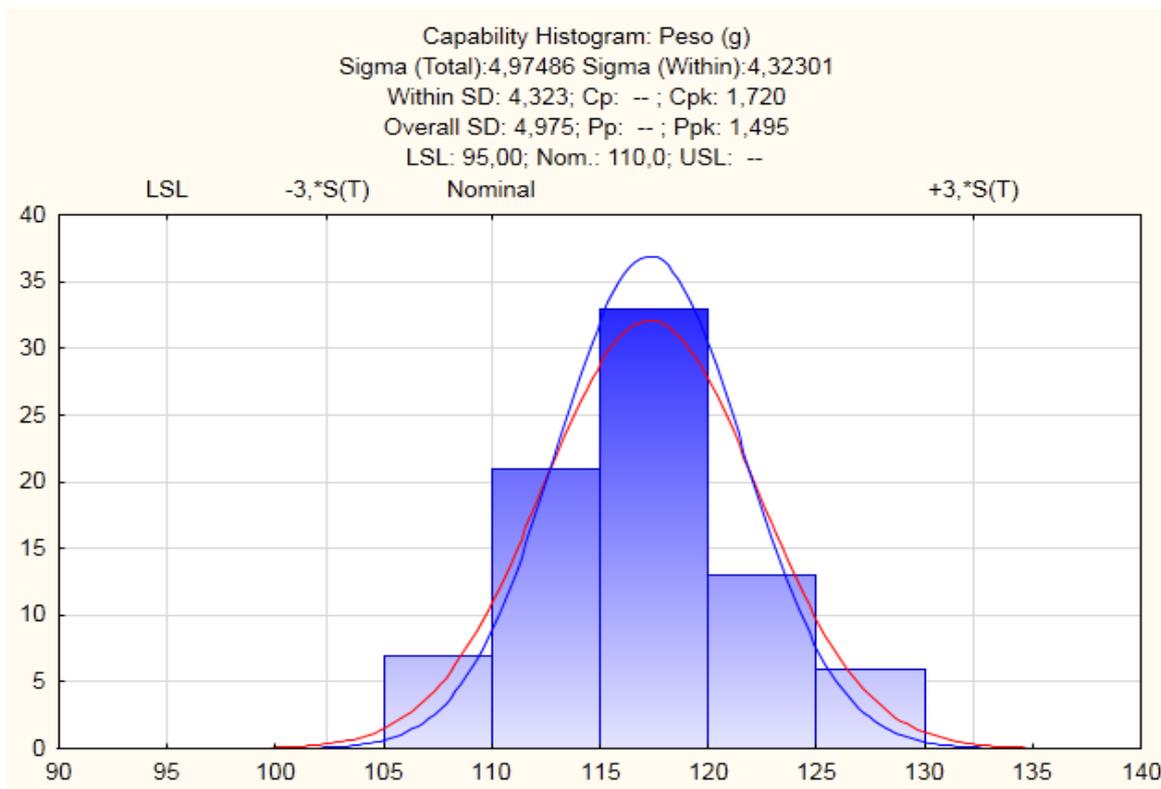


Fonte: Os Autores.

Verificada a estabilidade do processo quantificou-se sua capacidade usando o índice  $C_{pk}$ . Segundo Daminelli (2013). “a Portaria do Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (INMETRO) n° 74 de 1995 estabelece critérios para verificação quantitativa em produtos pré-medidos, comercializados em unidades de massa e volume com conteúdo nominais, que é a quantidade líquida indicada na

embalagem do produto, verificados em fábricas, depósitos e pontos de vendas”. De acordo com essa portaria, os valores admissíveis para a Tolerância Individual (T) da característica da qualidade peso são de 15 gramas. Portanto, para um produto de 110g o mínimo para o consumidor é de 95g. A Figura 8 apresenta o índice  $C_{pk}$  para o processo em estudo.

**Figura 8** – Histograma e índice de capacidade



Fonte: Os Autores.

Na Figura 8, é possível observar que o processo é capaz, segundo o cálculo do  $C_{pk}$ , pois seu valor calculado ficou acima de 1,33. Portanto, o processo atende as especificações observadas na portaria nº 74.

### 3 Conclusões

Apresentou-se, neste trabalho, a metodologia utilizada para o cálculo do índice de capacidade  $C_{pk}$  do processo de produção de biscoitos recheados de uma indústria alimentícia localizada na região oeste paranaense.

Observou-se, por meio dos resultados obtidos do software STATISTICA, que as amostras, coletadas na empresa, encontravam-se entre os limites superior e inferior de controle. Portanto, não apresentavam causas especiais. Observou-se, também, que os

dados coletados na empresa seguiam uma distribuição normal, condição necessária para o estudo de capacidade do processo.

Concluiu-se que o processo é capaz, produzindo embalagens com o peso superior a 95g (peso estipulado, pela portaria do Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (INMETRO)). Portanto, a empresa entrega ao consumidor final produtos que atendem a legislação.

A identificação, por meio do Diagrama de Ishikawa de possíveis causas especiais que podem afetar a variabilidade do peso do biscoito recheado, pode, se necessário, ajudar a equipe de gestão de qualidade da empresa a rapidamente encontrá-las.

Finalizando, pode-se afirmar que para o processo de produção em estudo, que o controle estatístico de processo é uma ferramenta simples em sua aplicação, capaz de facilitar a compreensão do processo e permitir muitas vezes várias ações de controle pelos colaboradores da operação.

## **Referências**

ALENCAR, J.; LOPES, C. E.; SOUZA, M. Monitoramento do processo de compressão de comprimidos de captopril utilizando controle estatístico de processo. **Revista Brasileira de. Farmácia**, 2007.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR ISO 9000: sistemas de gestão da qualidade – fundamentos e vocabulário**. Rio de Janeiro: 2015

COSTA, A. F. B.; EPPRECHT, E. K.; CARPINETTI, L. C. R. **Controle estatístico de qualidade**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 334 p., 2010.

DAMINELLI, L. M. **ANÁLISE DO PESO DO BISCOITO LAMINADO: Aplicação Do Controle Estatístico Do Processo**. Trabalho De Conclusão De Curso. Medianeira: UTFPR, 2013.

LOBO, R. N. **Gestão da Qualidade**. São Paulo: Editora Érica, 2013.

MONTGOMERY, DOUGLAS, C. **Introduction to Statistical Quality Control**. 6ª Ed. New York: John Wiley& Sons, 2009.

PEREIRA, Z. L.; REQUEIJO, J. G. **Planejamento e Controlo Estatístico de Processos: Qualidade**. Lisboa: EdFCT. 2008.

RIBEIRO, J. L. **Cartas de Controle para Variáveis, Cartas de Controle para Atributos, Função de Perda Quadrática, Análise de Sistemas de Medição**. Porto Alegre: FEENG/UFRGS, 2012.

ROSARIO, K. P.; DANTAS, L. M.; OEIRAS, E. N. Aplicação do controle estatístico de processo no monitoramento do peso médio de polpas de frutas: um estudo de caso

realizado em uma empresa de médio porte. In: **XXXV Encontro Nacional de Engenharia de Produção**. Fortaleza: ENEGEP, 2015.

ROTONDARO, R. G. **Seis Sigma: Estratégia gerencial para a melhoria de processos, produtos e serviços**. São Paulo: Atlas, 2013.

SILVA, C. R.; KLIDZIO, R.; ANTONELLO, N. R. B. Aplicação de Controle Estatístico de Processos (CEP) para avaliar o processo de defumação do salame. In.: **XXVIII ENEGEP**, Rio de Janeiro, 2008

VERGARA, S. C. **Projetos e relatórios de pesquisa em administração**. 3.ed. Rio de Janeiro: Atlas, 2000.

YIN, R. K. **Estudo de caso: planejamento e métodos**. Porto Alegre: Bookman, 2013.