

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA  
CENTRO DE CIÊNCIAS NATURAIS E EXATAS  
CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM ESTATÍSTICA E MODELAGEM  
QUANTITATIVA

**Bruna Dezordi**

**CONTROLE ESTATÍSTICO DE PROCESSOS APLICADO À TECNOLOGIA DE  
CONGELAMENTO INDUSTRIAL RÁPIDO DE UMA AGROINDÚSTRIA BOVINA  
DA REGIÃO CENTRAL DO RIO GRANDE DO SUL**

Santa Maria, RS  
2022

Bruna Dezordi

**CONTROLE ESTATÍSTICO DE PROCESSOS APLICADO À TECNOLOGIA DE  
CONGELAMENTO INDUSTRIAL RÁPIDO DE UMA AGROINDÚSTRIA BOVINA  
DA REGIÃO CENTRAL DO RIO GRANDE DO SUL**

Monografia apresentada ao Curso de Especialização em Estatística e Modelagem Quantitativa, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para a obtenção do título de Especialista em Estatística e Modelagem Quantitativa

Orientadora: Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Luciane Flores Jacobi

Santa Maria, RS  
2022

Bruna Dezordi

**CONTROLE ESTATÍSTICO DE PROCESSOS APLICADO À TECNOLOGIA DE  
CONGELAMENTO INDUSTRIAL RÁPIDO DE UMA AGROINDÚSTRIA BOVINA  
DA REGIÃO CENTRAL DO RIO GRANDE DO SUL**

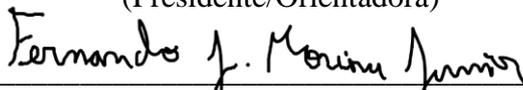
Monografia apresentada ao Curso de Especialização em Estatística e Modelagem Quantitativa, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para a obtenção do título de **Especialista em Estatística e Modelagem Quantitativa**

Aprovada em 03 de maio de 2022.



---

**Luciane Flores Jacobi, Dr.<sup>a</sup>. (UFSM)**  
(Presidente/Orientadora)



---

**Fernando de Jesus Moreira Júnior, Dr. (UFSM)**



---

**Vanessa Siqueira Peres da Silva, Dr.<sup>a</sup>. (UFSM)**

Santa Maria, RS  
2022

## RESUMO

### CONTROLE ESTATÍSTICO DE PROCESSOS APLICADO À TECNOLOGIA DE CONGELAMENTO INDUSTRIAL RÁPIDO DE UMA AGROINDÚSTRIA BOVINA DA REGIÃO CENTRAL DO RIO GRANDE DO SUL

AUTOR: Bruna Dezordi

ORIENTADORA: Luciane Flores Jacobi

A grande competitividade existente no mercado impulsiona as indústrias para uma otimização constante de seus processos produtivos. Busca-se cada vez mais a padronização dos produtos, redução de custos e aumento da produtividade, através da utilização de ferramentas de melhoria e com a introdução de inovações tecnológicas. As empresas, adotam frequentemente conjuntos de técnicas e ferramentas que auxiliam na busca incessante por qualidade, como por exemplo o Controle Estatístico de Processos (CEP). O presente trabalho teve como objetivo aplicar o CEP à tecnologia de congelamento industrial rápido em uma agroindústria bovina da região central do Rio Grande do Sul, com o auxílio de ferramentas estatísticas. A finalidade foi acompanhar o processo de embalagem dos cortes e evitar gastos desnecessários e, por consequência, auxiliar na lucratividade da indústria. Trata-se de uma pesquisa aplicada e quantitativa. O acompanhamento *in loco* ocorreu no período de dezembro de 2019 a outubro de 2020. Inicialmente construiu-se uma folha de verificação que possibilitou o levantamento dos dados para realização do estudo. Para identificação do principal gargalo produtivo construiu-se um gráfico de Pareto, o qual constatou que o zip, utilizado para abrir e fechar as embalagens, fora de posição era o maior responsável pelas quebras (30,5%) de filme, ou seja, pelo desperdício de embalagem e atrasos de produção. Visando minimizar o percentual de quebras causadas, foi construído um gráfico de controle para a proporção de embalagens com defeitos causados devido às falhas com zip. Com auxílio do gráfico de controle, observou-se que conforme os problemas levantados pela folha de verificação foram sendo sanados pela empresa o processo ganhou estabilidade e a proporção de embalagens com defeito reduziu significativamente. A partir dos resultados comprovou-se que a utilização de ferramentas da qualidade na linha de produção permitiu reduzir custos, obter a previsibilidade do processo auxiliando na padronização e qualidade dos produtos, contribuindo, dessa forma, para o lucro da empresa.

**Palavras-chave:** Carne bovina. Controle estatístico de qualidade. Indústria agropecuária. Gráfico de controle. Folha de verificação.

## ABSTRACT

### STATISTICAL PROCESS CONTROL APPLIED TO THE FAST INDUSTRIAL FREEZING TECHNOLOGY OF A BOVINE AGRICULTURE INDUSTRY IN THE CENTRAL REGION OF RIO GRANDE DO SUL

AUTHOR: Bruna Dezordi

ADVISOR: Luciane Flores Jacobi

The great competitiveness existing in the market drives the industries to a constant optimization of their production processes. There is an increasing search for product standardization, cost reduction and productivity increase, through the use of improvement tools and the introduction of technological innovations. Companies usually adopt sets of techniques and tools that help in the incessant search for quality, such as Statistical Process Control (SPC). The present work aimed to apply the SPC in the fast industrial freezing technology of a bovine agriculture industry in the central region of Rio Grande do Sul, with the aid of statistical tools. The purpose was to monitoring the packaging process of cuts and avoiding unnecessary expenses and, consequently, assisting in the profitability of the industry. This is an applied and quantitative research. On-site monitoring took place from December 2019 to October 2020. Initially, a check sheet was made that enabled data collection for the study. To identify the main production bottleneck, a Pareto chart was built, which found that the zip, used to open and close the packages, out of position was the main responsible for film breaks (30.5%) , in other words, for packaging waste and delays of production. To minimize the percentage of breakages caused, a control chart was made for the proportion of packages with defects caused by zip failures. With the aid of the control chart, it was observed that as the problems shown by the check sheet were being remedied by the company, the process gained stability and the proportion of defective packages reduced significantly. From the results, it was proved that the use of quality tools in the production line allowed to reduce costs, obtain process predictability and contribute to the standardization and quality of products, in addition to contributing to the company's profits.

**Keywords:** Beef. Statistical quality control. Agricultural industry. Control chart. Check sheet.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Produto com congelamento industrial rápido pronto para posterior embalagem. ...	14
Figura 2 - Gráficos genéricos para representação de processo sobre controle (a) e sem controle estatístico de processo (b).....	18
Figura 3 - Fluxograma do processo de produção de produtos com congelamento industrial rápido – IQF .....	22
Figura 4 - Folha de verificação para acompanhamento da embalagem de cortes com congelamento industrial rápido .....	25
Figura 5 - Gráfico de Pareto para os tipos de defeitos em embalagens de cortes com congelamento individual rápido. ....	28
Figura 6 - Boxplot para o percentual de quebra por grupo de produto .....	30
Figura 7 - Histograma para o defeito de zip fora de lugar.....	32
Figura 8 - Gráfico de controle "p" para a proporção de embalagens com zip fora de posição ou sem zip.....	33

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Estatística descritiva da produção de cortes com congelamento individual rápido de fevereiro a outubro de 2020. ....	27
Tabela 2 - Quebra (kg) por produto no período de fevereiro a outubro de 2020. ....	27
Tabela 3 - Porcentagem de quebra de filme por amostragens devido a pacotes sem zip ou com zip fora de posição. ....	29

## SUMÁRIO

1	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	10
1.1	OBJETIVOS .....	11
1.1.1	<b>Objetivo geral</b> .....	11
1.1.2	<b>Objetivos específicos</b> .....	11
2	<b>JUSTIFICATIVA</b> .....	12
3	<b>REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	13
3.1	CONGELAMENTO INDUSTRIAL RÁPIDO NA PRODUÇÃO DE CORTES BOVINOS .....	13
3.2	QUALIDADE.....	14
3.3	CONTROLE ESTATÍSTICO DE PROCESSOS .....	15
3.4	FOLHA DE VERIFICAÇÃO.....	16
3.5	GRÁFICO DE PARETO.....	16
3.6	BOX PLOT.....	17
3.7	GRAFICOS DE CONTROLE.....	17
3.7.1	<b>Tipos de gráficos de controle</b> .....	19
3.7.1.1	Carta de controle para variáveis .....	19
3.7.1.2	Gráficos de controle para atributos.....	19
3.7.1.3	Gráfico de controle da fração defeituosa (p) .....	20
4	<b>METODOLOGIA</b> .....	21
4.1	CARACTERIZAÇÃO DO ESTUDO .....	21
4.2	AMOSTRA.....	21
4.3	LIBERAÇÃO DOS DADOS .....	21
4.4	PROCESSO PRODUTIVO.....	22
4.5	TRATAMENTO E ANÁLISE DOS DADOS .....	23
4.5.1	<b>Construção do gráfico de controle “p”</b> .....	23
5	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	25

5.1	CONSTRUÇÃO DA FOLHA DE VERIFICAÇÃO.....	25
5.2	ANÁLISE ESTATÍSTICA DOS DADOS COLETADOS .....	26
5.2.1	<b>Construção do gráfico de Pareto</b> .....	28
5.3	TESTE DE COMPARAÇÃO DOS DADOS .....	30
5.4	CONSTRUÇÃO DO GRÁFICO DE CONTROLE “p” PARA A PROPORÇÃO DE EMBALAGENS COM ZIP FORA DE POSIÇÃO OU SEM ZIP .....	31
6	<b>CONCLUSÃO</b> .....	35
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	35

## 1 INTRODUÇÃO

O rebanho bovino brasileiro, em 2020, segundo Aragão e Contini (2021), foi o maior do mundo. Além disso, apresenta o maior potencial de expansão em área e produção de carne bovina, com registros em níveis crescentes de produtividade (SANTOS et al., 2018).

A compra e consumo de produtos alimentícios, de acordo com Scalco e Machado (2009), se faz mediante a percepção que o cliente possui com relação ao produto. Esta percepção é o resultado da interpretação das características dos próprios produtos. Um exemplo a ser descrito refere-se às carnes para consumo, onde essas características podem ser: Organolépticas, nutricionais, físicas e higiênicas.

A qualidade dos alimentos está vinculada a segurança dos consumidores e ambas são de vital importância para a indústria de transformação de alimentos. Desta forma, ao atender as expectativas dos clientes as empresas buscam alternativas para que suas mercadorias tenham a maior qualidade possível (LIM; ANTONY, 2016).

Segundo López (2016) um produto quando congelado não é propenso às infecções de microrganismos, porém sabe-se que todos os produtos contêm microrganismos que devem ser estabilizados. Para isso, a agroindústria em estudo utiliza a tecnologia de congelamento individual rápido (*Individual Quick Frozen* - IQF), pois por meio desta se faz possível obter melhor desempenho, controle e manutenção da matéria-prima utilizada. Além disso, melhora os aspectos técnicos e de qualidade da carne.

A alta competitividade dos mercados faz com que as empresas se atentem para a necessidade de compreender a importância da qualidade para se tornarem competitivas. Para isso, frequentemente, adotam um conjunto de técnicas e ferramentas que auxiliam na busca incessante por qualidade, como por exemplo o Controle Estatístico de Processos (CEP).

Qualquer processo de produção sempre estará sujeito a uma variabilidade natural, resultado do efeito cumulativo de muitas causas pequenas e inevitáveis. Existe também, a variação especial, a qual caracteriza-se por alterações identificáveis, responsáveis por uma mudança real no processo (TAKAHASHI et al., 2012). Dessa forma, utiliza-se o controle estatístico de processos para que este traga estabilidade ao processo ao qual é aplicado, assim como redução de variabilidade. O CEP inclui análise por meio de gráficos de controle, estes servem para verificação de falhas, pois os processos precisam ocorrer como planejado, ou seja, dentro dos limites de controle (MORO et al., 2018).

O problema de pesquisa consiste em verificar a estabilidade da tecnologia IQF utilizando o Controle Estatístico de Processos. A finalidade foi acompanhar o processo de embalagem dos cortes a fim de manter a qualidade dos produtos comercializados pela agroindústria, evitar gastos desnecessários e, por consequência, auxiliar no aumento da lucratividade da empresa.

## 1.1 OBJETIVOS

### 1.1.1 Objetivo geral

Aplicar o Controle Estatístico de Processos à tecnologia IQF da agroindústria bovina em estudo, com o auxílio de ferramentas estatísticas.

### 1.1.2 Objetivos específicos

Para cumprir o objetivo geral, o trabalho em questão possui os seguintes objetivos específicos:

- a) Identificar os principais motivos de falhas nos pacotes dos cortes IQF, para posterior construção da Folha de Verificação;
- b) Realizar a análise estatística dos dados coletados durante acompanhamento *in loco*;
- c) Construir um gráfico de controle para acompanhar a variável que causou o maior gargalo na produção em estudo.

## **2 JUSTIFICATIVA**

A partir da realização do estágio curricular realizado na agroindústria observou-se, juntamente com o departamento administrativo e técnico da empresa, a necessidade de monitoramento e controle para as novas tecnologias da agroindústria. Para isso, foi aprovado pela direção da empresa a coleta de dados para a construção e aplicação de ferramentas estatísticas de controle.

Pretende-se com o controle estatístico de processos, o qual caracteriza-se como um conjunto de procedimentos que utiliza técnicas estatísticas para melhorar a qualidade dos produtos ou serviços, manter a qualidade dos produtos da empresa e evitar gastos desnecessários (MIRZAEI; NIROOMAND; ZARE, 2016). Esse controle terá o amparo de ferramentas como cartas de controle e folhas de verificação, visto que ambas auxiliam na tomada de decisões relacionadas a não conformidade de seus produtos.

Como contribuição, essa pesquisa pretende que os benefícios quanto à qualidade e uniformidade dos produtos sejam abrangentes aos atuais e aos novos consumidores. Além disso, será extremamente útil para a otimização de processos da empresa.

### 3 REFERENCIAL TEÓRICO

O referencial teórico apresenta-se sob a forma de fundamentação teórica e traz, por meio de literatura existente, embasamento e conhecimentos necessários para compreender o trabalho em questão. Ele abordará conteúdos referentes a tecnologia de congelamento individual rápido e controle estatístico do processo.

#### 3.1 CONGELAMENTO INDUSTRIAL RÁPIDO NA PRODUÇÃO DE CORTES BOVINOS

A produção de carne bovina no Brasil, segundo Aragão e Contini (2021), em 2020 foi a segunda maior do mundo, produziu-se o equivalente a 14,8% do total mundial, superado apenas pelos Estados Unidos com 17,6%. Esse é um reflexo de um estruturado processo de desenvolvimento que eleva a produtividade e a qualidade do produto brasileiro (GOMES; FEIJÓ; CHIARI, 2017).

Para manter a qualidade da carne algumas empresas utilizam a tecnologia de congelamento individual rápido (*Individual Quick Frozen – IQF*), determinado como um processo de refrigeração que busca preservar as propriedades organolépticas e as características nutricionais dos alimentos. Além disso, a capacidade de realizar o congelamento individual desde o início do processo reduz o consumo de nitrogênio (LÓPEZ, 2016).

Para produção IQF o produto é colocado em uma esteira individualmente que conduzirá o produto para o giro freezer (túnel de congelamento em espiral) onde irá congelar o produto em tempo reduzido a uma temperatura controlada, após congelado o produto sai por uma esteira e então é embalado. Ressalta-se que os produtos são congelados com as partes separadas, facilitando a vida do cliente, pois desse modo não se faz necessário descongelar todo pacote para o consumo de apenas parte dos produtos, dando assim melhor aparência ao produto (CASANOVA, 2011).

O congelamento rápido permite manter as características de qualidade do produto, pois durante o processo formam-se microcristais impedindo a saída de água e perda de características de qualidade. O resultado é um produto congelado individualmente, conforme ilustrado na Figura 1, de excelente qualidade, cuja desidratação é nula devido à sua alta taxa de transferência de calor (LÓPEZ, 2016).

Figura 1 - Produto com congelamento industrial rápido pronto para posterior embalagem.



Fonte: Feldens, 2020.

Com o intuito de manter o processo de congelamento individual rápido em perfeito funcionamento, assim como manter a qualidade do produto, aplicam-se técnicas de controle estatístico de processo para acompanhar as variáveis do processo como tempo e peso da matéria-prima a ser congelada. O controle Estatístico de Processo, segundo Pedroso, Souza e Jacobi (2007) é um método preventivo que identifica a partir de dados estatísticos as tendências para variações significativas, a fim de eliminar essas variações, reduzindo cada vez mais a variabilidade do processo.

### 3.2 QUALIDADE

A qualidade dos produtos, serviços e processos, está relacionada em todas as áreas, seja de forma qualitativa ou quantitativa e deve ser tratada pelas empresas como uma prioridade, pois destacando-se nesse aspecto, as empresas adquirem competitividade e se mantêm ativas no mercado (SILVA *et al.*, 2017). O gerenciamento da qualidade apresenta-se como uma importante técnica para a qualidade, pois com ele é possível buscar o aprimoramento dos produtos e satisfazer a demanda dos clientes, gerando uma vantagem competitiva. (KUZAIMAN *et al.*,2017). De acordo com Ooi (2014) o gerenciamento da qualidade total,

possibilita melhorar o desempenho de uma organização, resultando em redução de custos de produção e aumento de produtividade, entre outros benefícios.

De acordo com Montgomery (2017), a qualidade é inversamente proporcional a variabilidade, e para alcançar melhoria da qualidade, é necessário que ocorra a redução da variabilidade presente. Ainda de acordo com Montgomery (2017) existem três métodos estatísticos para alcançar a redução da variabilidade, que são: O Controle Estatístico do Processo (CEP), o *Design of Experiments* (DOE) e a amostragem de aceitação.

Observa-se que a melhor forma de conceituar qualidade é atender as exigências do cliente e para isso as empresas optam por utilizar as ferramentas que melhor propiciarem esse objetivo, levando-se sempre em consideração a redução de custos e aumento de lucratividade para as empresas. Para o processo executado na empresa deste estudo a melhor ferramenta para o estudo das variáveis referentes aos processos executados é o Controle Estatístico de Processos.

### 3.3 CONTROLE ESTATÍSTICO DE PROCESSOS

O aumento da competitividade do mercado e a crescente exigência dos consumidores por produtos de qualidade faz com que as empresas busquem por maior eficiência administrativa e operacional (SILVA et al., 2014). Segundo Saldanha et al. (2015) uma maneira de manter a qualidade dos produtos é por meio da otimização dos processos produtivos pela melhoria dos recursos.

Ao atender as exigências dos clientes, muitas empresas utilizam a técnica de controle estatístico de processos (CEP). Segundo Bocci (2007), o controle estatístico de processo é o campo da estatística com enfoque na coleta, apresentação, análise e uso de dados para tomada de decisões, resolução de problemas e planejamento de processos. O CEP é uma ferramenta que aplica a estatística à conceitos básicos de controle de processo para garantir desenvolvimentos de produtos em conformidade (KANJI, 2002).

De acordo com Montgomery (2017), as principais ferramentas do controle estatístico de processo, são: Histograma, folha de verificação, carta de Pareto, diagrama de causa e efeito, diagrama de concentração de defeitos, gráficos de dispersão e cartas de controle. Entre as ferramentas para o controle estatístico de processos, destaca-se as cartas de controle como a técnica mais comum utilizada (YOUSEFI et al., 2019).

O controle estatístico de processos, é uma metodologia que tem por finalidade a prevenção de defeitos e falhas, para isso os processos são monitorados com determinadas ferramentas (JUNIOR, 2020). Além disso, segundo Paladini (2002), a ideia principal do

controle estatístico de processos é melhorar os processos de produção com menos variabilidade, proporcionando assim níveis melhores de qualidade nos resultados da produção.

### 3.4 FOLHA DE VERIFICAÇÃO

Segundo Werkema (1995a), a Folha de Verificação consiste em um formulário no qual os itens a serem examinados já estão impressos, com o objetivo de auxiliar a coleta e registros dos dados, de forma a facilitar, organizar e normalizar a coleta de dados, para que a posterior codificação e análise das informações sejam otimizadas. As folhas de verificação, de acordo com Vieira (2014), são utilizadas, com as seguintes finalidades:

- Registrar problemas relacionados a qualidade (não conformidades, reclamações, necessidades de reparos, problemas de segurança);
- Estabelecer a localização de defeitos no produto final;
- Levantar as causas dos defeitos;
- Estudar a distribuição de uma variável;
- Monitorar um processo de fabricação.

### 3.5 GRÁFICO DE PARETO

O gráfico de Pareto consiste em um gráfico de barras, construído a partir de um processo de coleta de dados que pode ser utilizado quando se deseja priorizar problemas ou causas relativas a um determinado assunto. A ideia surgiu a partir do princípio de Vilfredo Pareto, economista italiano do século XIX, sendo desenvolvido com base no estudo sobre desigualdade na distribuição de riquezas, cuja conclusão foi de que 20% da população detinham 80% da riqueza, enquanto o restante da população detinha apenas 20% (BEZERRA *et al.*, 2021).

A utilização do diagrama de Pareto é interessante pois a curva de porcentagem acumulada fica explícita e facilita a visualização do setor ou processo que é o maior detrator quando comparado aos demais (ABRÃO; CARDOSO, 2020). Pode ser utilizado para descobrir problemas relacionados às cinco dimensões da Qualidade Total, sendo elas: Qualidade, custo, entrega, moral e segurança.

O gráfico de Pareto para efeitos, segundo Werkerma (1995a), dispõe a informação de modo que se torna possível a identificação do principal problema enfrentado por uma empresa. Com base nesse gráfico é possível verificar quais problemas ou ocorrências são mais graves e quais devem solucionadas com prioridade (COELHO; SILVA; MANIÇOBA, 2016).

### 3.6 BOX PLOT

Segundo, Valladares Neto (2017), o *boxplot* é um tipo de gráfico usado regularmente na pesquisa científica e a sua construção é possível por meio de diversos *softwares* estatísticos. Trata-se de uma ferramenta estatística, que consiste em um conjunto de dados que se estende da linha de menor valor ao maior valor, em uma caixa com linhas verticais traçadas no primeiro quartil (Q1), na mediana e no terceiro quartil (Q3). Os quartis são valores que dividem os dados em quatro grupos com aproximadamente 25% dos valores em cada grupo (OLIVEIRA, 2018).

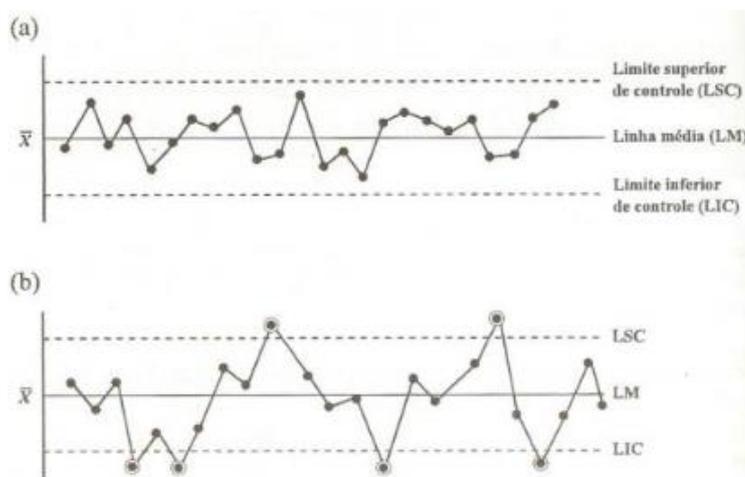
O gráfico *boxplot*, pode ainda, ser definido como um recurso visual que resume os dados para exibir a mediana, quartis e os valores pontuais máximos e mínimos. Portanto, apresenta valores de tendência central, dispersão e simetria dos dados agrupados, sendo útil para comparação entre variáveis (VALLADARES NETO, 2017).

### 3.7 GRAFICOS DE CONTROLE

O principal objetivo do Controle Estatístico de Processos é separar as causas de variação comuns das especiais. Para isso a ferramenta mais empregada para distinguir as causas de variação é o gráfico de controle (TAKAHASHI, 2012). O qual segundo, Pires (2000), são representações gráficas que permitem o monitoramento de variáveis que determinam o desempenho do processo. Estas possibilitam uma avaliação da estabilidade e identificação de causas especiais de variação

O gráfico de controle aplica-se na identificação de mudanças no processo ao longo do tempo (DE VRIES; RENEAU, 2010). Se as mudanças são maiores que a variação normal do processo, ou se os dados se distribuírem de forma não aleatória, os gráficos sinalizam e indicam que o processo está fora de controle, o que representa aumento de custos. Na Figura 2, demonstra-se um processo sob controle estatístico de processo (a) e outro sem controle estatístico de processo (b).

Figura 2 - Gráficos genéricos para representação de processo sobre controle (a) e sem controle estatístico de processo (b)



Fonte: Werkema, 1995b.

Para o desenvolvimento dos gráficos de controle é necessária a plotagem de pontos representativos das medições realizadas e a adição de três linhas, sendo uma central (LM) e as demais de controle. As linhas de controle, também denominadas como limite inferior de controle (LIC) e limite superior de controle (LSC), são calculadas a partir de uma medida de dispersão e possuem o objetivo de alertar se o processo sofreu algum distúrbio que possa interferir em seu estado de controle estatístico (ALMAS, 2003)

Para a construção do gráfico de controle, Montgomery (2017) recomenda que sejam tomadas de 20 a 25 amostras com o objetivo de testar se o processo está estável. Com os dados obtidos nas amostras, deve ser construída a carta de controle e assim, se todos os pontos caem dentro dos limites e não se observa nenhum comportamento sistemático, é possível concluir que o processo está sob controle estatístico. Em caso de ocorrência de pontos fora dos limites de controle, rejeita-se a hipótese de que o processo está sob controle e torna-se necessário examinar cada ponto fora dos limites para entendimento por parte da gestão de qual causa especial está impactando no processo.

No entanto, para os processos em que uma causa especial for identificada na elaboração dessa primeira avaliação do mesmo, o ponto deverá ser descartado e os limites de controle recalculados com base apenas nos pontos restantes. Realiza-se esse processo até que todos os pontos estejam sob controle (MONTGOMERY, 2017).

### 3.7.1 Tipos de gráficos de controle

As cartas de controle são determinadas de acordo com as características dos dados coletados, assim como, do próprio processo. Basicamente, dois grupos principais são propostos para organização dos gráficos de controle: Variáveis e Atributos (EXLER, 2012).

#### 3.7.1.1 Carta de controle para variáveis

Segundo Vieira (2012), os gráficos de controle para variáveis são utilizados para o controle de uma característica mensurável como peso, comprimento, entre outros. Podem ser classificadas em 3 grupos em que a aplicação depende do que se deseja analisar. São eles:

- a) Gráfico de controle da Média e Amplitude (X-barra e R): é o gráfico mais utilizado e é indicado para amostras pequenas e do mesmo tamanho;
- b) Gráfico de controle da média e desvio padrão (X-barra e S): indicado para número de amostras maiores que 10 ( $n > 10$ );
- c) Gráfico de controle para medidas individuais (X e Rm): utilizados para monitorar a média e a amplitude móvel quando a amostra possui 1 elemento ( $n=1$ ).

#### 3.7.1.2 Gráficos de controle para atributos

Muitas características da qualidade não podem ser representadas numericamente. No entanto, há uma classificação dos itens inspecionados como conformes ou não conformes de acordo com um padrão. Essas características são denominadas de atributos, ou seja, particularidades da qualidade expressas pela ausência ou presença de não conformidades e/ou defeitos em um processo (WERKEMA, 1995b).

As amostras dos gráficos de atributos são em geral grandes, tornando fácil a detecção dos defeitos. Assim, eles podem ser representados por quatro maneiras diferentes, sendo elas:

- a) Gráfico de controle p: monitora a quantidade proporcional de peças com defeito em amostras de tamanho variável ou constante;
- b) Gráfico de controle np: monitora o número de itens não conformes em amostras de tamanho constante;
- c) Gráfico de controle c: monitora a quantidade de defeitos;
- d) Gráfico de controle u: monitora a média dos defeitos das unidades das amostras de tamanhos constantes ou variáveis (VIEIRA, 2012).

### 3.7.1.3 Gráfico de controle da fração defeituosa ( $p$ )

O gráfico da fração defeituosa ( $p$ ) permite trabalhar com o tamanho de amostras diferentes. Os itens podem ter diversas características da qualidade que são inspecionadas simultaneamente, logo se ao serem verificadas for notado que uma de suas características não foram atendidas, o item é classificado como não conforme. A fração não conforme é definida como a razão entre a quantidade de itens não conformes em uma população e o total de itens nesta população (MONTGOMERY, 2017).

Ainda de acordo com Montgomery (2017), os limites de controle do gráfico  $p$  são dados por  $\mu\hat{p} \pm 3\sigma\hat{p}$ , e a expressão para o cálculo dos limites de controle do gráfico  $p$  alterando os parâmetros populacionais para amostrais são:

$$LSC = \hat{p} + 3\sqrt{\hat{p}\frac{(1-\hat{p})}{n}} \quad (1)$$

$$LC = \hat{p} \quad (2)$$

$$LIC = \hat{p} - 3\sqrt{\hat{p}\frac{(1-\hat{p})}{n}} \quad (3)$$

Normalmente o parâmetro  $p$  é desconhecido, sendo necessário estimá-lo por meio de dados amostrais. Geralmente, extrai-se  $m$  amostras preliminares do processo, sendo cada uma de tamanho  $n$ . É usual que  $m$  seja igual a pelo menos 20 ou 25 e que  $n$  seja superior a 5.

Segundo, Werkema (1995b), após o cálculo dos limites de controle apresentados, deve-se representar os  $m$  valores de  $\hat{p}_i$  no gráfico  $p$ , verificar se o processo pode ser considerado sob controle, se existem pontos fora dos limites ou com comportamentos tendenciosos.

## 4 METODOLOGIA

Neste capítulo apresenta-se a caracterização da pesquisa, a amostra do estudo, forma de coleta das informações e as ferramentas utilizadas para tratamento e análise dos dados. Além disso, encontra-se nesse capítulo os aspectos éticos da pesquisa.

### 4.1 CARACTERIZAÇÃO DO ESTUDO

Trata-se de uma pesquisa aplicada, visto que teve objetivo de gerar conhecimentos para aplicação prática, com foco para a solução de problemas (GERHARD; SILVEIRA, 2009). Além disso, refere-se a uma pesquisa quantitativa, pois volta-se para a análise e interpretação de resultados, com auxílio de ferramentas e técnicas estatísticas.

Quanto aos objetivos, a pesquisa possui caráter descritivo, pois o resultado da mesma servirá para o planejamento de futuras alterações no processo da empresa estudada, no intuito de promover a cultura de monitoramento, com o uso de cartas de controle (ADAMY, 2017).

### 4.2 AMOSTRA

O presente trabalho foi realizado em um frigorífico bovino, localizado na região central do estado do Rio Grande do Sul. Acompanhou-se a implementação da linha de produção de cortes IQF, de dezembro de 2019, até outubro de 2020. Os cortes IQF avaliados dividem-se em três grupos, sendo eles: Bifes, carne de panela e carne moída.

A partir do acompanhamento inicial, percebeu-se que o gargalo da produção estava na embaladora, pois era o ponto que mais gerava desperdícios e atrasos na produção. Sendo assim, realizou-se diariamente a coleta de dados dos pacotes reprocessados de fevereiro a outubro de 2020.

### 4.3 LIBERAÇÃO DOS DADOS

A presente pesquisa foi realizada durante o período em que a autora trabalhou como Analista de Produção da empresa. Os dados foram utilizados com a aprovação da gerência do frigorífico. Ressalta-se que durante esse estudo os dados foram apresentados diariamente para a direção da empresa.

#### 4.4 PROCESSO PRODUTIVO

O mapeamento do processo produtivo de cortes IQF, ilustrado na Figura 3, foi realizado de maneira simplificada de forma a permitir a visualização de como funciona a produção e identificar quais os pontos que deveriam ser avaliados com o auxílio do controle estatístico de processos.

Figura 3 - Fluxograma do processo de produção de produtos com congelamento industrial rápido – IQF



Fonte: Autora, 2022.

Por meio do acompanhamento *in loco*, observou-se que o gargalo da produção, ou seja, a etapa mais lenta e com mais falhas, encontrava-se na etapa de embalagem primária o qual realiza-se de maneira automatizada. Sendo assim, a etapa de embalagem dos cortes foi escolhida para aplicação do controle estatístico de processos.

#### 4.5 TRATAMENTO E ANÁLISE DOS DADOS

A partir do acompanhamento inicial da produção de cortes IQF do frigorífico em estudo, entre dezembro de 2019 a fevereiro de 2020, foi possível construir uma folha de verificação, a qual, segundo Carpinetti (2016), consiste num formulário onde os itens a serem examinados já estão impressos. A folha de verificação utilizada para a coleta dos dados foi gerada a partir das ocorrências com maior frequência em relação aos pacotes reprocessados e teve como proposta auxiliar para que fosse possível a confecção de gráficos de controle que possibilitam fazer o acompanhamento do processo produtivo.

Após a coleta dos dados, estes foram tabulados em uma planilha com o auxílio do *software* Excel<sup>®</sup>, onde foram realizadas as análises estatísticas descritivas e gráfico de Pareto. Ainda, a partir da tabulação dos dados foi possível verificar, utilizando o *software* Statistica<sup>®</sup>, se existia diferença significativa entre os três grupos de cortes analisados, para isso primeiramente testou-se a normalidade dos dados a partir do teste de Lilliefors. Verificou-se que os dados não apresentavam normalidade, sendo assim, utilizou-se o teste de Kruskal-Wallis para comparar os três grupos estudados. Utilizou-se um nível de 5% de significância.

Com os dados obtidos também foi possível construir cartas de controle, com o *software* Statistica<sup>®</sup>, que possibilitam o acompanhamento do processo produtivo. Construiu-se o gráfico p, ou seja, o gráfico de controle da fração defeituosa. Esse gráfico foi construído para a variável que mais teve apontamento na folha de verificação.

##### 4.5.1 Construção do gráfico de controle “p”

A plotagem do gráfico de controle p para fração defeituosa foi feito para a porcentagem de pacotes reprocessados sem zip ou com o zip fora de posição. A construção do gráfico foi possível após testar a normalidade dos dados por meio do teste de Lilliefors e verificar que para essa variável a normalidade estava presente.

Ressalta-se que após a análise inicial dos gráficos, os pontos que ficaram fora dos limites de controle foram retirados e os limites recalculados. Esse processo foi realizado duas vezes até

que todos os pontos estivessem dentro dos limites de controle e assim foi possível encontrar os limites de estabilidade do sistema.

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

No presente capítulo encontra-se os resultados obtidos durante a realização desse estudo. Inicialmente apresenta-se a folha de verificação construída para a coleta dos dados, após têm-se as estatísticas descritivas que se fizeram relevantes e o Gráfico de Pareto e por fim demonstra-se o gráfico de controle construído para acompanhamento do processo.

### 5.1 CONSTRUÇÃO DA FOLHA DE VERIFICAÇÃO

No período de acompanhamento do *start* da linha de produção de cortes com congelamento industrial rápido da agroindústria em estudo, foi possível perceber que o ponto com maiores paradas de máquina e falhas estava no processo de embalagem dos cortes. Com o objetivo de identificar os principais motivos das falhas nos pacotes dos cortes IQF e assim auxiliar na redução de custos e otimização do processo, foi proposta uma folha de verificação, ilustrada na Figura 4, com os defeitos mais frequentes encontrados pela autora durante os primeiros meses de funcionamento da linha produtiva.

Figura 4 - Folha de verificação para acompanhamento da embalagem de cortes com congelamento industrial rápido

FOLHA DE VERIFICAÇÃO			
Produto		Data	
Pct/minuto		Total inspecionado	
Tempo de coleta		Turno	
Responsável pela coleta		Peso das bobinas	
Tipo de defeito	Contagem	Motivo	Subtotal
Impressão da data errada			
Mal selada			
Peso alto			
Peso baixo			
Produto preso na embalagem			
Rasgadas			
Vazios			
Verificação			
Zip fora de lugar			
Outros			
Falha de corte			
Produto em grumo			
Detector de metais			
Legenda			

Com o auxílio da folha de verificação também foi possível levantar dados sobre velocidade de produção, visto que na mesma também era apontado a quantidade de pacotes produzidos por minuto. Após a coleta dos dados, foi possível encontrar a quantidade de quebra de embalagem, desperdício de filme, comparando-se a quantidade de filme gasto no dia com o total que poderia ter sido produzido e embalado utilizando a quantidade a mais de filme gasto no dia. Dessa forma obteve-se a quebra estimada em quilograma (Kg) de produto e em porcentagem (%) de filme gasto a mais na respectiva produção.

A folha de verificação, assim como em outros estudos (Silva, São José e Araújo (2018), Souza Neto et al. (2017), Coelho, Silva e Maniçoba (2016) e Maiczuk e Andrade Júnior (2013)), auxiliou a verificar o problema mais frequente da linha produtiva, tornando o registro dos dados rápido e automático e permitindo assim, uma melhor tomada de decisão por parte da empresa. Nesse sentido, deve-se destacar a importância desta ferramenta para a resolução de problemas no meio organizacional, em conjunto com outras técnicas ainda a serem tratadas, permitindo nortear o foco para solução dos mesmos, assim como, dando suporte na construção de outras ferramentas como o Gráfico de Pareto e cartas de controle.

Os dados obtidos com o uso da folha de verificação proposta, foram utilizados para entender melhor o processo e alimentar a confecção de gráficos de controle para os defeitos com mais repetição no processo de embalagem.

## 5.2 ANÁLISE ESTATÍSTICA DOS DADOS COLETADOS

A coleta dos dados referentes à quantidade de pacotes com defeito que precisaram ser reprocessados ocorreu durante oito meses, nos quais foram acompanhadas todas as produções de produtos IQF que ocorreram no período de fevereiro a outubro de 2020. Ao todo foram 78 produções acompanhadas, sendo elas divididas entre bifés, carne de panela e carne moída. Utilizou-se a mesma metodologia para avaliar os três produtos, visto que ambos possuíam um fluxograma semelhante. Na Tabela 1, observa-se a estatística descritiva das principais variáveis avaliadas durante o estudo.

Tabela 1 - Estatística descritiva da produção de cortes com congelamento individual rápido de fevereiro a outubro de 2020.

<b>Variáveis</b>	<b>Média</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>	<b>Desvio Padrão</b>	<b>CV (%)</b>
Produção (Kg)	2828.80	305.37	6309.25	1632,39	57.71%
Filme gasto (Kg)	69.78	16.36	160.63	37.14	53.22%
Quebra (Kg)	513.78	10.93	2800.11	513.00	99.85%
Quebra (%)	15.80%	1.11%	58.80%	12,50%	79.11%

Fonte: Autora, 2022

Observou-se pela Tabela 1, que a média de produção foi de 2828,80 Kg por dia. Levando-se em consideração que buscou-se controlar a quebra, ou seja, a quantidade de filme gasto a mais do que deveria ter sido utilizado para a produção em quilograma do dia, foi mostrado também na Tabela 1 a quantidade de filme gasto, a qual foi em média de 69,78 Kg por produção, ocorrendo uma média de 15,80% de quebra de filme, com amplitude de 1,11% a 58,80%. Sendo assim, com a quantidade média de filme gasto a mais poderia ter sido produzido, aproximadamente, mais 513,78 kg de produto.

Construiu-se a Tabela 2 com o objetivo de verificar qual a quantidade de quebra média em quilograma por tipo de produto.

Tabela 2 - Quebra (kg) por produto no período de fevereiro a outubro de 2020.

<b>Produto</b>	<b>Média</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>	<b>Desvio Padrão</b>	<b>CV (%)</b>
Bife	519,74	10,93	2004,18	471,27	90,67%
Carne moída	524,75	63,73	2800,11	669,55	127,60%
Carne de Panela	488,90	34,40	1475,70	455,19	93,10%

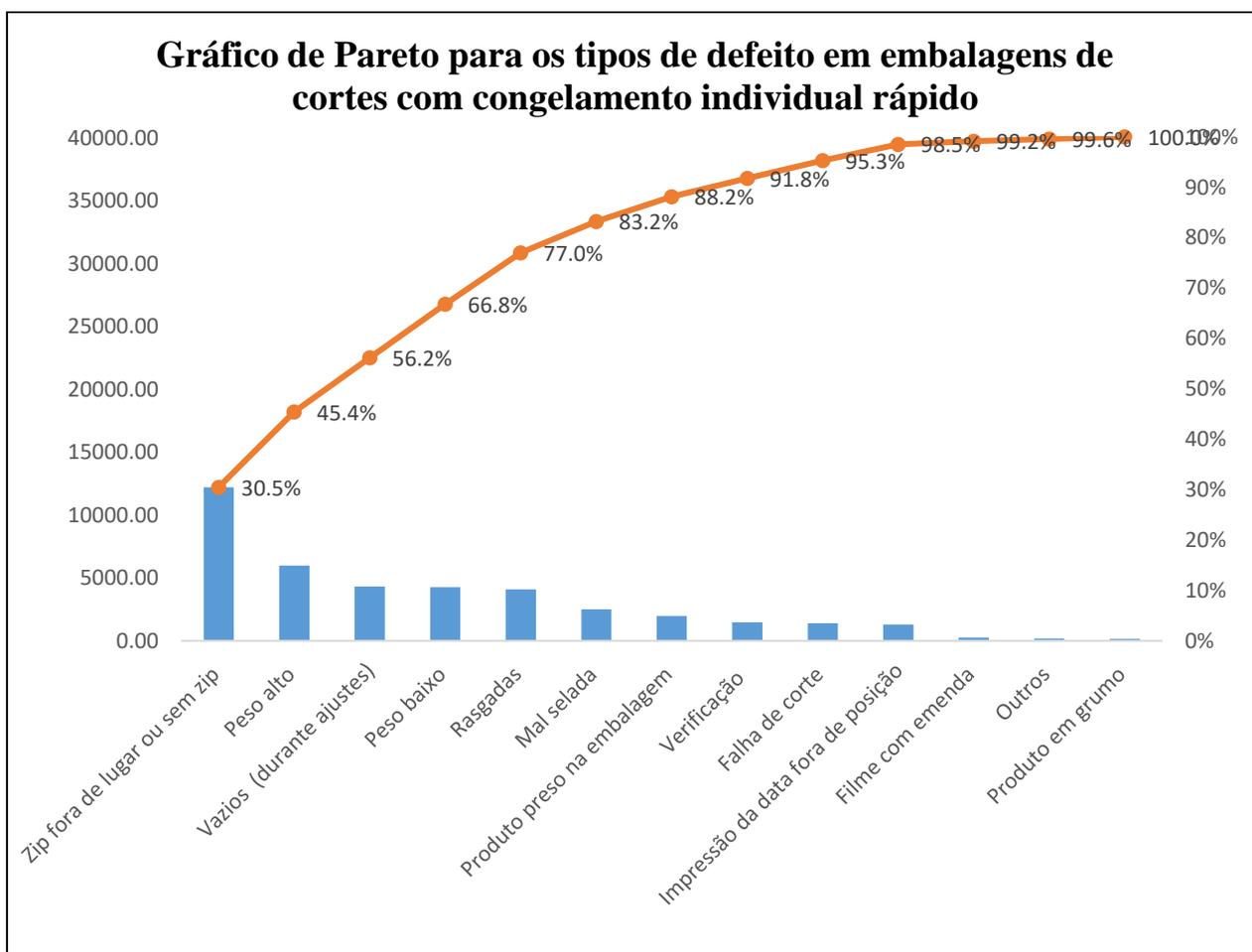
Fonte: Autora, 2022

Como os três produtos apresentam o mesmo processo de embalagem, pôde-se observar pela Tabela 2 que os três tiveram médias de quebra, em quilograma de produto que deixou de ser produzido devido a quantidade de filme desperdiçado, próximas, as quais foram de 519,74 Kg para os bifes, 524,75 kg para a carne moída e 488,90 kg para as carnes de panela.

### 5.2.1 CONSTRUÇÃO DO GRÁFICO DE PARETO

O diagrama de Pareto é uma ferramenta da qualidade que pode ser utilizado na identificação de diversos problemas de uma empresa, como os principais motivos para a parada de produção (Gonçalves, 2017), defeitos de fabricação de blocos *standard* de gesso (Souza Neto et al., 2017) ou para verificar falhas no processo de pintura em uma pequena empresa (Coelho, Silva e Maniçoba, 2017). A partir dos dados coletados com o uso da folha de verificação proposta nesse trabalho, foi possível construir o Gráfico de Pareto (Figura 5) para os principais tipos de defeitos das embalagens de produtos IQF da agroindústria estudada.

Figura 5 - Gráfico de Pareto para os tipos de defeitos em embalagens de cortes com congelamento individual rápido.



Fonte: Autora, 2022.

Observou-se com a construção do Gráfico de Pareto que o principal defeito responsável pelas perdas de embalagem foi o zip, utilizado para abrir e fechar a embalagem, fora de lugar.

O zip foi responsável por 30,50 % das quebras, levando-se em consideração a quantidade em Kg de produto que deixou de ser produzido.

O zip é inserido automaticamente junto com o filme no processo de embalagem, sendo assim, em casos em que o mesmo estava fora da posição ou por alguma falha de máquina não era inserido o produto precisava ser reprocessado e conseqüentemente a embalagem era descartada. As quebras causadas devido ao zip apresentam um agravante ainda maior que os demais defeitos, visto que ao reprocessar um produto devido a erros no zip, perde-se a embalagem utilizada e o zip, além de ter perda de tempo e temperatura do produto que precisa ser reprocessado. Além desses fatores ainda se faz necessário um colaborador a mais para realizar os reprocessos.

Na Tabela 3 encontra-se a porcentagem de filme desperdiçado nas amostragens devido ao zip para cada um dos grupos de produtos IQF acompanhados durante o estudo.

Tabela 3 - Porcentagem de quebra de filme por amostragens devido a pacotes sem zip ou com zip fora de posição.

<b>Produto</b>	<b>Média (%)</b>	<b>Mínimo (%)</b>	<b>Máximo (%)</b>
Bife	29,84	0,00	84,62
Carne moída	29,75	0,00	65,00
Carne de Panela	25,87	0,00	72,97
Geral	28,91	0,00	84,62

Fonte: Autora, 2022.

Os três grupos de produtos apresentam o mesmo processo de embalagem, logo, pôde-se observar pela Tabela 3 que os três tiveram médias próximas de quebra de filme, em percentual, nas amostragens. Durante as amostragens realizadas com a folha de verificação observou-se uma média de 29,84% de reprocessos, ou seja, de quebras de filme, para os bifes foi causado por problemas no zip. Assim como, 29,75% das quebras para carne moída e 25,87% das quebras para carne de panela, foram causadas devido ao zip.

Com o objetivo de minimizar o percentual de quebras com zip tomou-se a decisão de se construir gráficos de controle. Os gráficos utilizados para acompanhar o processo serão apresentados posteriormente nesse trabalho.

### 5.3 TESTE DE COMPARAÇÃO DOS DADOS

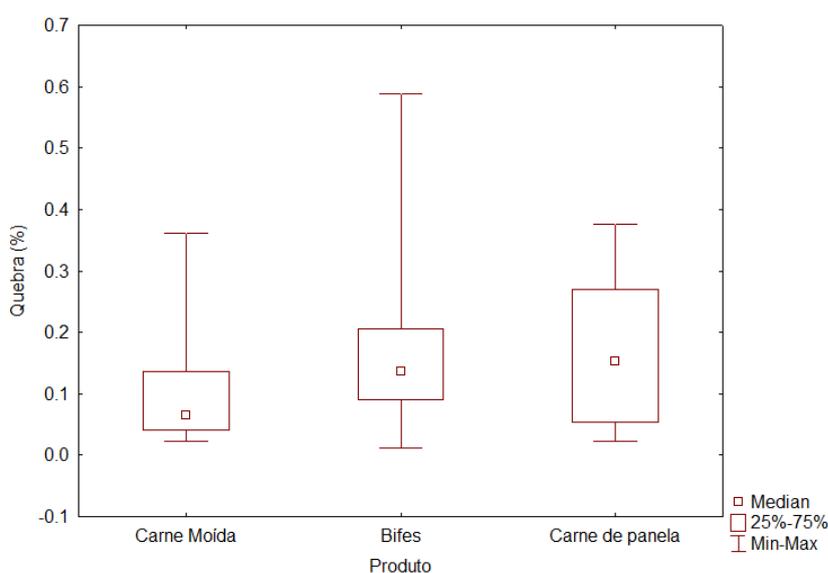
Os dados obtidos nas 78 amostragens foram analisados conjuntamente até aqui, devido ao processo produtivo ser semelhante. Calculado o teste de Kruskal-Wallis foi possível verificar se existia diferença significativa entre os três grupos de cortes analisados.

Comparou-se os produtos em relação à sua produção, observando-se diferença significativa da produção de bifés ( $p = 0,022$ ) e carne de panela ( $p = 0,039$ ) em comparação com a produção de carne moída. No entanto, não houve diferença significativa ( $p > 0,05$ ) entre a produção de carne de panela e bifés.

A mesma comparação foi feita para o percentual de quebra em relação aos produtos. Como o p-valor observado foi menor que 0,05 para os bifés (p-valor = 0,049) quando comparado com a carne moída, observou-se que houve diferença significativa, já para a carne de panela (p-valor  $> 0,05$ ) em relação à carne moída não houve diferença significativa entre esses grupos. Ainda, ao comparar o grupo da carne de panela (p-valor  $> 0,05$ ) com os bifés também não houve indício de diferença significativa entre os grupos.

Segundo, Jacobi, Souza e Pereira (2002), o *boxplot* é útil para a comparação entre variáveis e fornece uma boa visualização de suas variabilidades. Desse modo, para melhor visualização das diferenças encontradas na variável percentual de quebra, foi elaborado um *Boxplot* (Figura 6).

Figura 6 - *Boxplot* para o percentual de quebra por grupo de produto



Fonte: Autora, 2022.

Com o auxílio do *boxplot* apresentado na Figura 6, observa-se a diferença significativa entre os grupos, fato que já havia sido identificado com o auxílio do teste de Kruskal-Wallis. Além disso com o *boxplot*, evidencia-se também a heterogeneidade entre as quebras presentes no grupo da carne de panela.

A heterogeneidade apresentou-se menor, mas ainda existente, para os bifés e carne moída. Além da não homogeneidade dentro dos grupos, pode-se elencar como motivo para a existência de diferença entre os bifés e carne moída a etapa de preparação do corte, o qual para o bife e carne de panela é por meio do fatiamento e para a carne moída por moagem.

#### 5.4 CONSTRUÇÃO DO GRÁFICO DE CONTROLE “p” PARA A PROPORÇÃO DE EMBALAGENS COM ZIP FORA DE POSIÇÃO OU SEM ZIP

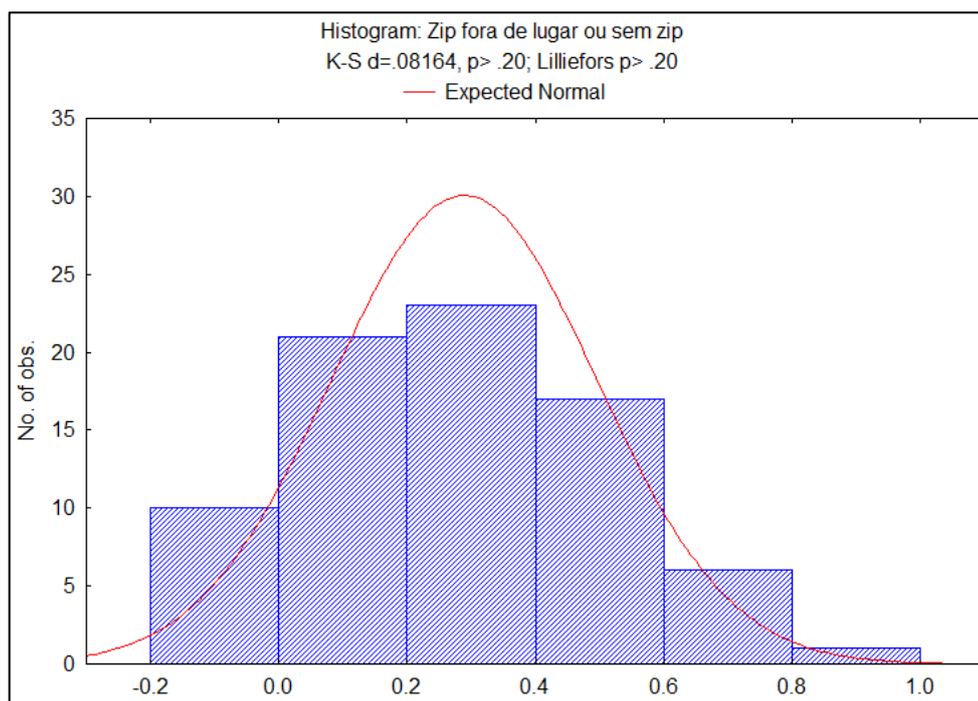
Todo processo, a partir das ocorrências de não conformidades, necessita que sejam identificadas as causas da variabilidade para então serem desenvolvidas ações corretivas e atualizar os padrões sempre quando necessário. Os gráficos de controle, apresentam-se como ferramentas fundamentais que apoiam esta identificação e monitoramento do processo produtivo (MONTGOMERY, 2017).

Ainda, segundo Montgomery (2017), características da qualidade, utilizando a terminologia "conforme" e "não conforme", podem ser denominadas de atributo. Dessa forma, Coelho, Silva e Maniçoba (2016), utilizaram o gráfico de controle o gráfico de controle “p” para avaliar tintas segundo à característica de ancoramento.

Segundo, Moro (2018), para utilizar um gráfico de controle deve-se validar a suposição de normalidade da amostra. Para isso realizou-se o teste de normalidade de Lilliefors, ao nível de significância de 5%. O teste foi feito para o defeito do zip fora de posição ou sem zip.

Na Figura 7, encontra-se o histograma feito no *software* Statística® para os dados obtidos com a folha de verificação para o zip.

Figura 7 - Histograma para o defeito de zip fora de lugar

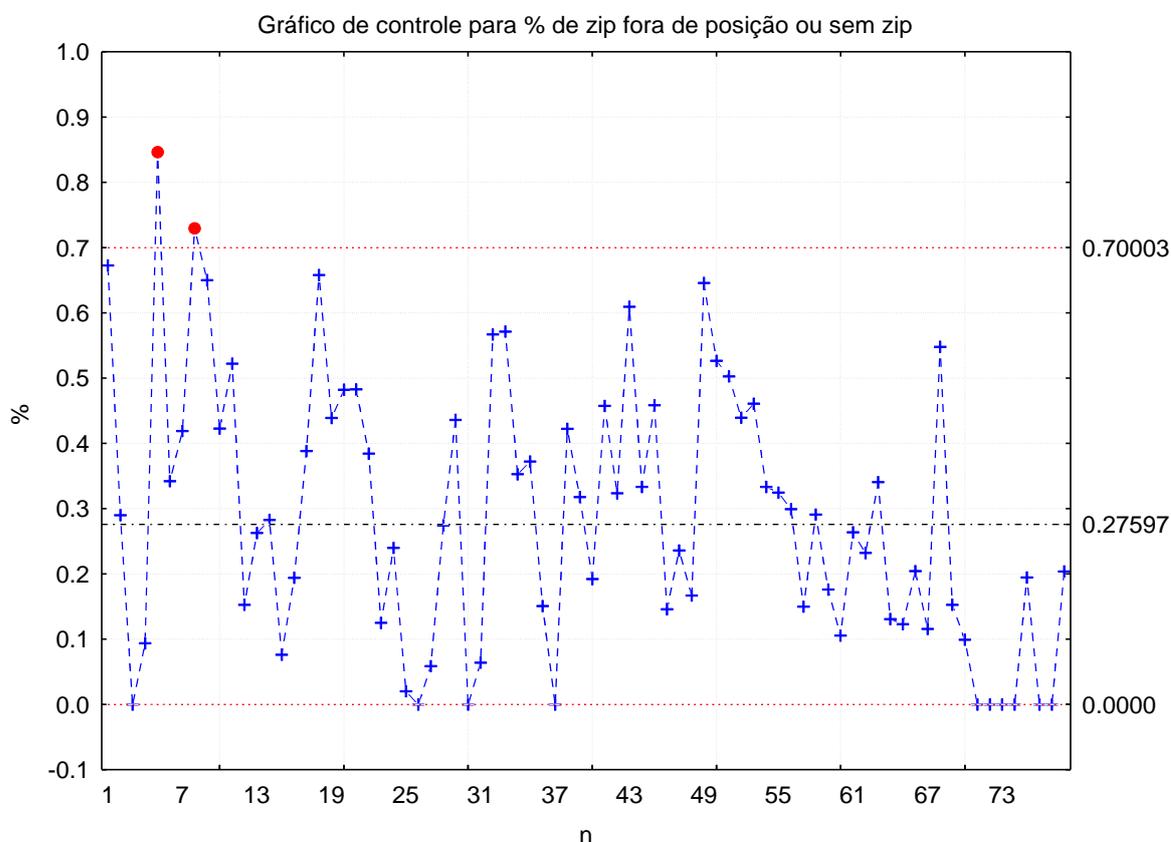


Fonte: Autora, 2022.

Observa-se pelo histograma ilustrado na Figura 7 que apesar dos dados gerais obtidos na amostragem não apresentarem normalidade, para os dados da variável zip a normalidade se faz presente. Logo, foi possível dar prosseguimento com a construção do gráfico de controle do tipo p.

Foi realizado o gráfico de controle para a proporção de embalagens com defeito devido à falha no zip ou falta dele. Escolheu-se realizar o gráfico para essa variável, devido a ser a principal causa do gargalo apresentado na linha de cortes IQF da agroindústria. Ressalta-se que além de ser a variável que mais estava causando paradas e quebras de embalagens ainda apresentava a perda do zip utilizado para selar a embalagem, gerando assim mais despesas para a empresa em estudo. Na Figura 8 encontra-se o gráfico de controle construído para acompanhar a quantidade de embalagens com problemas no zip.

Figura 8 - Gráfico de controle "p" para a proporção de embalagens com zip fora de posição ou sem zip



Fonte: Autora, 2022.

Com o gráfico de controle p, demonstrado na Figura 8, foi possível monitorar a proporção de embalagens defeituosas causadas por problemas no zip. Verifica-se que a linha média (LM) representa a proporção (0,27597) de defeituosos, e que existem apenas dois pontos acima do Limite Superior de Controle (LSC) de 0,70003, como Limite Inferior de Controle (LIC) encontrou-se 0,0000 de defeituosos.

Apesar de apresentar apenas dois pontos fora de controle, observou-se que durante o estudo a proporção de defeituosos continuava oscilando entre os limites, no entanto, observa-se que conforme os problemas levantados pela folha de verificação foram sendo sanados pela empresa o processo ganhou mais estabilidade reduzindo a proporção de embalagens com defeito.

Assim, analisando os resultados encontrados durante a realização desse estudo, comprovou-se que a utilização de ferramentas da qualidade, como os gráficos de controle, na linha de produção de cortes com congelamento individual rápido, permitiu reduzir número de

perdas e quebras de embalagem garantindo a previsibilidade do processo, padronização e qualidade no produto, além de contribuir para a lucratividade da empresa.

## 6 CONCLUSÃO

A presente pesquisa teve como objetivo aplicar o controle estatístico de processos à linha de produtos com congelamento individual rápido da agroindústria bovina em estudo, com o auxílio de ferramentas estatísticas. Entre os produtos produzidos com a tecnologia IQF na agroindústria estavam: bifés, carne moída e carne de panela.

A fim de atingir o objetivo geral do trabalho, acompanhou-se o processo de embalagem dos cortes IQF, onde foi possível encontrar os principais motivos das falhas nos pacotes e construir uma folha de verificação. Após a implementação da folha de verificação encontrou-se a principal causa de quebra na produção, que era o excesso de filme utilizado para embalar os produtos processados no dia.

Com os dados obtidos de fevereiro a outubro de 2020, após a implementação da folha de verificação, observou-se que a média de quebra de filme foi de 16%, onde a quebra máxima chegou a ser de 59% durante a realização desse estudo.

Para identificar o principal defeito responsável pelas perdas de embalagens, construiu-se um gráfico de Pareto. Constatou-se que o zip, utilizado para abrir e fechar a embalagem, fora de lugar, foi o maior responsável pelas quebras, pois observou-se que 30,5 % das quebras eram causadas por falhas no zip.

Para tentar minimizar o percentual de quebras com zip tomou-se a decisão de construir o gráfico de controle para a proporção de embalagens com defeito devido às falhas no zip ou falta dele. Verificou-se que a linha média que representa a proporção média de defeituosos foi de 0,27597, e observou-se apenas dois pontos acima do limite superior de controle de 0,70003.

Apesar do gráfico de controle ter apresentado apenas dois pontos fora de controle, observou-se que conforme os problemas levantados pela folha de verificação foram sendo sanados pela empresa o processo ganhou mais estabilidade e a proporção de embalagens com defeito reduziu significativamente. Assim, comprovou-se que a utilização de ferramentas da qualidade na linha de produção permitiu reduzir número de perdas e falhas garantindo a previsibilidade do processo, padronização e qualidade no produto, além de contribuir para os lucros da empresa.

Durante a realização desse estudo, acompanhou-se a linha de bifés, carne moída e carne de panela. Como o objetivo da agroindústria estudada é continuar investindo cada vez mais em produtos com a tecnologia IQF, para pesquisas futuras, recomenda-se acompanhar e implementar o controle estatístico de processo para os novos cortes desenvolvidos a fim de manter a padronização e qualidade exigidas pelos consumidores.

## REFERÊNCIAS

ABRÃO, Odair José; CARDOSO, Álvaro Azevedo. Utilização do controle estatístico de processo atrelado às ferramentas da qualidade no monitoramento do peso das embalagens do produto final: um estudo de caso em uma indústria química. **Braz. J. of Develop.**, Curitiba, v. 6, n. 9, p.65241-65257, 2020. Disponível em: <https://www.brazilianjournals.com/index.php/BRJD/article/view/16161/13225>. Acesso em: 31 mar. 2022.

ADAMY, Ana Paula do Amaral *et al.*, O uso do controle estatístico de processo como forma de garantia de qualidade para o cliente: aplicação em uma indústria metalomecânica. **Revista Espacios**, [S. l.], v. 38, n. 3, p. 6-20, 2017.

ALMAS, Fabio. **Implementação de Controle Estatístico de processos em uma empresa têxtil**. 2003. Dissertação (mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Itajubá, Itajubá, MG, 2003. Disponível em: <https://silo.tips/download/universidade-federal-de-itajuba-implementacao-de-controle-estatistico-de-processo>. Acesso em: 31 mar. 2022.

ARAGÃO, Adalberto; CONTINI, Elisio. **O agro no Brasil e no mundo: Uma síntese do período de 2000 a 2020**. Disponível em: <https://www.embrapa.br/documents/10180/62618376/O+AGRO+NO+BRASIL+E+NO+MUNDO.pdf/41e20155-5cd9-f4ad-7119-945e147396cb>. Brasil, 2021. Acesso em: 28 mar. 2022.

BEZERRA, Beatriz Duarte *et al.*, A aplicação de ferramentas da qualidade na área de estoque. *In: XII FATECLOG*, Mogi das Cruzes, SP, Jun. 2021. **Anais eletrônicos** [...] Mogi das Cruzes, 2021. Disponível em: <https://fateclog.com.br/anais/2021/parte4/379-453-1-RV.pdf>. Acesso em: 05 abr. 2022.

BOCCI, Gisele Santos. **Gestão por processos e lean manufacturing associada a controle estatístico de processo online em uma indústria de produtos empanados a base de frango**. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, 2007. Disponível em: <https://repositorio.ufsm.br/handle/1/8370>. Acesso em: 31 mar. 2022.

CARPINETTI, L. C. R. **Gestão da qualidade: conceitos e técnicas**. Atlas, São Paulo, 3 ed., 2016.

CASANOVA, Caroline Fátima. **Emprego da metodologia de planejamento de experimentos na avaliação do processo de congelamento iqf de cortes de frango**. 2011. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos) - Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões, Erechim, 2011. Disponível em: [https://www.uricer.edu.br/cursos/arq\\_trabalhos\\_usuario/2142.pdf](https://www.uricer.edu.br/cursos/arq_trabalhos_usuario/2142.pdf). Acesso em: 29 mar. 2022.

COELHO, Fabrício Pozzuto de Souza.; SILVA, Adriano Maniçoba; MANIÇOBA, Rafaela Ferreira. Aplicação das ferramentas da qualidade: Estudo de caso em pequena empresa de pintura. **Revista FATEC: Zona Sul**, [S. l.], v. 3, n. 1, p. 31-45, 2016. Disponível em: <http://www.revistarefas.com.br/index.php/RevFATECZS/article/view/70>. Acesso em: 31 mar. 2022

DE VRIES, A.; RENEAU, J. K. Application of statistical process control charts to monitor changes in animal production systems. **Journal of Animal Science**, v. 88, ed. 13, p. 11-24, 2010.

EXLER, Rodolfo Bello; LIMA, Cristian Jacques Bolner de. Controle Estatístico de Processos (CEP): Uma Ferramenta para Melhoria da Qualidade. **ReAC – Revista de Administração e Contabilidade. Faculdade Anísio Teixeira**, Feira de Santana, BA, v. 4, n. 3, p. 78-92, dez. 2012. Disponível em: <http://www.reacfat.com.br/index.php/reac/article/view/52>. Acesso em: 01 abr. 2022.

FELDENS, Tati. **IQF: o futuro da carne bovina no Brasil**. Disponível em: <http://www.frigorificosilva.com.br/noticias/iqf-o-futuro-da-carne-bovina-no-brasil>. [S. l.], [2020]. Acesso em: 04 jul. 2022

GERHARD, Tatiana Engel; SILVEIRA, Denise Tolfo. **Métodos de pesquisa**. Coordenado pela Universidade Aberta do Brasil - UAB/UFRGS e pelo Curso de Graduação Tecnológica - Planejamento e Gestão para o Desenvolvimento Rural da SEAD/UFRGS. Editora da UFRGS, Porto Alegre, 2009. Disponível em: <http://www.ufrgs.br/cursopgdr/downloadsSerie/derad005.pdf>. Acesso em: 01 abr. 2022.

GOMES, Rodrigo da Costa; FEIJÓ, Gelson Luiz Dias; CHIARI, Lucimara. **Evolução e Qualidade da Pecuária Brasileira**. Campo Grande: EMBRAPA, 2017. Disponível em: <https://www.embrapa.br/documents/10180/21470602/EvolucaoQualidadePecuaria.pdf/64e8985a-5c7c-b83e-ba2d-168ffaa762ad>. Acesso em: 04 abr. 2022.

GONÇALVES, Luana da Silva. **Aplicação do método PDCA para melhoria no processo produtivo: estudo de caso em um frigorífico de frango de corte**. 2017. Trabalho de Conclusão de Curso (bacharelado em Engenharia de Produção) - Faculdade de Engenharia da Universidade Federal da Grande Dourados. Dourados, MS 2017.

JACOBI, Luciane Flores, SOUZA, Adriano Mendonça, PEREIRA, João Eduardo da Silva. Gráfico de controle de regressão aplicado na monitoração de processos. **Revista Produção**. [S. l.], v. 12 n. 1. p. 46-59. 2002. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/prod/a/MVyJvvtV5p5xF5qmKYNj7Gc/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 03 jun. 2002.

JÚNIOR, José Flávio Rique. **Controle Estatístico da Qualidade em um produto de envase da indústria de alimentos**. 2020. Dissertação (mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, PB, 2020. Disponível em: [https://repositorio.ufpb.br/jspui/bitstream/123456789/20739/1/Jos%C3%A9FlavioRiqueJunior\\_Diassert.pdf](https://repositorio.ufpb.br/jspui/bitstream/123456789/20739/1/Jos%C3%A9FlavioRiqueJunior_Diassert.pdf). Acesso em: 04 abr. 2022.

KANJI, Gopal K. **Measuring Business Excellence**. 1. ed. London: Routledge, 2002.

KUZAIMAN, Nur Asiah *et al.*, S. SCIENCE & TECHNOLOGY Green Lean TQM Islamic Management Practices in Malaysian. **Science & Technology**, v. 25, n. S, p. 255–262, 2017.

LIM, Sarina Binti Abdul Halim; ANTONY, Jiju. Statistical process control readiness in the food industry: Development of a self-assessment tool. **Trends in food Science and technology**. [S. l.], v. 58, p. 133-139, 2016.

LÓPEZ, Santiago Fernando Jaramillo. **Estudio del método iqf (individual quick frozen) para la aplicación como sistema de conservación en el manejo de los alimentos en el catering ordalía cia. Ltda. En la ciudad de riobamba 2013.** Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Gestão Gastronômica) – Escola Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba, 2016. Disponível em: <http://dspace.epoch.edu.ec/handle/123456789/11380>. Acesso em: 29 mar. 2022.

MAICZUK, Jonas; ANDRADE JÚNIOR, Pedro Paulo. Aplicação de ferramentas de melhoria de qualidade e produtividade nos processos produtivos: um estudo de caso. **Qualitas Revista Eletrônica**. [S. l.], v.14. n. 1, 2013.

MIRZAEI, Nima; NIROOMAND, Sadegh; ZARE, Rahim. Application of statistical process control in service industry: A case study of the restaurant sector. **Journal of Modelling in Management**, [S. l.], v. 11. n.3. p. 763-782, 2016.

MONTGOMERY, Douglas C. **Introdução ao controle estatístico da qualidade**. 7. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2017.

MORO, Matheus Fernando *et al.*, Monitoramento estatístico do processo de acondicionamento de embutidos por meio de gráficos de controle. **Exacta – EP**, São Paulo, v. 16, n. 2, p. 43-66, 2018. Disponível em: <https://periodicos.uninove.br/exacta/article/view/7257/3786>. Acesso em: 01 abr. 2022.

SOUZA NETO, Rubens Mendonca de. et al. Aplicação das sete ferramentas da qualidade em uma fábrica de blocos standard de gesso. XXXVII ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO. Joinville, 2017. **Anais eletrônicos** [...] Joinville, 2017. Disponível em: [https://abepro.org.br/biblioteca/TN\\_STO\\_239\\_385\\_34641.pdf](https://abepro.org.br/biblioteca/TN_STO_239_385_34641.pdf). Acesso em: 06 jun. 2022.

VALLADARES NETO, José *et al.*, Boxplot: um recurso gráfico para a análise e interpretação de dados quantitativos. **Rev Odontol Bras Central**, [S. l.], v. 26, n. 76, p. 1- 6, 2017. Disponível em: <https://www.robrac.org.br/seer/index.php/ROBRAC/article/view/1132>. Acesso em: 01 abr. 2022.

OLIVEIRA, Graziella Martins de. **Avaliação da presença de salmonella spp., com auxílio do box-plot**. 2018. Trabalho de conclusão de curso de especialização (Especialização em Engenharia de Produção) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, 2018. Disponível em: [http://riut.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/23217/2/ENG\\_QUALI\\_2018\\_12.pdf](http://riut.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/23217/2/ENG_QUALI_2018_12.pdf). Acesso em: 03 jun. 2022.

OOI, Keng-Boon. TQM: A facilitator to enhance knowledge management? A structural analysis. **Expert Systems with applications**. Elsevier Ltd. [S. l.], v. 41, 11 ed., p. 5167-5179, 2014. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.eswa.2014.03.013>. Acesso em: 30 mar. 2022.

PALADINI, Edson Pacheco. **Avaliação estratégica da qualidade**. São Paulo: Atlas, 2002.

PEDROSO, Tiomar Ribeiro; SOUZA, Adriano Mendonça; JACOBI, Luciane Flores. Previsão e monitoramento do preço das ações do Bradesco. **Ciência e Natura**, UFSM, 29(2): 53 - 68, 2007.

PIRES, Verônica Tassinari. **Implementação do controle estatístico de processo em uma empresa de manufatura de óleo de arroz**. 2000. Dissertação (Mestrado profissionalizante em Engenharia) – Universidade do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2000. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/1500/000198842.pdf?sequence=1&isAllowed=y> Acesso em: 31 mar. 2022.

SALDANHA, Paulo *et al.*, Contribuições do uso do controle estatístico de processos na análise do desempenho na indústria química. **Revista Ingeniería Industrial**, [S. l.], Ano 14. n.1. p. 37-50, 2015. Disponível em: <http://revistas.ubiobio.cl/index.php/RI/article/view/1914/3232>. Acesso em: 31 mar. 2022.

SANTOS, Cleiton Evandro dos *et al.*, **Anuário brasileiro da pecuária 2018: ANUALPEC**. Editora Gazeta Santa Cruz, Santa Cruz do Sul. 2018. Disponível em: [https://www.editoragazeta.com.br/sitewp/wp-content/uploads/2018/08/PECU%C3%81RIA\\_2018.pdf](https://www.editoragazeta.com.br/sitewp/wp-content/uploads/2018/08/PECU%C3%81RIA_2018.pdf). Acesso em: 01 abr. 2022.

SCALCO, Andréa Rossi; MACHADO, João Guilherme de Camargo Ferraz. Cenário atual da gestão da qualidade na cadeia produtiva da carne bovina: estudo de caso. **Informações Econômicas**, SP, v.39, p. 66-80, ago. 2009. Disponível em: <http://www.iea.sp.gov.br/ftpiea/publicacoes/ie/2009/tec6-0809.pdf>. Acesso em: 01 abr. 2022.

SILVA, Aleson Belo da *et al.*, Aplicação do controle estatístico de processo na atividade de pagamentos de frete de uma indústria de corte e dobra de aço em são José do mipibú/rn. In: XXXVII ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, Joinville, 2017. **Anais eletrônicos** [...] Joinville, 2017. Disponível em: [http://www.abepro.org.br/biblioteca/TN\\_STO\\_239\\_385\\_34786.pdf](http://www.abepro.org.br/biblioteca/TN_STO_239_385_34786.pdf). Acesso em: 31 mar. 2022.

SILVA, Bruno de Paula; SÃO JOSÉ, Samuel Souza; ARAÚJO, Érica Aparecida. Ferramentas da qualidade: estudo de caso em indústria de calçados. **Revista EduFatec: educação, tecnologia e gestão**. [S. l.], v.1 n.2 jul.- dez. 2018. Disponível em: <https://revistaedufatec.fatecfranca.edu.br/wp-content/uploads/2019/03/Bruno-P-Silva-e-Samuel-S.-S%C3%A3o-Jos%C3%A9.pdf>. Acesso em: 06 jun. 2022.

SILVA, Thiago A. L. *et al.*, Utilização do Controle Estatístico de Processo (CEP) na Avaliação de uma Estação de Tratamento de Efluente Agroindustrial. **Rev. Virtual Quím.**, Brasil, 2014, v. 6, n. 2, p. 310-322. Disponível em: <http://static.sites.sbq.org.br/rvq.sbq.org.br/pdf/v6n2a10.pdf>. Acesso em: 31 mar. 2022.

TAKAHASHI, Fabio Henrique *et al.* Variação e monitoramento da qualidade do leite através do controle estatístico de processos. **Ciência Animal Brasileira / Brazilian Animal Science**, Goiânia, v. 13, n. 1, p. 99–107, 2012. Disponível em: <https://www.revistas.ufg.br/vet/article/view/14870>. Acesso em: 01 abr. 2022.

VIEIRA, Sonia. **Estatística para a qualidade**. 2. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2012.

VIEIRA, Sonia. **Estatística para a Qualidade**. 3 ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2014.

WERKEMA, Maria Cristina Catarino. **As Ferramentas da Qualidade no Gerenciamento de Processos**. 6. ed. Belo Horizonte: Editora de Desenvolvimento Gerencial, 1995a.

WERKEMA, Maria Cristina Catarino. **Ferramentas estatísticas básicas para o gerenciamento de processos**. v. 2, Belo Horizonte: Fundação Christiano Ottoni, 1995b.

YOUSEFI, Nooshin. *et al.*, Using statistical control charts to monitor duration-based performance of Project. **The Journal of Modern Project Management**, [S. l.: s. n.], 2019. Disponível em: <https://www.semanticscholar.org/paper/Using-statistical-control-charts-to-monitor-of-Yousefi-Sobhani/d64263bbb55d54741c7bc20272c9839a7cdabe4f?sort=is-influential>. Acesso em: 31 mar. 2022.