

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
COORDENAÇÃO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

THIAGO CORREA LEITE

**ANÁLISE DE CAPACIDADE DO PROCESSO DE PESAGEM DE
LINGUIÇA TOSCANA EM UMA INDÚSTRIA ALIMENTÍCIA**
TRABALHO DE DIPLOMAÇÃO

Medianeira
2016

THIAGO CORREA LEITE

**ANÁLISE DE CAPACIDADE DO PROCESSO DE PESAGEM DE
LINGUIÇA TOSCANA EM UMA INDÚSTRIA ALIMENTÍCIA
TRABALHO DE DIPLOMAÇÃO**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Curso de Graduação, em Engenharia de Produção, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, como requisito parcial à disciplina de TCC2.

Orientador: Prof. Me. Cidmar Ortiz dos Santos

Co-Orientador: Prof. Dr. José Airton A. dos Santos



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO
PARANÁ**
CAMPUS MEDIANEIRA



Diretoria de Graduação
Nome da Coordenação de Engenharia de Produção
Curso de Graduação em Engenharia de Produção

TERMO DE APROVAÇÃO

ANÁLISE DE CAPACIDADE DO PROCESSO DE PESAGEM DE LINGUIÇA TOSCANA EM UMA INDÚSTRIA ALIMENTÍCIA

Por

THIAGO CORREA LEITE

Este trabalho de conclusão de curso foi apresentada às 09:10 h do dia 22 de Novembro de 2016 como requisito parcial para aprovação na disciplina de TCC2, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Medianeira. O candidato foi arguido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o projeto para realização de trabalho de diplomação aprovado.

Prof. Me. Cidmar Ortiz dos Santos
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Prof. Dr. José Airton dos Santos
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Prof. Dra. Carla. A. P. Schmidt
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Prof. Ma. Liliane C. Ramos de Andrade
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

- O Termo de Aprovação assinado encontra-se na Coordenação do Curso -

AGRADECIMENTOS

Aos Professores Orientadores, braço amigo de todas as etapas deste trabalho.

A minha família, pela confiança e motivação.

Aos amigos e colegas, pela força e pela vibração em relação a esta jornada.

Aos professores e colegas de Curso, pois juntos trilhamos uma etapa importante de nossas vidas.

Aos profissionais entrevistados, pela concessão de informações valiosas para a realização deste estudo.

A todos que, com boa intenção, colaboraram para a realização e finalização deste trabalho.

RESUMO

LEITE, Thiago Correa. **Análise de capacidade do processo de pesagem de linguiça toscana em uma indústria alimentícia**. 2016. Monografia (Bacharel em Engenharia de Produção) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. 37 p.

A utilização de ferramentas estatísticas para o auxílio de processos industriais é indispensável para as empresas que queiram se manter no mercado de forma competitiva, uma vez que feita sua utilização de forma correta, ajudará no aumento da qualidade do produto e aperfeiçoamento do processo produtivo, beneficiando a empresa e o cliente. O presente trabalho objetiva analisar o processo de pesagem de linguiça toscana, de forma a verificar sua variabilidade por meio de gráficos de controle, além de realizar o cálculo de capacidade do processo. Com a aplicação das ferramentas observou-se um processo estável e razoavelmente capaz.

Palavras-chave: Ferramentas da qualidade; Gráfico de controle; Variabilidade; Cpk; Capacidade.

ABSTRACT

LEITE, Thiago Correa. **A capability analysis of the weighing process of tuscan sausage within a food industry**. 2016. Monografia (Bacharel em Engenharia de Produção) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. 37 p.

The use of statistical tools for the industrial process support is indispensable to the companies which want to maintain itself on the market in a competitive way, once its use is made in a correct manner, it will help the product quality increasing and the manufacturing process improvement, helping both company and client. The present project objectives the analysis of the weighing process of tuscan sausage, in a way of verifying its variability through control charts, further calculating the process capability. With the tools application a stable and reasonably capable process was noticed.

Key-words: Quality tools; Control chart; Variability; Cpk; Capability.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Fluxograma do ciclo e manutenção do controle da qualidade	13
Figura 2 – Diagrama de causa-e-efeito	17
Figura 3 – Histograma	18
Figura 4 – Gráfico de Pareto	19
Figura 5 – Diagrama de dispersão	19
Figura 6 – Gráfico de controle	20
Figura 7 – Fluxo do processo de fabricação de linguiça toscana 1 kg	23
Figura 8 – Gráfico de controle	24
Figura 9 – Equações para estimar desvio-padrão (σ_0) e a média (μ_0).....	24
Figura 10 – Equações dos limites de controle para o gráfico X.....	25
Figura 11 – Equações dos limites de controle para o gráfico MR	25
Figura 12 – Estimadores desvio-padrão (σ_0) e a média (μ_0) para o gráfico MR	25
Figura 13 – Zonas A, B e C do gráfico de controle.....	26
Figura 14 – Aperfeiçoamento do processo utilizando gráfico de controle	27
Figura 15 – Índice <i>Cpk</i>	28
Figura 16 – Comportamento do índice <i>Cpk</i>	28
Figura 17 - Fluxograma do processo de pesagem	30
Figura 18 – Gráfico de X e de MR dos dados coletados	31
Figura 19 – Gráfico X e MR isento de causas especiais	32
Figura 21 – Normalidade indicada pela distribuição dos dados em torno da reta	33
Figura 22 - Histograma e Índice de Capacidade <i>Cpk</i>	34
Quadro 1 - Elementos básicos de um processo.....	12
Quadro 2 – Classificação do processo com relação a sua capacidade	29
Quadro 3 – Amostras de peso em quilograma(kg) do produto final coletadas	30
Quadro 4 - Análise de padrões de não-aleatoriedade dos pesos.....	32

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	8
1.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	9
2 REVISÃO DE LITERATURA	10
2.1 LINGUIÇA TOSCANA	10
2.2 QUALIDADE.....	10
2.3 PROCESSO	11
2.4 VARIABILIDADE	12
2.5 CONTROLE DE QUALIDADE.....	13
2.6 CONTROLE ESTATÍSTICO DE PROCESSO.....	14
2.6.1 Ferramentas da Qualidade.....	15
2.6.1.1 Fluxograma	15
2.6.1.2 Folha de verificação	16
2.6.1.3 Diagrama de causa-e-efeito.....	16
2.6.1.4 Histograma.....	17
2.6.1.5 Gráfico de pareto	18
2.6.1.6 Diagrama de dispersão	19
2.6.1.7 Gráfico de controle.....	20
3 MATERIAIS E MÉTODOS	22
3.1 DESCRIÇÃO DO PROCESSO	22
3.2 GRÁFICO DE CONTROLE	23
3.3 CAPACIDADE DO PROCESSO	27
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES	30
4.1 DADOS.....	30
4.2 ANÁLISE DO GRÁFICO DE CONTROLE.....	30
4.3 ANÁLISE DE CAPACIDADE DO PROCESSO DE PESAGEM.....	33
5 CONCLUSÃO	35
REFERÊNCIAS.....	36

1 INTRODUÇÃO

A realização de controles de qualidade nos processos industriais são de extrema importância para as empresas que queiram crescer no seu mercado, de forma a apresentar um produto confiável e que atenda as especificações dos clientes.

Uma característica utilizada para verificar a qualidade de muitos produtos, principalmente alimentícios, assim como a homogeneidade do processo produtivo do mesmo, é o peso.

A não conformidade desta característica do produto, acaba por lesar o consumidor, um dos principais pilares de sustentação de uma organização, além de acarretar para determinados produtos o não atendimento à legislação, e finalmente, a própria empresa, com a redução da qualidade, o aumento de custos, e a diminuição de sua reputação e credibilidade (CAMPOS, 2004).

Segundo Brasil (1999), podem ser aplicadas multas que variam de R\$ 100,00 (cem reais) até R\$ 1.500.000,00 (um milhão e quinhentos mil reais) às empresas que não estão atendendo a regulamentação técnica pertinente a produtos finais, como através da regulamentação técnica metrológica utilizada para verificação do conteúdo efetivo de produtos, definindo limites de aceitação para que não haja a venda de uma quantidade produto muito menor do que está informado na embalagem.

Estudo realizado na mesma área por Daminelli (2013), verificou-se que mesmo com a automatização da etapa de pesagem das embalagens finais, o processo não infringia regulamentações nem lesava clientes, mas sim a própria organização, através do embalamento de uma quantidade desnecessariamente maior do que estava especificado, gerando perdas.

Caso não haja um controle estatístico sendo executado corretamente no processo, as consequências de um produto final que não possua um peso em conformidade, podem não apresentar grandes efeitos a todos os envolvidos em curto prazo, por se tratar de uma pequena diferença por unidade de produto, mas no longo prazo estas diferenças são acumuladas, se tornando negativamente impactantes para todos.

Neste contexto, a análise de capacidade do processo de pesagem de linguiça toscana, verifica estatisticamente a partir de amostras do peso do produto

final, a capacidade do processo e se há variações no peso final da linguiça que possam estar ocorrendo e alterando a sua qualidade, sendo fundamental para ajudar a empresa em questão, a aperfeiçoar seu processo de fabricação através da utilização de ferramentas estatísticas, melhorando a qualidade do produto final de forma a não lesar o cliente e a própria empresa.

1.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

a) Verificar através de gráficos de controle a variabilidade do processo de pesagem da linguiça toscana de 1 quilograma;

b) Analisar a capacidade do processo de pesagem da linguiça toscana de 1 quilograma através do índice Cpk;

2 REVISÃO DE LITERATURA

Esta revisão de literatura apresentará tópicos relacionados ao produto resultado do processo estudado, qualidade, processo, variabilidade, controle de qualidade e controle estatístico de processo.

2.1 LINGUIÇA TOSCANA

A linguiça pode ser definida segundo Brasil (2000, p. 9), como: “produto cárneo industrializado, obtido de carnes de animais de açougue, adicionados ou não de tecidos adiposos, ingredientes, embutido em envoltório natural ou artificial, e submetido ao processo tecnológico adequado”. A composição da linguiça é feita por ingredientes obrigatórios e opcionais. Os obrigatórios são: carne das diferentes espécies de animais de açougue e sal. Já os opcionais são gordura, água, proteína animal e/ou vegetal, açúcares, plasma, aditivos intencionais, aromas, especiarias e condimentos.

De acordo com a composição de matéria-prima e sua técnica de fabricação, a linguiça classifica-se como toscana por ser um produto cru e curado obtido unicamente de carnes suína, acrescentada de gordura suína e ingredientes (BRASIL, 2000).

2.2 QUALIDADE

Segundo Juran (1992), não há uma única definição para a palavra qualidade, mas sim várias, destacando dois significados críticos para esta palavra: Desempenho do produto e ausência de deficiência, sendo importante haver uma unanimidade para qualquer outra definição.

A qualidade em um produto já não é mais considerada um diferencial, mas sim fundamental e um fator de decisão do consumidor, fazendo com que as

organizações invistam cada vez mais em programas de qualidade, pois geram ótima rentabilidade nas organizações, explicadas por uma melhora total da produtividade, diminuição dos custos relacionados a qualidade e aumento da competitividade (FEIGENBAUM, 1994).

A falta ou deficiência da qualidade causam desperdícios sérios como perdas nas vendas em razão da competitividade na qualidade, diversos custos devido à baixa qualidade gerando refugos, reclamações, retrabalhos entre outras, e ameaças à sociedade, uma vez que as indústrias produzem produtos que nos beneficiam de várias maneiras, sendo a qualidade o desempenho adequado e contínuo desses benefícios (JURAN, 1992).

O maior propósito das medidas da qualidade segundo Feigenbaum (1994), é definir o nível ou grau com o qual o serviço ou produto condiz à conciliação das características dos mesmos relacionados a engenharia, marketing, manutenção e produção, se adequarão às expectativas do cliente.

2.3 PROCESSO

De acordo com Juran (1992), pode-se definir processo como uma sequência ordenada de ações voltadas para o alcance de uma meta, e que sob condições de operação consiga responder aos clientes e suas necessidades já estabelecidas anteriormente. Essa definição pode ser aplicada à qualquer tipo de processo em todas as suas finalidades, incluindo instalações físicas e ações humanas, referentes ou não a fabricação.

Já Peinado e Graeml (2007), definem processo como atividades sequenciadas que são feitas da mesma maneira e de forma ordenada, resultando no serviço ou produto desejado. Os processos variam entre elementares e complexos e podem ser fragmentados, formando-se sub-processos.

Segundo Carvalho (2013), os elementos básicos de um processo são descritos no Quadro 1.

Elemento	Descrição
Fornecedores	Fornecem o insumo para o processo
Entradas	Energia, informação, matéria-prima
Etapas do processo	Atividades de transformação
Saídas	Resultados das transformações
Clientes	Requisitos do cliente

Quadro 1 - Elementos básicos de um processo

Fonte: Adaptado de Carvalho (2013).

Os processos podem receber análises para atividades novas, que ainda serão instituídas, ou para as que já existem, podendo-se tanto desenvolver uma operação nova mais eficiente quanto aprimorar as que já vem sendo executadas, não existindo processo que não possa ser perfeiçoado (PEINADO; GRAEML, 2007).

2.4 VARIABILIDADE

De acordo com Costa, Epprecht e Carpinetti (2010), a variabilidade nos processos corresponde a unidades produzidas com diferenças entre si, sendo as afirmações de que nenhuma peça possa ser produzida igualmente aceitas até hoje, mesmo com processos muito bem planejados e bem controlados.

Para Montgomery (2013), prefere-se definir qualidade como sendo inversamente proporcional à variabilidade, ou seja, a qualidade do produto irá aumentar caso a variabilidade das características importantes do mesmo diminuam, dessa forma eliminando o desperdício, isso significa, perda de tempo, dinheiro, e esforços relacionados à reparos, que são resultados de um processo com excessiva variabilidade.

Esses desperdícios são causas de variações na condição dos equipamentos de manufatura, materiais utilizados na fabricação, inspeção, e no método de trabalho, podendo-se explicar os processos como um agregado dessas causas (KUME, 1993).

Ainda segundo Costa, Epprecht e Carpinetti (2010), as causas podem ser divididas em dois tipos: causas aleatórias e causas especiais, sendo a primeira, pequenas perturbações que resultam em uma variabilidade natural, e que não permitem serem solucionadas, ou existem poucas coisas que possam ser feitas em relação a elas. Já as causas especiais são distúrbios maiores não naturais, e estão

fora dos padrões esperados, podendo assim, serem reparadas ou eliminadas.

Apenas havendo os termos estatísticos para poderem descrever a variabilidade, o controle estatístico de processo é uma das técnicas estatísticas utilizadas para análise e aperfeiçoamento do comportamento dos processos, proporcionando uma grande parte do impulso para a melhora da qualidade, e consequentemente a redução da variabilidade (MONTGOMERY, 2013).

2.5 CONTROLE DE QUALIDADE

Paladini (1990), explica controle de qualidade como um sistema complexo e flexível, compreendendo todos as áreas da fábrica com o propósito de melhorar a qualidade do produto final e sustentar esse progresso operando de forma aceitável economicamente. Estruturalmente é um sistema que desenvolve atividades preventivas a partir de oportunidades criadas pelo alcance de um bom nível de controle de qualidade.

Campos (2004), lista os fatores básicos para o ciclo e manutenção do controle da qualidade, dividindo-os em sete etapas conforme a Figura 1.

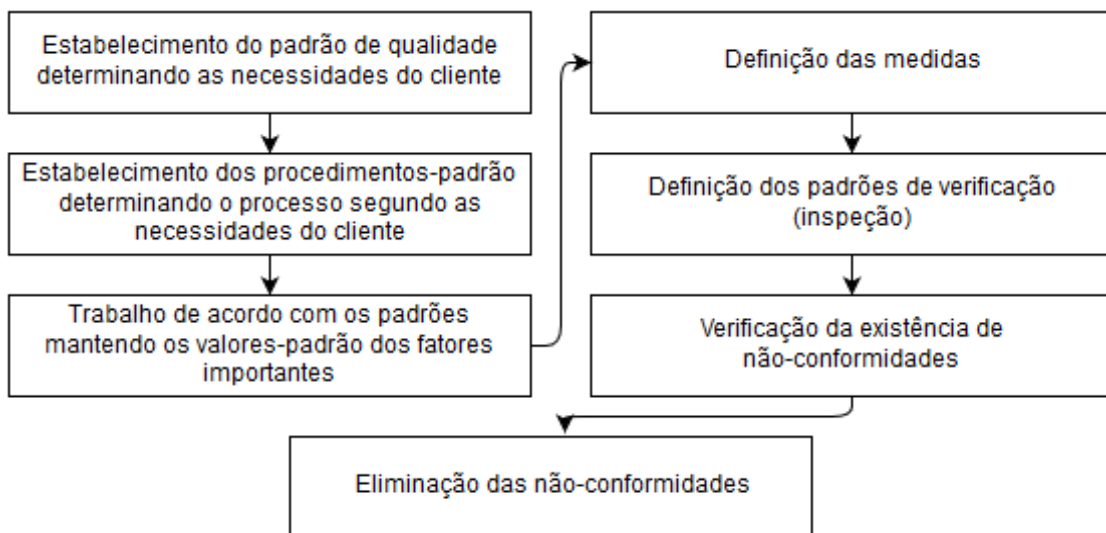


Figura 1 – Fluxograma do ciclo e manutenção do controle da qualidade
Fonte: Campos (2004).

Segundo Paladini (1990), algumas das principais vantagens ou as mais observadas do controle de qualidade são a melhoria na qualidade e projeto do produto, redução nas perdas de refugo e prazos de entrega, taxas maiores de

produtividade, aumento da reputação da empresa, entre outras. E nota-se que essas vantagens, que se identificam como as melhorias objetivadas pelo controle de qualidade, são estreitamente relacionadas o aprimoramento dos níveis de qualidade.

O sucesso de uma gestão é resultado de um controle efetivo desde o começo do projeto até a composição final e empacotamento do produto, de forma a atingir todas as fases importantes do processo de produção, apresentando sempre aspecto preventivo ao invés de corretivo (FEIGENBAUM, 1994).

2.6 CONTROLE ESTATÍSTICO DE PROCESSO

De acordo com Montgomery (2013), a qualidade de um produto não pode ser testada ou examinada, indicando que ele deve ser feito corretamente na primeira vez. Mas para isso é necessário que o processo utilizado para fabricar este produto esteja estável e dentro de suas características nominais ou alvo, e que todas as pessoas ligadas a ele ajudem a melhorá-lo continuamente diminuindo a variabilidade nos fatores-chave.

O controle estatístico de processo (CEP) é um conjunto de ferramentas de resolução de problemas que é essencial e de extrema relevância para o alcance desse propósito, melhorando primordialmente o custo, qualidade e produtividade da empresa, uma vez que é impactante sobre a produção, elaboração do processo e atividades de desenho do produto, se introduzido de forma sistemática.

Para Paladini (1990), a premissa do CEP é intervir no processo produtivo, evitando os defeitos de forma preventiva atacando-os na fonte, não importando de onde eles possam surgir. Além disso utiliza a Estatística, primordial para a análise e tratamento das informações obtidas do processo, e também para a empresa.

O CEP possui as chamadas “7 ferramentas” para resolução de problemas, podendo ser aplicadas a qualquer processo, segundo Montgomery (2013), elas são:

- 1) Fluxograma
- 2) Folha de verificação
- 3) Diagrama de causa-e-efeito
- 4) Histograma
- 5) Gráfico de Pareto

- 6) Diagrama de dispersão
- 7) Gráfico de controle

2.6.1 Ferramentas da Qualidade

Da literatura técnica, as sete ferramentas básicas da qualidade buscam ajudar a identificar, entender e eliminar distúrbios que interferem na qualidade final do serviço ou produto. De acordo com Peinado e Graeml (2007), especialistas declaram que utilizando apenas essas sete ferramentas, a grande parte dos problemas que as empresas enfrentam poderiam ser resolvidos, mostrando que mesmo sendo simples, também são poderosas, se utilizadas de forma correta.

2.6.1.1 Fluxograma

O fluxograma trata-se de uma ferramenta gráfica que representa a sequência dos passos de um processo por meio de símbolos, facilitando a visualização e entendimento da operação analisada.

Peinado e Graeml (2007), citam três situações onde fluxograma pode ser aplicado:

- a) Facilitar o discernimento do processo de trabalho
- b) Apresentar como o trabalho deve ser executado
- c) Padronizar o trabalho ou criar uma norma de procedimento

A utilização do fluxograma traz conhecimento de áreas com problemas, que não haviam sido percebidas anteriormente a construção do diagrama, fazendo com que os processos sejam muito melhor analisados e aperfeiçoados de uma maneira mais segura, simples e de fácil execução.

2.6.1.2 Folha de verificação

Nas primeiras etapas de aplicação do CEP, é necessário coletar dados para realização das análises. A folha de verificação auxiliará neste procedimento de coleta de dados.

É a ferramenta da qualidade mais simples que há, sendo mais utilizada para listagem e conferência de dados e fatos, organizando e apresentando-os em forma tabela ou quadro (PEINADO; GRAEML, 2007).

Para planejar uma folha de verificação, Montgomery (2013), cita que é importante definir claramente as informações úteis para reconhecimento das causas negativas estudadas, como o tipo de dado que será levantado, o analista, número da atividade, data, dentre outras, para não se gastar muitos esforços no levantamento das informações.

2.6.1.3 Diagrama de causa-e-efeito

Após defeitos ou problemas serem constatados, é necessário encontrar soluções para os mesmos, analisando as possíveis causas desses efeitos não esperados. Para essa situação de acordo com Montgomery (2013), o diagrama de cause-e-efeito, também chamado de diagrama Ishikawa ou espinha de peixe, é frequentemente utilizado para eliminar essas possíveis causas.

Essa representação gráfica é de grande auxílio no diagnóstico, aprofundamento, e apresentação das prováveis causas de um problema. Peinado e Graeml (2007), enfatizam que as causas levantadas, são apenas hipóteses, feitas geralmente através de uma técnica criativa de grupo, sendo necessário o teste uma a uma para haver a comprovação de interferência ou não na situação estudada.

Para Braz (2013), a ferramenta apresenta a ligação entre o resultado de uma atividade (sendo este o “efeito”), e as várias causas que provavelmente influenciaram a obtenção desse efeito.

O diagrama possui ramos principais, que podem empregar critérios diversos sem haver uma regra, entretanto existem seis critérios mais comumente

atribuídos à esses ramos principais, sendo eles: mão-de-obra, materiais (ou componentes), máquinas (ou equipamentos), métodos (procedimentos de controle ou de operação), meio ambiente, e medição. A representação do diagrama pode ser observada na Figura 2.

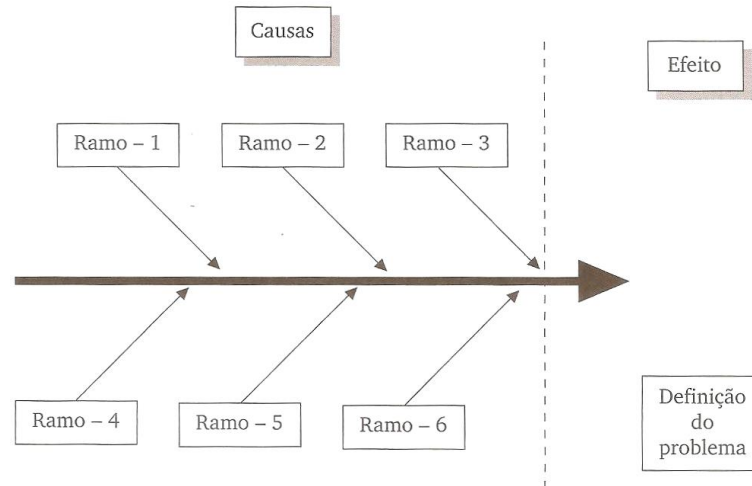


Figura 2 – Diagrama de causa-e-efeito
Fonte: Braz (2013).

A utilização dessa ferramenta faz com que o grupo que a utiliza não fique responsabilizando pessoas, mas sim trabalhando em conjunto para a resolução do problema enfrentado. Um diagrama bem detalhado também pode ajudar auxiliando na identificação e correção de defeitos (MONTGOMERY, 2013).

2.6.1.4 Histograma

Uma ferramenta de representação gráfica bastante comum no CEP, e que possui um propósito bastante claro: apresentar a frequência com que alguma coisa acontece (PEINADO; GRAEML, 2007).

O histograma é formado por agrupamentos de dados quantitativos em classes e frequências. Sua parte gráfica (Figura 3), segundo Braz (2013), possui retângulos com suas bases nos valores estudados, e sua altura determinada pela frequência de ocorrência dos elementos coletados dentro de uma faixa determinada pela base do retângulo, dessa forma possibilitando-nos a analisar a dispersão, valor central e forma de distribuição dos dados.

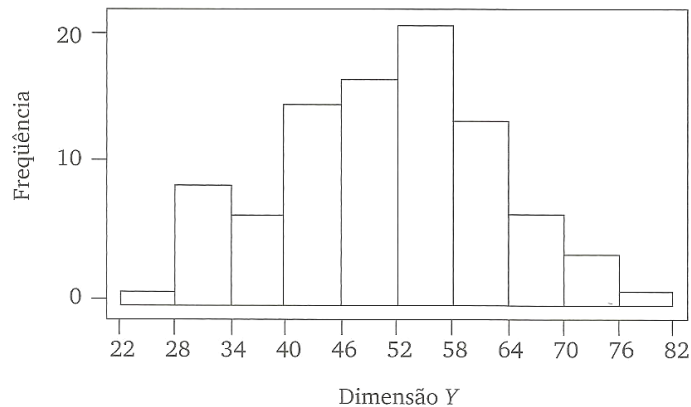


Figura 3 – Histograma
Fonte: Braz (2013).

2.6.1.5 Gráfico de Pareto

Desenvolvido pelo economista italiano Vilfredo Pareto (1848-1923), o gráfico de Pareto ajuda-nos a identificar defeitos vitais que geralmente são relacionados a poucas causas, e que resultam em perdas (KUME, 1993).

Segundo Montgomery (2013), essa ferramenta nada mais é que uma distribuição de frequência, ou histograma, mas difere-se pois aplica-se a variáveis discretas, e é formado por dados atribuídos e categorizados, de forma que o gráfico apresente através de barras verticais e no eixo vertical a frequência total de acontecimentos de cada defeito, e no eixo horizontal os diversos defeitos analisados, além da presença de uma curva de frequência acumulada, como observa-se na Figura 4, tornando-se de fácil e rápida visualização os defeitos que acontecem com mais regularidade. Dentre as sete principais ferramentas do CEP, o gráfico de Pareto é uma das mais úteis para o aperfeiçoamento da qualidade.

Para Kume (1993), o gráfico de Pareto propõe basicamente que apenas os pontos principais de defeitos sejam atacados, mas sugere que caso exista um defeito considerado de uma importância relativamente baixa, mas que possua uma simples solução para sua correção, deve-se então atacá-lo imediatamente.

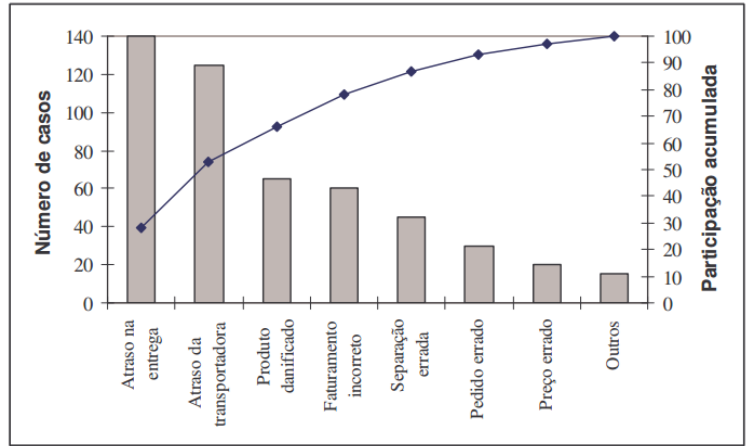


Figura 4 – Gráfico de Pareto
Fonte: Peinado e Graeml (2007).

2.6.1.6 Diagrama de dispersão

Este diagrama representa graficamente uma potencial relação entre duas variáveis que foram coletadas em pares, através da plotagem das mesmas de forma simultânea (MONTGOMERY, 2013).

Verifica-se através do gráfico (Figura 5), conforme Peinado e Graeml (2007), que se os pontos plotados estiverem mais juntos seguindo uma linha de tendência, as variáveis em estudo possuem um certo grau de relação entre si, de forma que quanto mais agrupados os pontos estiverem, maior é a relação entre as variáveis. Caso os pontos estiverem dispostos de forma dispersa, não há relação entre as variáveis, ou ela é insignificante.

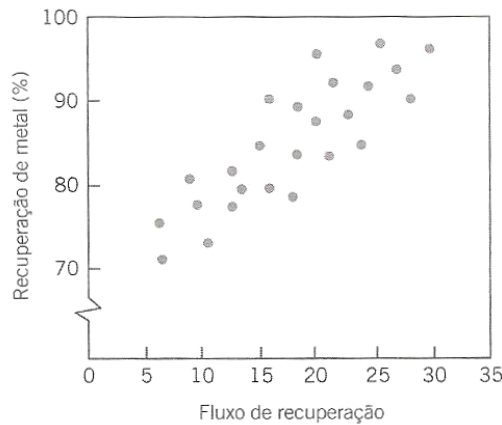


Figura 5 – Diagrama de dispersão
Fonte: Montgomery (2013).

2.6.1.7 Gráfico de controle

Apresentado inicialmente pelo Dr. Walter S. Shewhart, e também chamado de gráfico de controle de Shewhart (Figura 6), é uma das ferramentas mais relevantes do CEP e a principal para monitoramento de processos, buscando identificar causas especiais presenciadas em processos que são monitorados permanentemente (COSTA; EPPRECHT; CARPINETTI, 2010).

Segundo Ramos (2013), os gráficos de controle tem como propósito verificar se o processo se mantém com um comportamento previsível (ou estável), ou se é preciso realizar modificações no procedimento. Há duas categorias de gráficos de controle:

- a) Variáveis: Características do qual o valor provém de algum tipo de medição, como comprimento, peso, tempo, etc.
- b) Atributos: Características do qual o resultado provém de uma contagem ou classificação, como números de erro, números de defeito, etc.

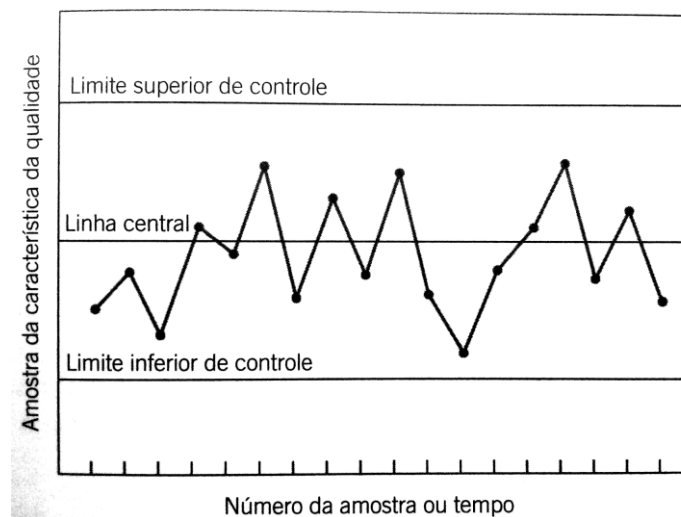


Figura 6 – Gráfico de controle
Fonte: Montgomery (2013).

Os gráficos de controle por variáveis são muito utilizados, monitorando o valor médio e também a variabilidade da característica da qualidade estudada. A variabilidade é usualmente analisada pelo gráfico de controle para amplitude, ou também denominado gráfico de R. Já o controle de média é realizado geralmente por

meio do gráfico de \bar{X} , podendo ser chamado de gráfico de controle de médias. Esses dois gráficos são uns dos mais relevantes a serem utilizados para monitoramento e controle de processos (MONTGOMERY, 2013).

3 MATERIAIS E MÉTODOS

A presente pesquisa classifica-se como sendo de natureza aplicada, pois foca-se em adquirir conhecimentos voltados para aplicação prática, conduzida à resolução de um problema em específico (KAUARK; MANHÃES; MEDEIROS, 2010).

O problema em questão pode ser abordado pela pesquisa tanto quantitativamente como qualitativamente. De forma quantitativa pela utilização de números como informações a serem analisadas e classificadas através de técnicas estatísticas, e de forma qualitativa, por interpretar fenômenos e coletar dados sem o uso de métodos e técnicas, uma vez que não podem ser traduzidos em números, analisando-os de forma indutiva (KAUARK; MANHÃES; MEDEIROS, 2010).

Com relação aos objetivos pode-se classificar a pesquisa como descritiva, pois objetiva descrever as características de determinada população, e detectar potenciais relações entre as variáveis, sendo realizada com objetivos profissionais (GIL, 2010).

Para a realização do trabalho, utilizou-se o software estatístico Statistica 11.0, com o qual fez-se o processamento dos dados coletados.

A unidade industrial de abate e processamento de suínos selecionada para realização da pesquisa localiza-se na região oeste do estado do Paraná. Considerada de grande porte, ela possui cerca de 6500 funcionários e possui uma capacidade para produzir mais de 15 mil toneladas de alimentos ao mês.

3.1 DESCRIÇÃO DO PROCESSO

O processo foco de estudo inicia com a chegada da matéria-prima, que são retalhos magros de suíno já adicionados da porção certa de toucinho suíno, na etapa de pesagem. Esta primeira pesagem é necessária uma vez que o preparo da carne é por batelada. Na sequência há a moagem desses retalhos, para depois serem direcionados a etapa de mistura, onde são adicionados os ingredientes já prontos e na quantidade correta a carne, misturando-os por cinco minutos. Alguns dos ingredientes adicionados são: malto dextrina, antioxidantes e ácido, conservante,

proteína de colágeno, corante, dentre outros.

Após, a carne é levada a uma câmara fria para etapa de cura, na qual permanece em repouso por quatro horas até que as reações químicas necessárias aconteçam entre a carne e os ingredientes misturados. Depois da cura, o produto é levado para o embutimento, realizado de forma automatizada tanto o preenchimento das tripas como a formação dos doze gomos.

A linguiça com doze gomos é colocada manualmente na embalagem plástica, que é levada para a máquina de embalagem a vácuo. Depois de embalada, há a pesagem do produto final para verificar a conformidade com o peso de 1 kg. Finalmente, o produto é colocado na esteira que segue até o congelamento.

O fluxograma do processo é apresentado na Figura 7.

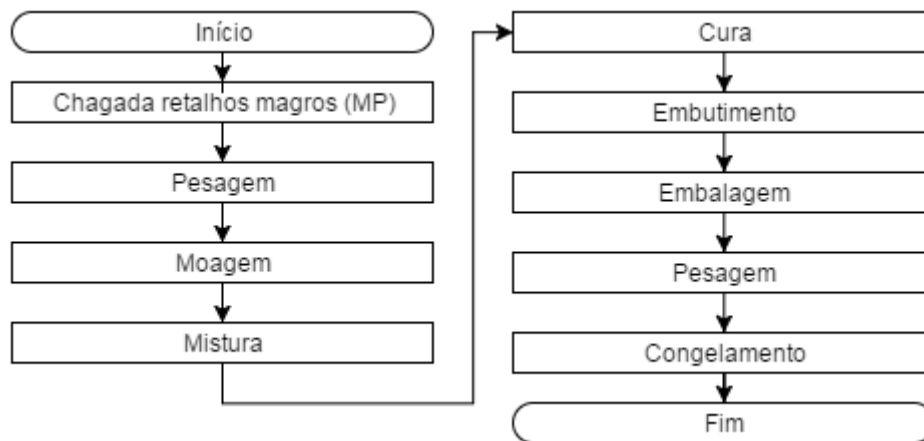


Figura 7 – Fluxo do processo de fabricação de linguiça toscana 1 kg
 Fonte: Autoria própria.

3.2 GRÁFICO DE CONTROLE

De acordo com Ramos (2013), gráfico de controle consiste na plotagem de amostras ordenadas no tempo, que são entendidas através de linhas horizontais, possuindo uma linha central (LC) ou também denominada linha média (LM), além de outras duas linhas chamadas de limite superior de controle (LSC) e limite inferior de controle (LIC), (Figura 8).

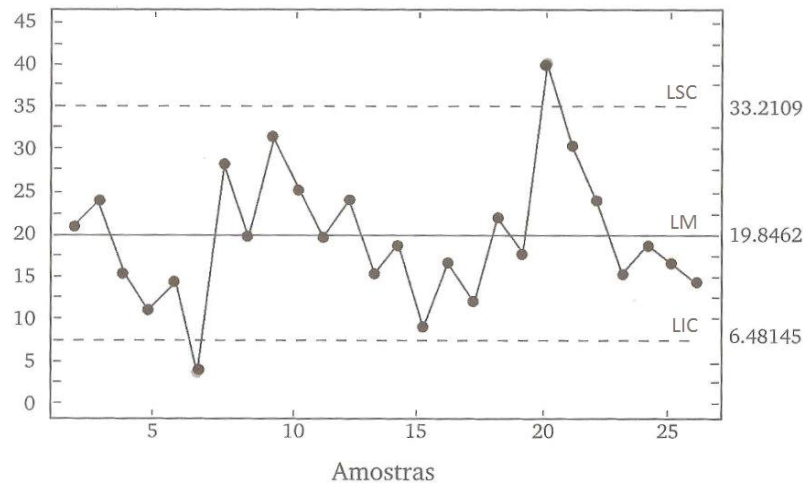


Figura 8 – Gráfico de controle
Fonte: Ramos (2013).

Para amostras de tamanho $n = 1$, o gráfico de \bar{X} é substituído pelo gráfico de Observações Individuais (gráfico de X), e o gráfico de R é substituído pelo de Amplitude Móvel (gráfico de MR). Sendo a LM para o gráfico de X a média geral μ_0 do processo, e os limites tanto superior quanto inferior de controle distando $3\sigma_0$ da LM , onde σ_0 é o desvio-padrão de X no momento que o mesmo não possui causas especiais (COSTA; EPPRECHT; CARPINETTI, 2010).

Estima-se o desvio-padrão (σ_0) e a média (μ_0) do processo para um conjunto de m amostras através das equações presentes na Figura 9.

$$\hat{\mu}_0 = \bar{X} = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m x_i$$

$$\hat{\sigma}_0 = S_D = \frac{\overline{MR}}{d_2}$$

onde:

$$\overline{MR} = \frac{\sum_{i=2}^m MR_i}{m-1}$$

média (μ_0)

Figura 9 – Equações para estimar desvio-padrão (σ_0) e a
Fonte: Costa, Epprecht e Carpinetti (2010).

Sendo o valor de d_2 o mesmo valor para $n = 2$, ou seja, $d_2 = 1,128$, pois a amplitude móvel corresponde à amplitude de um par de observações (COSTA; EPPRECHT; CARPINETTI, 2010).

Para o cálculo dos limites de controle do gráfico de X e MR são utilizadas as equações apresentadas na Figura 10 e Figura 11, respectivamente.

$$\begin{aligned} LSC_X &= \hat{\mu}_0 + 3\hat{\sigma}_0 \\ LM_X &= \hat{\mu}_0 \\ LIC_X &= \hat{\mu}_0 - 3\hat{\sigma}_0 \end{aligned}$$

Figura 10 – Equações dos limites de controle para o gráfico X
Fonte: Costa, Epprecht e Carpinetti (2010).

$$\begin{aligned} LSC_{MR} &= \hat{\mu}_{MR} + 3\hat{\sigma}_{MR} \\ LM_{MR} &= \hat{\mu}_{MR} \\ LIC_{MR} &= 0 \end{aligned}$$

Figura 11 – Equações dos limites de controle para o gráfico MR
Fonte: Adaptado de Costa, Epprecht e Carpinetti (2010).

Onde os estimadores usuais para o cálculo dos limites de controle para o gráfico MR correspondem aos presentes na Figura 12.

$$\begin{aligned} \hat{\mu}_{MR} &= d_2\hat{\sigma}_0 \\ \hat{\sigma}_{MR} &= d_3\hat{\sigma}_0 \end{aligned}$$

para o gráfico MR

Figura 12 – Estimadores desvio-padrão (σ_0) e a média (μ_0)

Fonte: Costa, Epprecht e Carpinetti (2010).

De acordo com Montgomery (2001), o processo está fora de controle se tiver:

- 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 4);
- 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);
- h) 8 pontos consecutivos na zona B.

As zonas do gráfico de controle podem ser observadas na Figura 13.

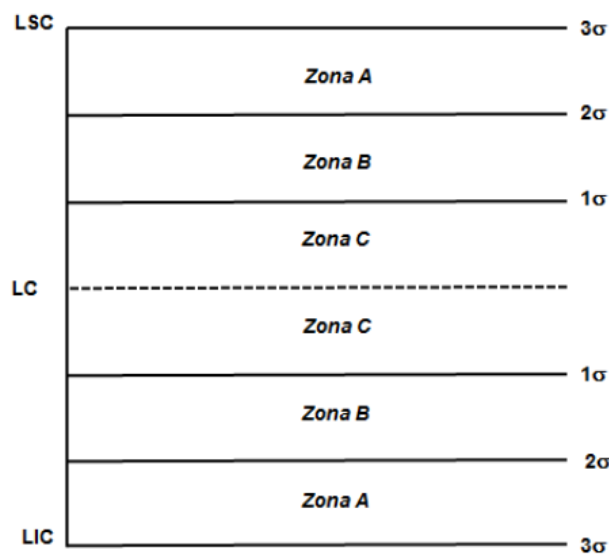


Figura 13 – Zonas A, B e C do gráfico de controle
 Fonte: Oliveira et al. (2013).

De acordo com Paladini (1990), a representação das variações pelos gráficos de controle, podem não só apenas nos mostrar que há variabilidade no processo e que devemos atacá-la, mas também determinar em alguns casos, já o tipo de causa que está gerando os problemas.

Montgomery (2013), apresenta cinco razões principais para os gráficos de controle serem largamente utilizados:

- a) Técnica comprovada para a melhoria da produtividade
- b) Eficaz na prevenção de defeitos
- c) Evita o ajuste desnecessário do processo
- d) Fornece informação de diagnóstico
- e) Fornece informação sobre a capacidade do processo

Apresenta também na Figura 14, como um processo é melhorado utilizando o gráfico de controle.

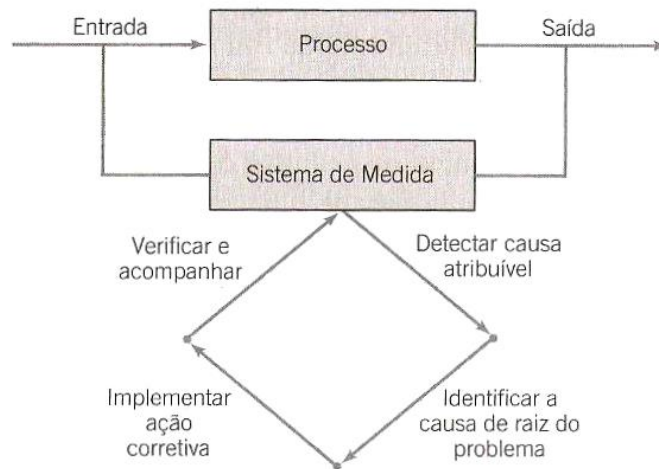


Figura 14 – Aperfeiçoamento do processo utilizando gráfico de controle
Fonte: Montgomery (2013).

3.3 CAPACIDADE DO PROCESSO

A capacidade de processo, ou também expressa por *capabilidade* de processos, refere-se à um processo que está agindo especificamente, isto é, se ele é capaz de produzir corretamente de acordo com que foi especificado pelo cliente (COSTA; EPPRECHT; CARPINETTI, 2010).

Carvalho (2013), mostra que há uma diferença entre controle estatístico e estudo de capacidade, sendo o primeiro proposto à monitorar e compreender ao longo do tempo a estabilidade do processo. Já o estudo de capacidade, objetiva descobrir se o processo está prestando serviço ou produzindo itens conformes, ou seja, de acordo com as determinações feitas pelos clientes, independentemente do processo estar sob controle (estável).

Uma vez conhecidas as especificações do produto ou serviço, pode-se calcular o índice de capacidade de processo. Para este trabalho foi calculado o índice de capacidade de processo C_{pk} .

A Figura 15 ilustra o cálculo do índice C_{pk} .

$$C_{pk} = \min \left(\frac{LSE - \mu}{3\sigma} ; \frac{\mu - LIE}{3\sigma} \right)$$

Em que:

- μ é a média do processo
- σ é o desvio-padrão do processo
- LSE é o limite superior de especificação
- LIE é o limite inferior de especificação

Figura 15 – Índice C_{pk}
Fonte: Carvalho (2013).

Onde o índice C_{pk} avalia se o processo está centrado.

Montgomery (2013), apresenta graficamente o comportamento do índice C_{pk} (Figura 16).

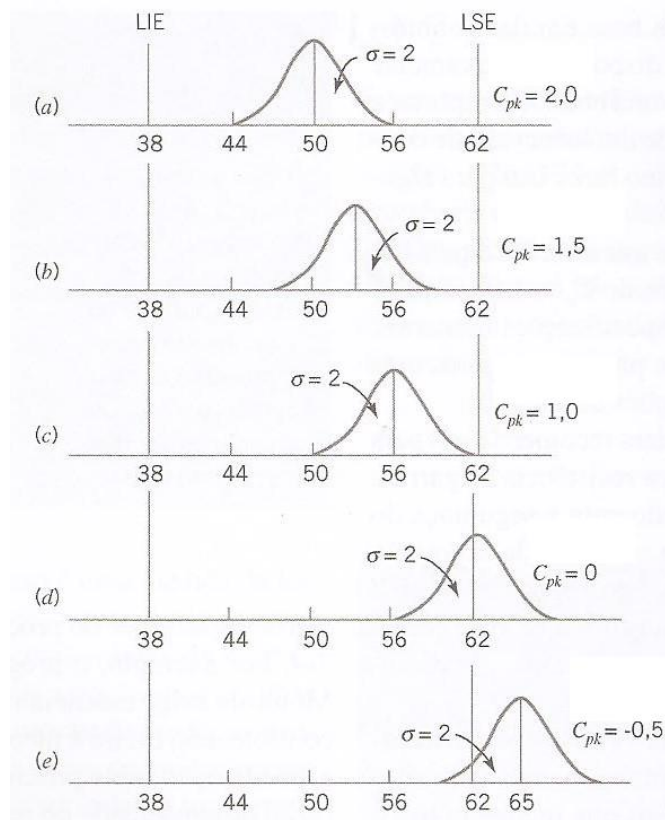


Figura 16 – Comportamento do índice C_{pk}
Fonte: Adaptado de Montgomery (2013).

Para classificar o processo através dos índices encontrados, utiliza-se o Quadro 2.

Classificação	Valor de C_{pk}
Capaz	$\geq 1,33$
Razoavelmente capaz	$1 \leq C_{pk} \leq 1,33$
Incapaz	< 1

Quadro 2 – Classificação do processo com relação a sua capacidade
Fonte: Adaptado de Costa, Epprecht e Carpinetti (2010).

Segundo Paladini (1990), após o estudo da capacidade de processos ser feito, são obtidos resultados fundamentais para tomar conhecimento se há, ou não, a necessidade de alterar o processo em questão. A seguir algumas informações obtidas através do estudo da capacidade:

- a) Se o processo é uniforme ou não;
- b) Se o processo consegue cumprir a especificações;
- c) Como o processo varia;
- d) As propensões naturais do processo;

O estudo da capacidade é contínuo, no entanto finito, pois chega a um ponto que as informações do processo obtidas por ele já não são relevantes. É de grande utilização nas áreas de Gerência de Produção, Engenharia de Processos, Fabricação e Controle em geral (PALADINI, 1990).

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

A seguir será discutido a aplicação das ferramentas estatísticas gráfico de controle e cálculo de capacidade de processo, apresentadas no Tópico 2 (Revisão de Literatura) e Tópico 3 (Materiais e métodos).

4.1 DADOS

Para realização das análises, tanto pelo gráfico de controle quanto de capacidade, foram coletadas 66 pesos (Quadro 3) do produto final (linguiça toscana), de forma sequencial conforme foram produzidas. Os pesos foram informados por uma balança digital, com uma precisão capaz de informar valores com três casas decimais. A Figura 17 apresenta o fluxograma detalhado da pesagem.

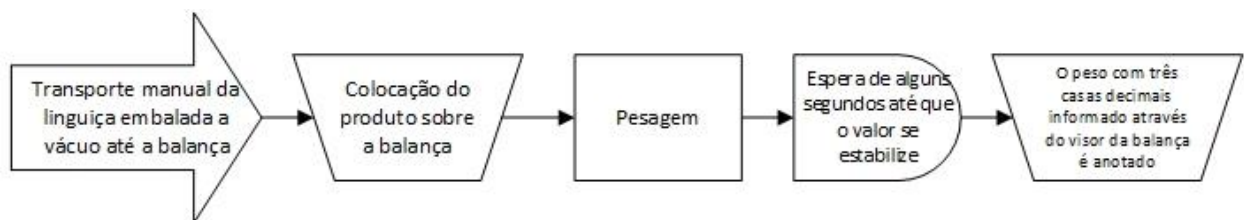


Figura 17 - Fluxograma do processo de pesagem
 Fonte: Autoria própria.

1	1.04	12	1.026	23	1.028	34	1.034	45	1.026	56	1.026
2	1.04	13	0.988	24	1.03	35	1.028	46	1.02	57	1.032
3	1.026	14	0.988	25	1.03	36	1.03	47	1.03	58	1.014
4	1.032	15	1.032	26	1.026	37	1.024	48	1.024	59	1.032
5	1.04	16	1.03	27	1.024	38	1.026	49	1.026	60	1.022
6	1.034	17	1.038	28	1.04	39	1.028	50	1.028	61	1.032
7	1.036	18	1.036	29	1.024	40	1.028	51	1.034	62	1.022
8	1.034	19	1.032	30	1.032	41	1.026	52	1.024	63	1.026
9	1.03	20	1.028	31	1.022	42	1.032	53	1.024	64	1.024
10	1.034	21	1.028	32	1.03	43	1.032	54	1.02	65	1.026
11	1.042	22	1.038	33	1.04	44	1.024	55	1.03	66	1.03

Quadro 3 – Amostras de peso em quilograma(kg) do produto final coletadas
 Fonte: Autoria própria.

4.2 ANÁLISE DO GRÁFICO DE CONTROLE

Primeiramente foi construído através do software Statistica 11.0 o gráfico de controle de X e também o de MR (Figura 18), para verificar se há presença de variabilidade não natural, ou seja, se há causas especiais.

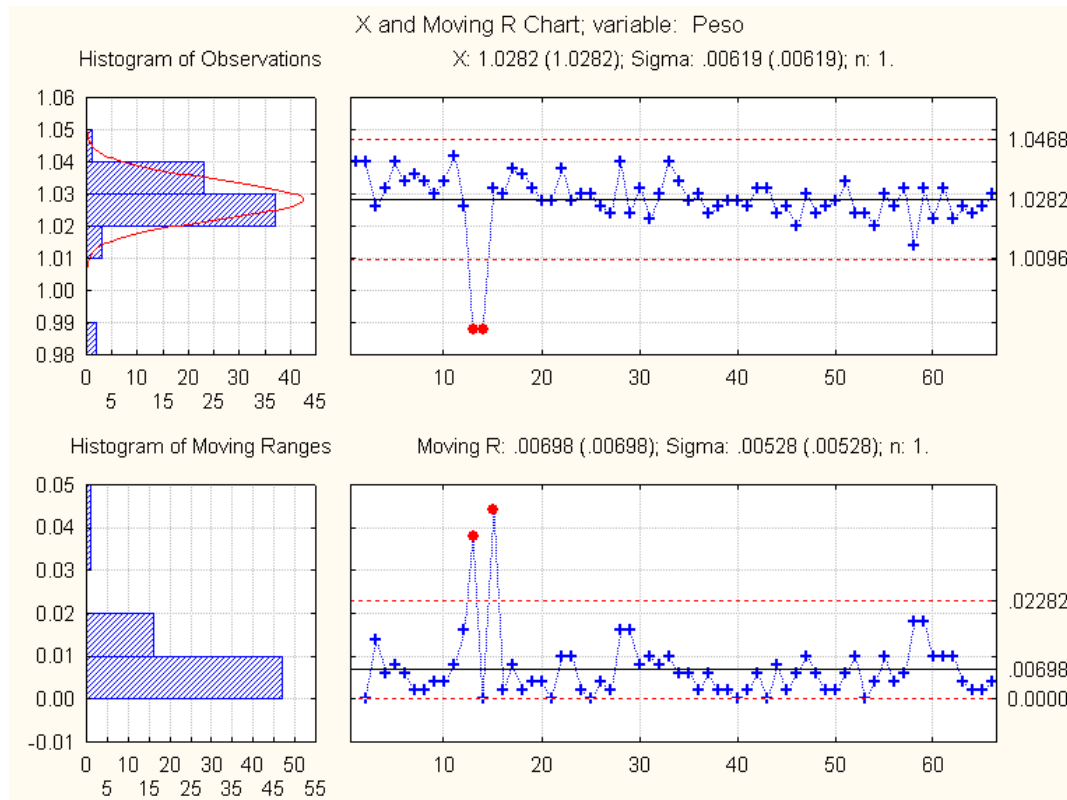


Figura 18 – Gráfico de X e de MR dos dados coletados
Fonte: Autoria própria.

Observou-se no gráfico de X, dois pontos abaixo do limite inferior de controle (LIC), indicando a presença de duas causas especiais, que foram identificadas, sendo elas causadas pela falta de carne na embutidora, que injetou na tripa menos carne que o normal pelo fato de possuir pouca dentro da embutidora naquele momento.

Em seguida os gráficos foram refeitos (Figura 19), não incluindo os dois pontos que estavam abaixo do limite inferior de controle, pois de acordo com Costa, Epprecht e Carpinetti (2010), após identificadas as causas dos pontos discrepantes, os gráficos podem ser refeitos sem os mesmos, para próximas análises.

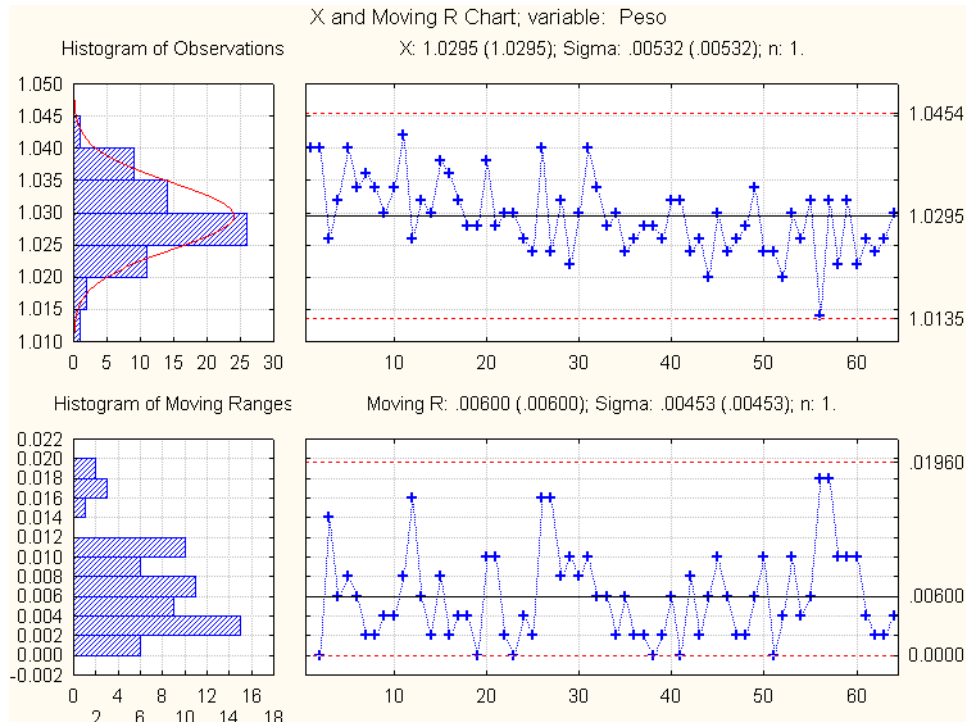


Figura 19 – Gráfico X e MR isento de causas especiais
Fonte: Autoria própria.

A partir da Figura 19, nota-se que o processo possuiu uma variabilidade natural, e que os dados possuíram comportamento aleatório dentro dos limites calculados, indicando que outros padrões de não-aleatoriedade já podem ser analisados, como foi apresentado no Quadro 4, através de testes que verificaram os comportamentos citados no Tópico 3.2 (Gráfico de controle).

Zonas A/B/C: 3.000/2.000/1.000	LC: 1.029469 Sigma: 0.005317
9 pontos consecutivos na zona C ou no mesmo lado do LC	Sem causa especial (OK)
6 pontos consecutivos, todos aumentando ou todos diminuindo	Sem causa especial (OK)
14 pontos consecutivos alternando para cima e para baixo	Sem causa especial (OK)
2 de 3 pontos consecutivos na zona A ou além dela	Sem causa especial (OK)
4 de 5 pontos consecutivos na zona B ou além dela	Sem causa especial (OK)
15 pontos consecutivos na zona C	Sem causa especial (OK)
8 pontos consecutivos na zona B	Sem causa especial (OK)

Quadro 4 - Análise de padrões de não-aleatoriedade dos pesos
Fonte: Autoria própria.

Como tratou-se de dados individuais necessitou-se verificar a normalidade dos mesmos (Figura 21). Para isso utilizou-se o teste de Shapiro-Wilk, que mostrou

que os dados possuem uma distribuição normal, pois o p-valor de 0.1341 obtido, é maior que 0.05, indicando com um nível de significância de 5% que a amostra provém de uma população normal.

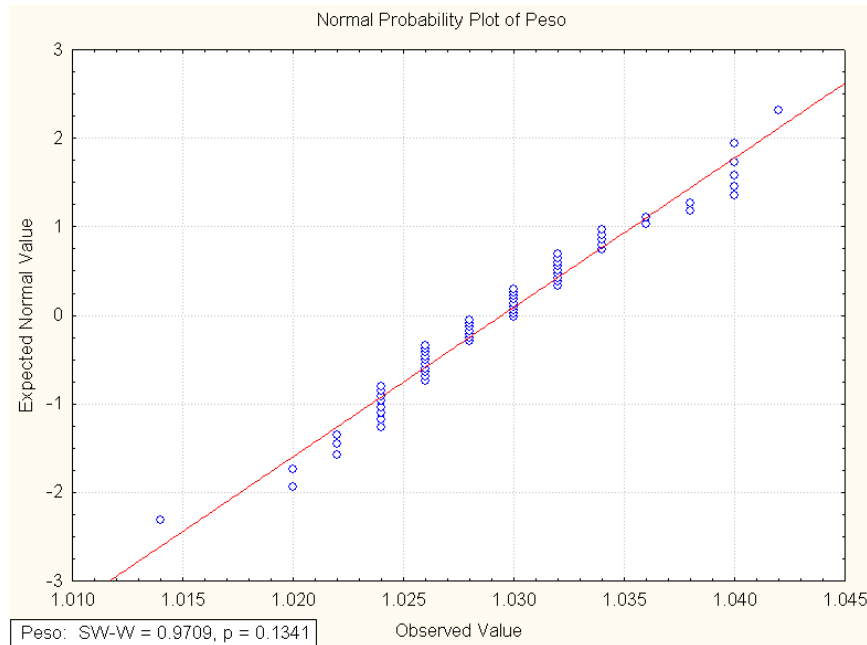


Figura 20 – Normalidade indicada pela distribuição dos dados em torno da reta
Fonte: Autoria própria.

4.3 ANÁLISE DE CAPACIDADE DO PROCESSO DE PESAGEM

Após o processo ser constatado como estável, foi calculada a capacidade do processo de pesagem da linguiça toscana de 1 kg (produto final), para verificar o atendimento aos limites especificados pela legislação e pela empresa.

Segundo Portaria do Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (INMETRO) nº 248 de 17 de julho de 2008, página 4, a tolerância individual da característica da qualidade peso permitida para um produto que possui conteúdo nominal de 1000 gramas, é de no máximo 15 gramas, ou seja, o peso mínimo admissível que o produto final em questão pode ter é de 985 gramas, valor este que foi definido como o limite inferior de especificação (LIE) para o cálculo de capacidade.

Já o limite superior de especificação (LSE), fica a critério da empresa, que

opta pelo peso de 1050 gramas. O valor do índice de capacidade C_{pk} calculado e o histograma do processo de pesagem de linguiça toscana apresenta-se na Figura 22.

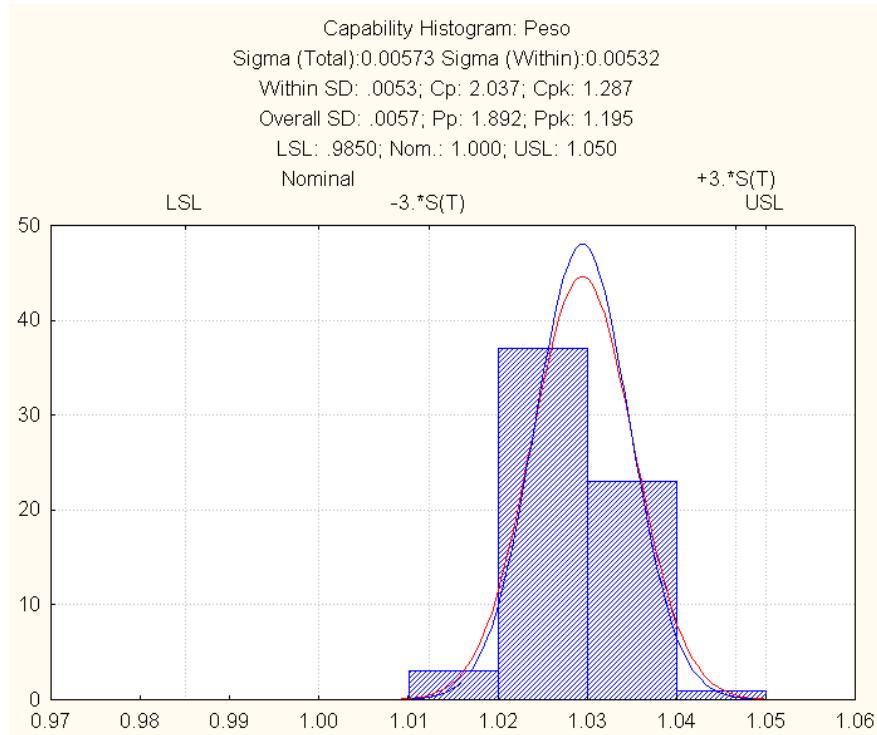


Figura 21 - Histograma e Índice de Capacidade C_{pk}
Fonte – Autoria própria.

O índice C_{pk} calculado é igual a 1.287, valor que de acordo com o Quadro 2, está entre 1 e 1.33, indicando que o processo de pesagem de linguiça toscana é razoavelmente capaz, apenas não sendo totalmente capaz, por excesso de produto e não pela falta do mesmo.

5 CONCLUSÃO

No presente trabalho foi apresentado a aplicação de ferramentas para análise e verificação de variabilidade dos pesos das embalagens finais de linguiça toscana de 1kg de um frigorífico localizado na região oeste do estado do Paraná.

Na análise inicial através do gráfico de controle notou-se a não estabilidade do processo estudado, pela presença de causas especiais. Após identificadas, e então eliminadas, os gráficos foram refeitos para uma posterior análise de aleatoriedade dos dados, tendo como resposta um processo sem causas especiais, possuindo dados normais. Em seguida observou-se que o índice C_{pk} calculado foi superior a um, concluindo-se que é um processo razoavelmente capaz, e está dentro das especificações tanto da legislação quanto da empresa com relação ao peso de seu produto (linguiça toscana 1kg).

Apesar das duas causas especiais identificadas, conclui-se que o processo de pesagem é estável, consequência do peso do produto ser baixo (apenas um quilograma), e principalmente pelo processo ser em sua grande parte automatizado, mostrando a importância da automatização de determinadas etapas ou até do processo inteiro, para que se obtenha maior produtividade e principalmente estabilidade, que resultam na fabricação de produtos com qualidade.

REFERÊNCIAS

BRASIL. **Instrução normativa Nº 4**, de 31 de março de 2000. Ministério Da Agricultura E Do Abastecimento Secretaria De Defesa Agropecuária. Disponível em: <<http://sistemasweb.agricultura.gov.br/sislegis/action/detalhaAto.do?method=gravarAtoPDF&tipo=INM&numeroAto=00000004&seqAto=000&valorAno=2000&orgao=SDA/MAPA&codTipo=&desltem=&desltemFim=>>. Acesso em: 13 de mai. 2016.

BRASIL. **Lei Nº 9.933**, de 20 de Dezembro de 1999. Presidência da República Casa Civil Subchefia para Assuntos Jurídicos. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9933.htm>. Acesso em: 12 de mai. 2016.

BRASIL. **Regulamento técnico metrológico portaria INMETRO Nº 248**, de 17 de julho de 2008. Ministério Do Desenvolvimento, Indústria E Comércio Exterior. Disponível em: <www.inmetro.gov.br/legislacao/rtac/pdf/RTAC001339.pdf>. Acesso em: 02 de ago. 2016.

BRAZ, M. A. Ferramentas e gráficos básicos. In: ROTONDARO, R. G. **Seis Sigma: Estratégia gerencial para a melhoria de processos, produtos e serviços**. São Paulo: Atlas, 2013.

CAMPOS, V. F. **TQC: Controle da Qualidade Total (no estilo japonês)**. 8. ed. Nova Lima: Falconi, 2004. 256 p.

CARVALHO, M. M. Medindo o sigma do processo. In: ROTONDARO, R. G. **Seis Sigma: Estratégia gerencial para a melhoria de processos, produtos e serviços**. São Paulo: Atlas, 2013.

CARVALHO, M. M. Selecionando projetos seis sigma. In: ROTONDARO, R. G. **Seis Sigma: Estratégia gerencial para a melhoria de processos, produtos e serviços**. São Paulo: Atlas, 2013.

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

DAMINELLI, L. M. **Análise do peso do biscoito laminado: Aplicação do controle estatístico do processo**. 2013. 55 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia de Produção, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, 2013.

FEIGENBAUM, A. V. **Controle da qualidade total: Gestão e sistemas.** São Paulo: Makron Books, 1994.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa.** 5. ed. São Paulo: Atlas, 2010. 184 p.

JURAN, J. M. **Juran planejando para a qualidade.** 2. ed. São Paulo: Pioneira, 1992.

KAUARK, F. S.; MANHÃES, F. C.; MEDEIROS, C. H. **Metodologia da pesquisa: Um guia prático.** Itabuna: Via Litterarum, 2010. 88 p.

KUME, H. **Métodos estatísticos para melhoria da qualidade.** São Paulo: Gente, 1993.

MONTGOMERY, D. C. **Introdução ao controle estatístico da qualidade.** 4. ed. Rio de Janeiro: Ltc, 2013. 513 p.

OLIVEIRA, Camila Cardoso de et al. **Manual para elaboração de cartas de controle para monitoramento de processos de medição quantitativos em laboratórios de ensaio.** São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2013. 73 p. Disponível em: <http://www.ial.sp.gov.br/resources/editorinplace/ial/2016_3_19/manual-carta-controle_ial_2013.pdf>. Acesso em: 02 ago. 2016.

PALADINI, E. P. **Controle de qualidade: Uma abordagem abrangente.** São Paulo: Atlas, 1990. 239 p.

PEINADO, J.; GRAEML, A. R.. **Administração da produção: Operações industriais e de serviços.** Curitiba: Unicenp, 2007. 750 p.

RAMOS, A. W. Mantendo o processo sob controle. In: ROTONDARO, R. G. **Seis Sigma: Estratégia gerencial para a melhoria de processos, produtos e serviços.** São Paulo: Atlas, 2013.