

MONITORAMENTO DO PROCESSO DE PRODUÇÃO DE LINGUIÇA TOSCANA: UM ESTUDO DE CASO USANDO CONTROLE ESTATÍSTICO DE PROCESSO

José Airton Azevedo dos Santos (UTFPR) E-mail: airton@utfpr.edu.br
Guilherme Matias Otaviano (UTFPR) E-mail: guilhermeotaviano10@hotmail.com
Carla Adriana Pizarro Schmidt (UTFPR) E-mail: carlaschmidt@utfpr.edu.br

Resumo: Atualmente, as indústrias de alimentos, em virtude da alta competitividade, buscam maior eficiência administrativa e operacional. O Controle Estatístico do Processo (CEP) é uma ferramenta que atua preventivamente sobre o processo produtivo, utilizando a estatística para assegurar a qualidade de processos e produtos industriais. Em um ambiente de produção, a qualidade melhora a confiabilidade, aumenta a produtividade e a satisfação dos clientes. Neste contexto, este trabalho objetivou analisar, por meio de técnicas de controle estatístico de processo, o processo de produção de linguiça toscana em uma empresa de alimentos. Observou-se, por meio de cartas de controle, que o processo de produção não apresenta causas especiais. Verificou-se que o calibre e o comprimento dos gomos da linguiça toscana apresentam um índice de capacidade C_{pk} abaixo de 0,33, o que classifica o processo de produção, para o período estudado, como muito incapaz.

Palavras-chave: Controle estatístico de processo; Qualidade; Linguiça toscana.

MONITORING THE TOSCANA SAUSAGE PRODUCTION PROCESS: A CASE STUDY USING STATISTICAL PROCESS CONTROL

Abstract: Currently, food industries, due to their high competitiveness, are seeking greater administrative and operational efficiency. Statistical Process Control (SPC) is a tool that acts preventively on the production process, using statistics to ensure the quality of industrial processes and products. In a production environment, quality improves reliability, increases productivity and customer satisfaction. In this context, this work aimed to analyze, through statistical process control techniques, the process of toscana sausage production in a food company. It was observed, through control charts, that the production process has no special causes. It has been found that the size and length of toscana sausage buds have a C_{pk} capacity index below 1,33, which classifies the production process, for the studied period, as very incapable.

Keywords: Statistical process control; Quality; Toscana sausage.

1. INTRODUÇÃO

As linguiças, de modo geral, são produtos cárneos industrializados obtidos de carnes de animais de açougue. Podem ser classificadas de acordo com: o tratamento térmico (frescos, cozidas ou defumadas), a codimentação, a matéria-prima (suína, bovina, caprina, ovina, aves, peixes ou mista), a granulometria da carne, o tamanho dos gomos ou o calibre das tripas (BRASIL, 2000; ROSSI, 2017).

A linguiça toscana é um produto cárneo de fácil preparo, baixo custo de produção e grande aceitação pelos brasileiros. Elaborada com matérias-primas provenientes do aproveitamento de cortes menos nobres de suínos e embutida em envoltório natural (TERRA, 1998).

Atualmente, os consumidores de produtos alimentícios apresentam um perfil mais seletivo e exigente, gerando uma maior competitividade entre as empresas, levando-as a

procurar vantagens competitivas. Segundo Juran (1993), a melhoria dos processos produtivos é fundamental para obtenção de vantagens competitivas.

Em qualquer processo de produção a variabilidade está presente. Uma descrição detalhada do comportamento de um processo de produção pode ser conseguida por meio de gráfico ou carta de controle, uma ferramenta do CEP. Por meio desta carta pode-se identificar se o processo está sob controle estatístico, isto é não apresenta causas especiais. As causas especiais de variação surgem esporadicamente e representam um descontrole do processo (OLIVEIRA; LIMA, 2011).

Quando se verifica que o processo, em estudo, encontra-se sob controle estatístico, pode-se medir o quanto esse processo consegue gerar produtos que atendam às especificações de projeto. Para isso, faz-se uso dos índices de capacidade do processo (RIBEIRO; CATEN, 2012).

Neste contexto este trabalho objetivou analisar, por meio de técnicas de controle estatístico de processo, o processo de produção de linguiça toscana em uma empresa de alimentos.

O artigo é organizado da seguinte maneira. Na Seção 2 é apresentada a metodologia utilizada na análise do processo de produção da linguiça toscana. Na Seção 3 são apresentados os resultados obtidos da aplicação desta metodologia. Comentários finais e conclusões, na Seção 4, finalizam o artigo.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

A metodologia utilizada neste estudo pode ser classificada quanto ao tipo de pesquisa, a população amostra, a coleta e a análise dos dados. A classificação quanto ao tipo de pesquisa pode ser subdividida de acordo com a natureza sendo esta aplicada, quanto aos objetivos sendo descritiva, quanto à forma de abordar o problema pode ser considerada quantitativa (GIL, 2002).

Como estratégia de pesquisa, foi utilizado o estudo de caso que, conforme Yin (2013), é ideal em situações organizacionais reais em que o pesquisador não tem controle dos fenômenos.

A empresa em estudo é do ramo alimentício e está situada no Estado do Paraná. Atuando no mercado há mais de 40 anos, buscando produzir produtos de alta qualidade com acesso para todas as classes sociais. A empresa busca inovação, investimentos nas áreas industriais, valorização dos colaboradores e fidelização, sempre oferecendo produtos de qualidade aos seus clientes.

O Processo de Fabricação:

O processo de fabricação da linguiça toscana, inicia com a chegada da matéria-prima (cortes de suíno) na etapa de pesagem. A pesagem inicial é necessária devido ao preparo da carne ser realizado por batelada. Logo após, os cortes suíno são moídos e levados para mistura. Na mistura o tempero é adicionado à carne. Em seguida, a carne é levada a uma câmara fria para a etapa de cura. Depois da cura, o produto é levado para o embutimento, realizado de forma automática. Nesta etapa acontece o preenchimento das tripas e a formação dos gomos (Figura 1). Nesta etapa também se monitoram o tamanho e o calibre dos gomos. Em seguida, a linguiça é colocada manualmente na embalagem plástica e embalada a vácuo. Depois a embalagem é pesada e enviada para o congelamento.



Figura 1 – Linguiça em gomos (exemplo).
Fonte – ALBIZ (2019).

Na Figura 2 apresenta-se o fluxograma do processo.

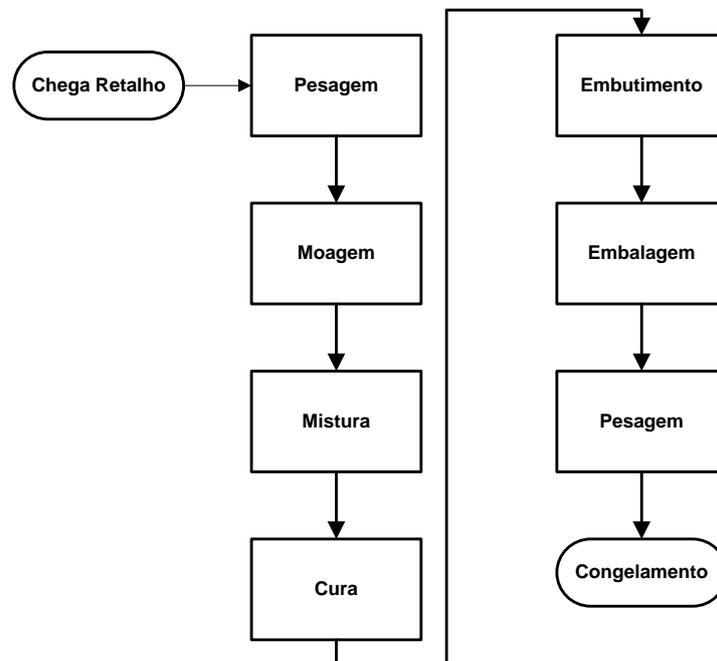


Figura 2 – Fluxograma do processo.
Fonte – O Autor.

Gráficos de Xi e MR:

Os gráficos de Xi e MR (valores individuais e amplitude móvel) são utilizados em casos em que as amostras são de tamanho $n = 1$ (COSTA et. al., 2010). A linha média para o gráfico de Xi é a média do processo (valor alvo) e os limites de controle distam três vezes o desvio padrão do processo. Geralmente os gráficos de Xi e MR são utilizados em processos automatizados, nos quais ocorre inspeção de 100% da produção, ou em processos onde a taxa de produção é baixa (LEITE et al., 2019).

Causas Especiais:

Para Ramos (2013) é a faixa entre os limites de controle que definirá a variação aleatória no processo. Se os pontos traçados no gráfico estiverem dentro dos limites de controle e estiverem dispostos de forma aleatória, pode-se dizer que o processo está sob controle estatístico. Caso contrário, se um ou mais pontos estiverem fora dos limites de controle ou estiverem dispostos de forma não aleatória, pode-se dizer que o processo está fora de controle estatístico. Isto é, apresenta causas especiais. Segundo Montgomery (2010), o processo está fora de controle se estiver:

- a) Um ou mais pontos acima do LSC ou abaixo do LIC;
- b) Nove pontos consecutivos da zona C ou no mesmo lado do LC (Figura 3);
- c) Seis pontos consecutivos, todos aumentando ou todos diminuindo;
- d) Quatorze 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) Quinze pontos consecutivos na zona C (tanto acima quanto abaixo do LC).

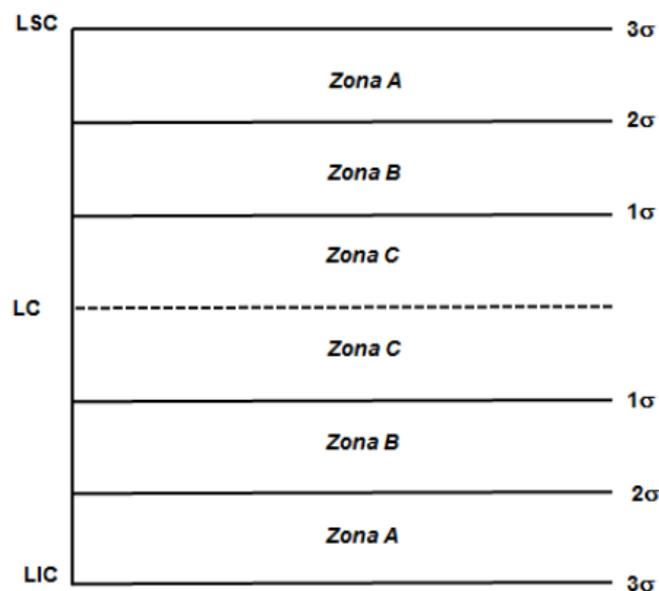


Figura 3 – Zonas A, B e C do gráfico de controle.
Fonte – LEITE et al. (2019).

Capacidade de um processo:

A capacidade de processo, ou também expresso por capacidade de processo, refere-se à como um processo está agindo especificamente, isto é, se ele é capaz de produzir corretamente de acordo com que foi especificado pelo cliente (COSTA et. al., 2010).

Carvalho (2013), mostra que há uma diferença entre a carta de controle e o estudo de capacidade, sendo a função da carta de controle monitorar e compreender ao longo do tempo a estabilidade do processo. Já o estudo de capacidade, tem a função de descobrir se o processo está prestando serviço ou produzindo itens conformes as determinações feitas pelos clientes.

O índice de capacidade do processo (C_{pk}) é calculado através da Equação 1:

$$C_p = \frac{LTS-LTI}{6\sigma}, C_{pk} = \min \left\{ \frac{LTS-\bar{X}}{3\sigma}, \frac{\bar{X}-LTI}{3\sigma} \right\} \quad (1)$$

Onde: LTS: Limite de tolerância superior; LTI: Limite de tolerância inferior e σ : Desvio padrão estimado.

No Quadro 1 apresentam-se as escalas para avaliação da capacidade do processo.

Quadro 1 – Escalas para avaliação da capacidade de processo.

Capacidade	C_{pk}
Muito Incapaz	0,33
Incapaz	0,67
Capaz	1
Muito Capaz	1,33
Extremamente Capaz	1,67

Fonte – Adaptado de Oliveira (2018).

Coleta de dados:

O trabalho iniciou pela coleta de dados, onde foram obtidas informações sobre o processo de produção de linguixa toscana. O processo de coleta é uma fase crítica e crucial na construção das cartas de controle, devido a influência que os dados exercem sobre os resultados.

A empresa, em estudo, coleta amostras de tamanho $n=1$ e frequência de 1 hora. As amostras, comprimento e calibre dos gomos da linguixa, são coletadas na etapa posterior a etapa de embutimento. Foram coletadas 112 amostras para cada uma das variáveis em estudo. Segundo Moretin e Bussab (2003) amostras em torno de 30 a 50 elementos fornecem boas aproximações para as amostras de populações próximas ou não da normalidade. Observa-se que os dados obtidos, do processo de produção da empresa, foram registrados em uma planilha eletrônica.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para análise da capacidade do processo de produção de linguixa toscana seguiu-se, neste trabalho, as seguintes etapas: Tratamento dos dados; Interpretação da estabilidade do processo; Teste de normalidade e Interpretação da capacidade do processo.

Tratamento dos dados:

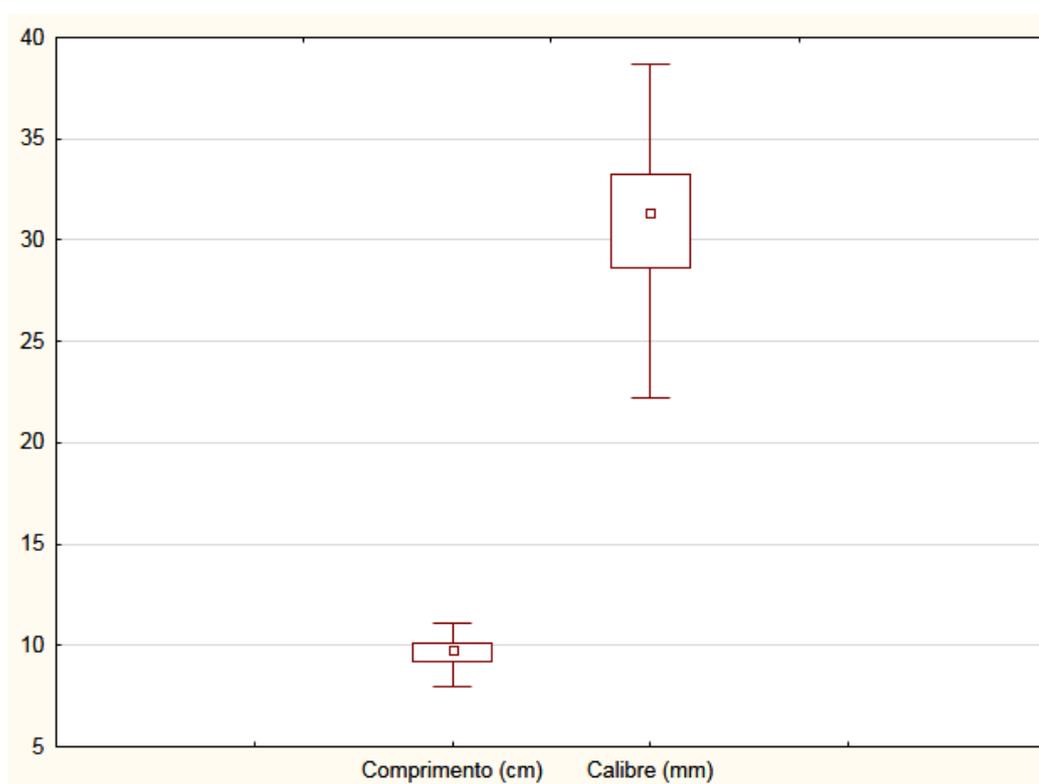
Inicialmente, realizou-se uma avaliação descritiva dos dados coletados na empresa (Tabela 1).

Tabela 1 – Avaliação descritiva dos dados.

Parâmetro	Calibre (mm)	Comprimento (cm)
Média	31,00816	9,658307
Mediana	31,39475	9,760435
Mínimo	22,2521	7,95487
Máximo	38,6595	11,1335
Desvio Padrão	3,386686	0,671749
Coefficiente de Variação (%)	10,92192	6,955142

Pode-se observar, por meio da Tabela 1, que o calibre e o comprimento da linguiça toscana tem os valores médios de 31mm e 9,66cm, respectivamente. Observa-se, também, bons coeficientes de variação para ambos os parâmetros: 10,92% para o calibre e 6,95% para o comprimento. Segundo Pimentel (2000), nos experimentos de campo, se o coeficiente de variação for inferior a 10% tem-se um coeficiente de variação baixo, de 10 a 20% médio, de 20 a 30% alto e acima de 30% muito alto.

Em seguida, os dados foram plotados em forma de *boxplot* (Figura 4) para uma análise preliminar da presença de *outliers*. As razões mais comuns para o surgimento desses valores são os erros na coleta de dados ou eventos raros e inesperados. Observou-se, por meio dos *boxplots*, que os dados não apresentaram *outliers*.

Figura 4 – *Boxplots* - Calibre e Comprimento.

Fonte – O Autor.

Na Figura 5, o histograma da distribuição de frequências, revela que a maior parte dos gomos tem um comprimento entre 9cm e 10,5cm. O que pode ser também observado no gráfico de pizza apresentado na Figura 6.

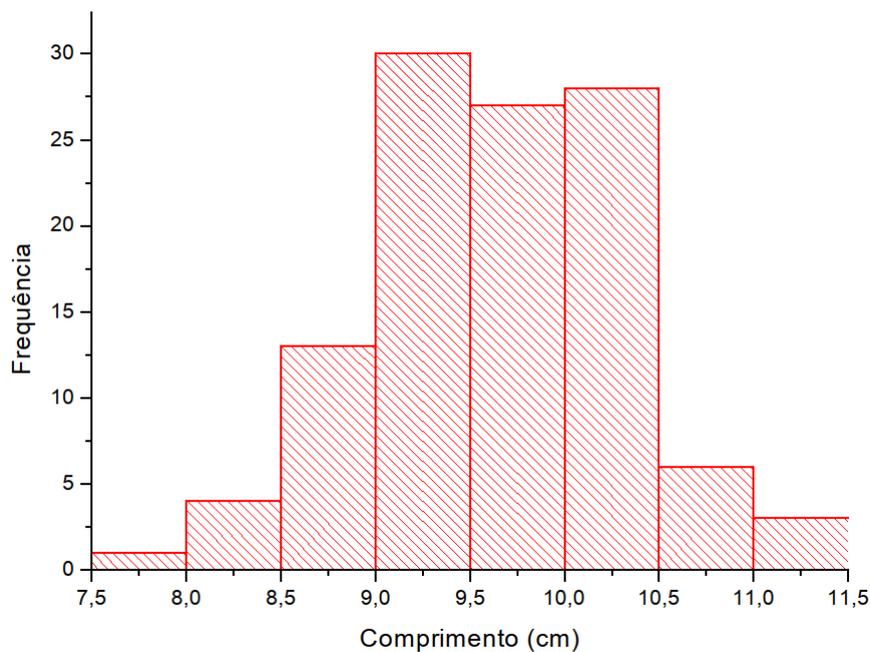


Figura 5 – Histograma - Comprimento.
Fonte – O Autor.

Pie Chart of Comprimento

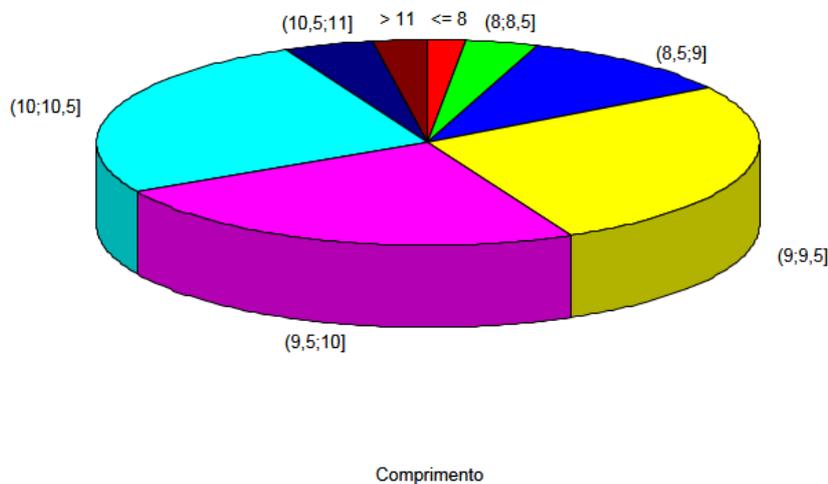


Figura 6 – Gráfico de pizza – Comprimento (cm).
Fonte – O Autor.

O histograma, apresentado na Figura 7, indica que a maior parte dos gomos possui um calibre entre 28mm e 34mm. O que pode ser também observado no gráfico de pizza apresentado na Figura 8.

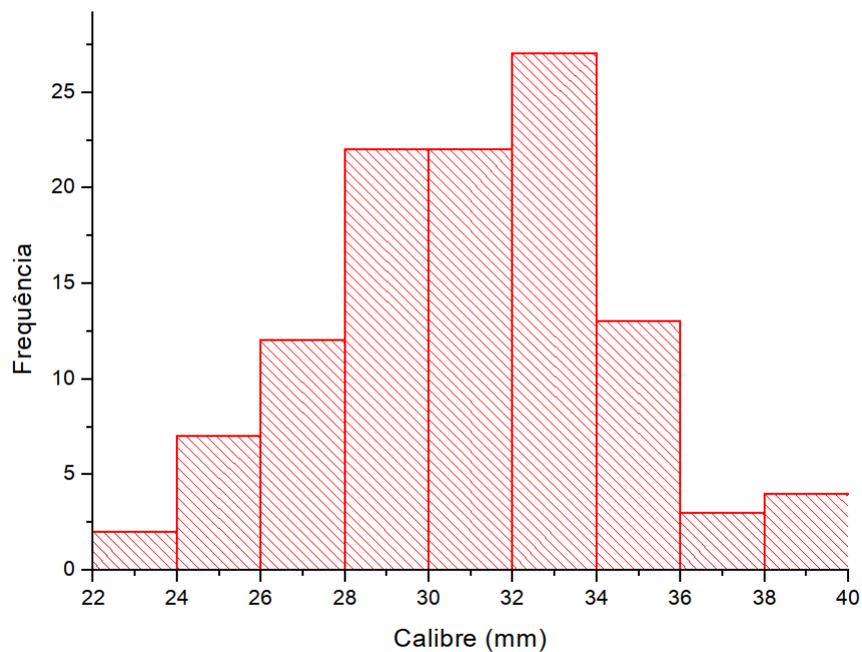


Figura 7 – Histograma - Calibre.
Fonte – O Autor.

Pie Chart of Calibre

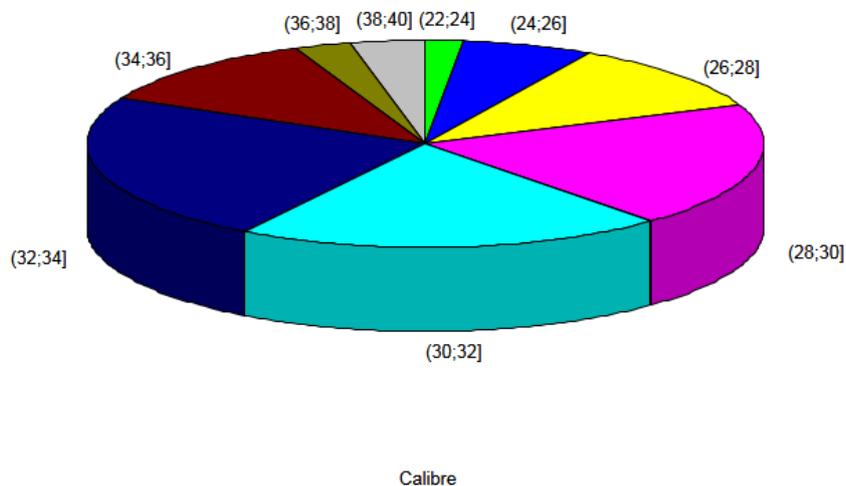


Figura 8 – Gráfico de pizza - Calibre (mm).
Fonte – O Autor.

Interpretação da estabilidade do processo:

Para avaliar se o processo de fabricação de linguixa toscana, em relação ao calibre e comprimento, estava sobre controle estatístico, isto é não apresentavam causas especiais, utilizaram-se os gráficos de controle individual Xi e da amplitude móvel MR apresentados nas Figuras 9 e 10.

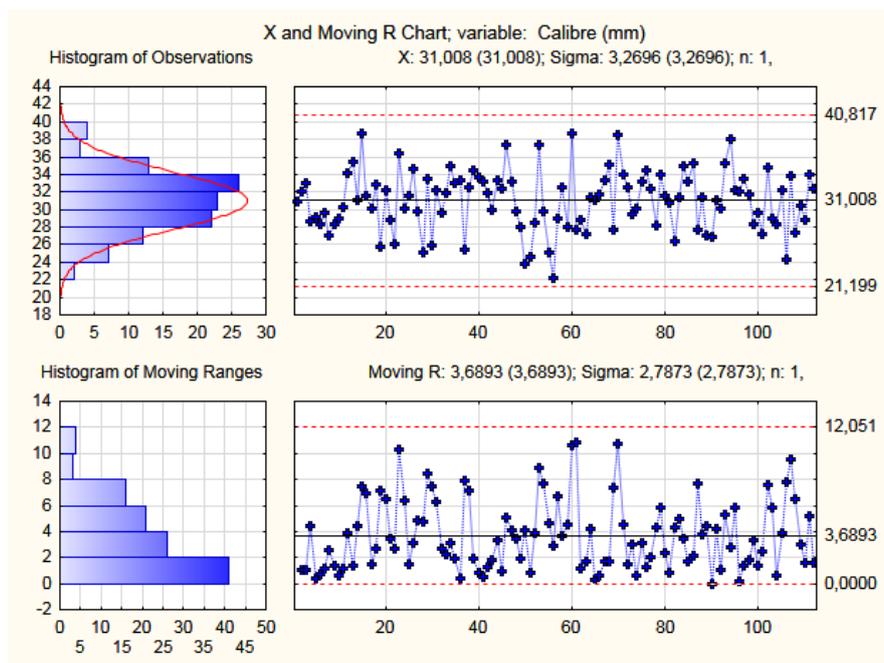


Figura 9 – Gráfico de controle individual Xi e da amplitude móvel MR - Calibre.
 Fonte – O Autor.

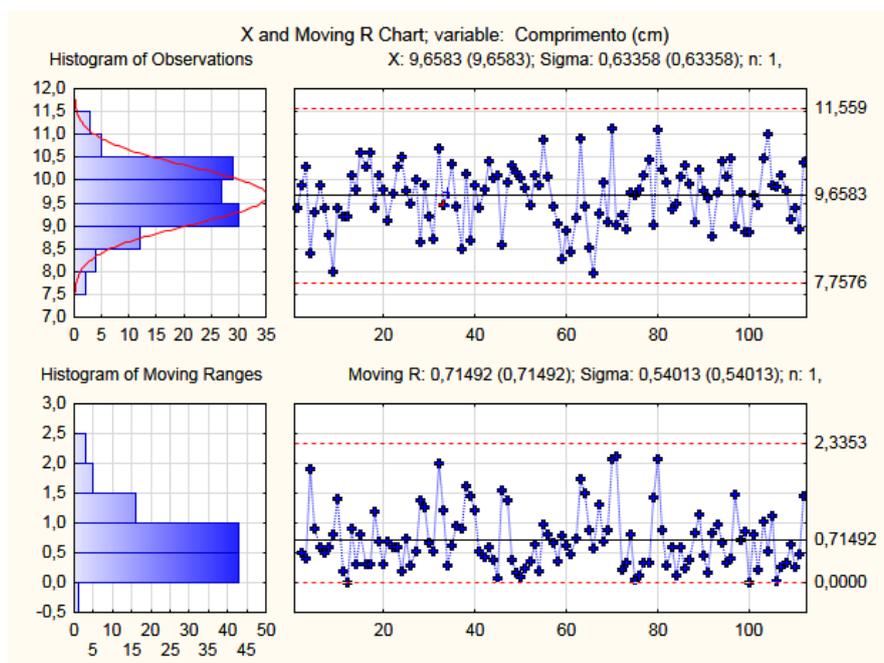


Figura 10 – Gráfico de controle individual Xi e da amplitude móvel MR - Comprimento.
 Fonte – O Autor.

Nestes gráficos os limites superiores de controle alcançaram os valores de 48,817mm (calibre) e 11,559cm (comprimento) e os limites inferiores 21,199mm (calibre) e 7,757cm (comprimento). Verificou-se, também, que os pontos, plotados nos gráficos, ficaram dentro dos limites de controle, indicando que o processo está estatisticamente estável.

Observa-se também que não foram encontrados, para os dois parâmetros analisados neste trabalho, nenhuma causa especial devido a padrões de não aleatoriedades.

Teste de Normalidade:

Quando trata-se do estudo de capacidade de um processo, tem que se ter cuidado especial com a normalidade dos dados. Nas Figuras 11 e 12 apresentam-se os gráficos de probabilidade normal para os parâmetros analisados neste trabalho.

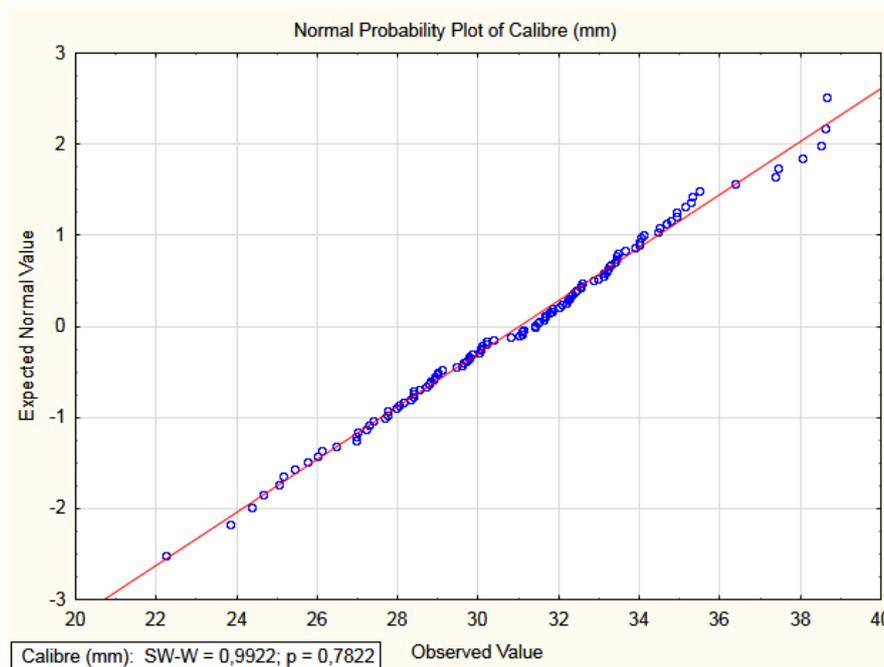


Figura 11 – Distribuição dos dados em torno da reta que indica normalidade - Calibre.

Fonte – O Autor.

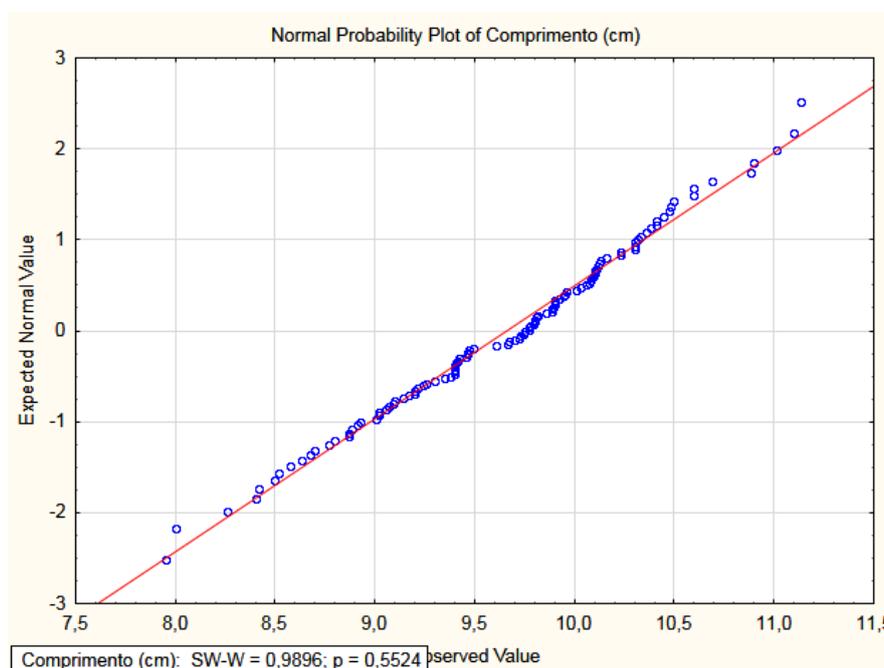


Figura 12 – Distribuição dos dados em torno da reta que indica normalidade - Comprimento.

Fonte – O Autor.

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 (Figuras 11 e 12: $p=0,7822$ (calibre) e $p=0,5524$ (comprimento)).

Como os valores de “p” foram maiores que 0.05 ($p > 0.05$), a distribuição dos dados foi considerada normal.

Interpretação da capacidade do processo:

Verificada a estabilidade do processo quantificou-se sua capacidade usando índice C_{pk} . Segundo o Departamento de Engenharia a empresa tem os seguintes valores alvo, para os gomos da linguixa toscana, Calibre (32 ± 4 mm) e Comprimento (9 ± 1 cm). Na Figura 13 apresentam-se os histogramas e os índices de capacidade para os dois parâmetros.

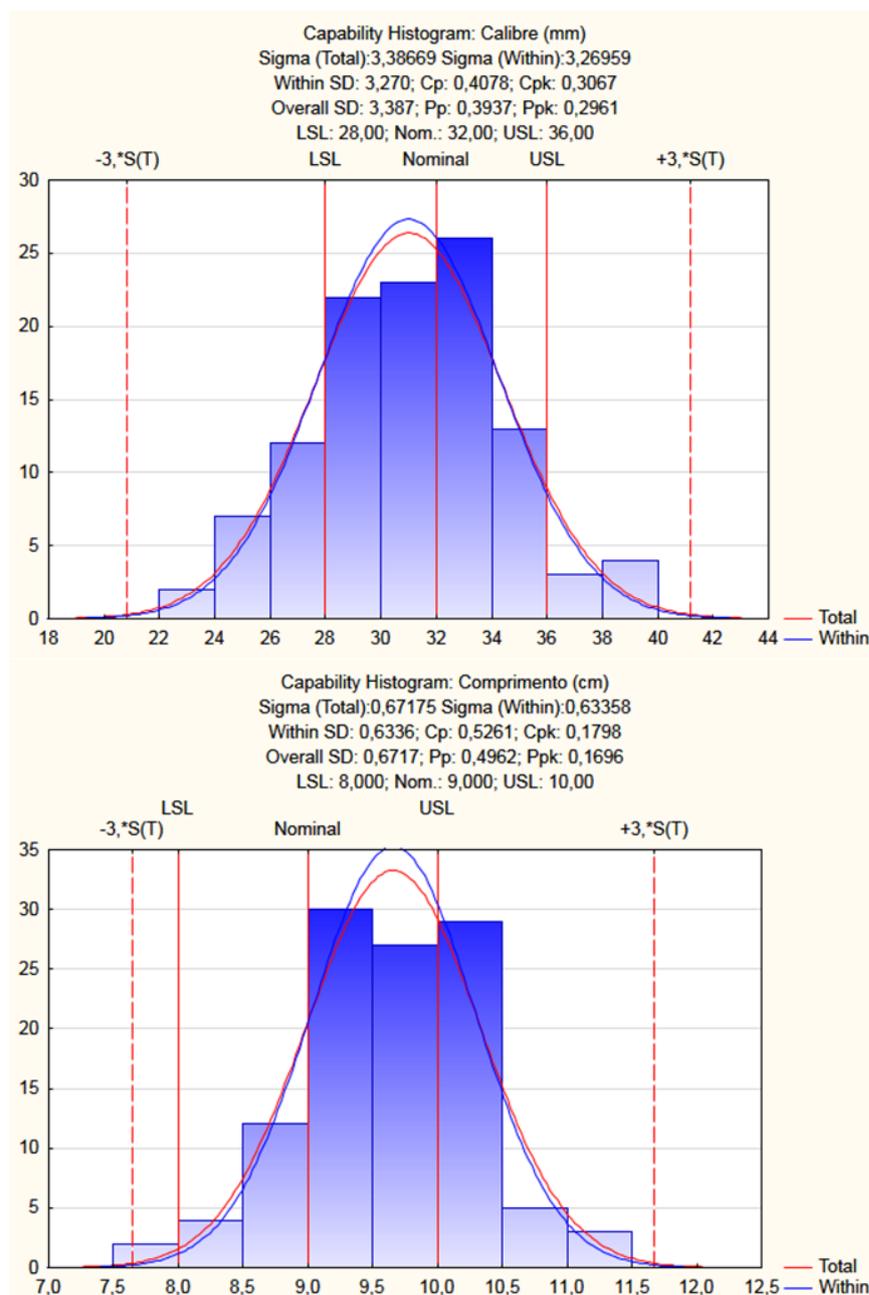


Figura 13 – Histograma e Índices de Capacidade – Calibre e Comprimento.

Fonte – O Autor.

Na Figura 13, é possível observar que o processo é muito incapaz, segundo o cálculo do C_{pk} , pois os valores calculados, para o calibre e o comprimento da linguixa, ficaram abaixo de 0,33. Portanto, pode-se deduzir que o processo de produção, durante o período estudado, estava

sobre controle, porém produziu uma percentagem significativa de itens fora das especificações da empresa.

4. CONCLUSÕES

Neste trabalho apresentou-se a metodologia utilizada para analisar o processo de produção de linguiça toscana em uma empresa de alimentos, localizada no Estado do Paraná.

Observou-se, inicialmente, por meio de gráficos de controle que o processo, durante o período estudado, estava sobre controle estatístico, não apresentando causas especiais. Na sequência, observou-se que os índices de capacidade C_{pk} , do calibre e do comprimento da linguiça toscana, estavam abaixo de 0,33, classificando o processo de produção como muito incapaz. Conclui-se então, por meio dos índices de capacidade, que o processo de produção de linguiça toscana não atende as especificações determinadas pela empresa. Portanto, sugere-se que o processo seja revisado para levar as médias para os alvos.

Por fim, cabe salientar que a implantação de controle estatístico de processo pode auxiliar as empresas na busca de satisfação dos clientes, da otimização dos seus processos, da garantia de qualidade de seus processos produtivos e, com isso, melhorar a qualidade dos produtos manufaturados. Observa-se, também, que os objetivos em comum dos setores produtivo e de controle da qualidade devem estar muito bem alinhados para que a empresa obtenha um melhor desempenho.

REFERÊNCIAS

ALBIZ Linguiça toscana especial - linguiças em gomos e tripa contínua tipo caseira. Disponível em <https://all.biz/br-pt/linguica-toscana-especial-linguicas-em-gomos-e-g53609>. Acesso em 15 out. 2019.

BRASIL, Ministério da Agricultura e Abastecimento. *Regulamentos técnicos de identidade e qualidade de carne mecanicamente separada, de mortadela, de linguiça e de salsicha*. Brasília: Diário Oficial da República Federativa do Brasil, 2000.

CARVALHO, M. M. *Selecionando projetos seis sigma*. São Paulo: Atlas, 2013.

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

GIL, A. C. *Como elaborar projetos de pesquisa*. 4 ed. São Paulo: Atlas, 2002.

JURAN, J. M. *Juran na liderança pela qualidade*. São Paulo: Pioneira, 1993.

LEITE, T. C.; SANTOS, C. O.; SANTOS, J. A. S.; SCHMIDT, C. A. P. Análise de capacidade do processo de pesagem de linguiça Toscana em uma indústria alimentícia. *Revista Perspectivas Online*, v. 7, p. 52, 2017.

MONTGOMERY, D. C. *Introduction to statistical quality control*. New York: John Wiley, 2001.

MORETIN, P. A.; BUSSAB, W. O. *Estatística Básica*. São Paulo: Saraiva, 2003.

OLIVEIRA, T. S.; LIMA, R. H. P. Aplicação do controle estatístico de processo na mensuração da variabilidade em uma usina de etanol. *Revista INGEPRO*, v.3, n.6, 2011.

OLIVEIRA, E. D. Aplicação do controle estatístico de processo em uma indústria de autoadesivos. *Exacta-EP*, v.16, n.2, 2018.

PIMENTEL, F. G. *Curso de Estatística Experimental*. Piracicaba: Desgapari, 2000.

RAMOS, A. W. *Mantendo o processo sob controle*. São Paulo: Atlas, 2013.

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

ROSSI, I. B. Desenvolvimento de lingüiça frescal do tipo toscana com adição de farinha de aveia. In: *Anais da XI SEAGRO*. Cascavel, 2017.

TERRA, N. N. *Apontamentos de tecnologia de carnes*. São Leopoldo: UNISINOS, 1998.

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