



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
CENTRO MULTIDISCIPLINAR DE ANGICOS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIAS
CURSO ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

ANA KAROLAYNN SOUZA DA CUNHA

**APLICAÇÃO DAS SETE FERRAMENTAS DA QUALIDADE NO DESPERDÍCIO DA
EMBALAGEM DE LEITE EM UMA ASSOCIAÇÃO DE LATICÍNIOS DO RIO GRANDE
DO NORTE: UM ESTUDO DE CASO**

ANGICOS / RN
2022

ANA KAROLAYNN SOUZA DA CUNHA

**APLICAÇÃO DAS SETE FERRAMENTAS DA QUALIDADE NO DESPERDÍCIO DA
EMBALAGEM DE LEITE EM UMA ASSOCIAÇÃO DE LATICÍNIOS DO RIO GRANDE
DO NORTE: UM ESTUDO DE CASO**

Monografia apresentado à Universidade Federal Rural
do Semi-Árido, como requisito para obtenção do título
de Bacharel em Engenharia de produção.

Orientador: Prof. Me. André Luiz Sena da Rocha

© Todos os direitos estão reservados a Universidade Federal Rural do Semi-Árido. O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade do (a) autor (a), sendo o mesmo, passível de sanções administrativas ou penais, caso sejam infringidas as leis que regulamentam a Propriedade Intelectual, respectivamente, Patentes: Lei nº 9.279/1996 e Direitos Autorais: Lei nº 9.610/1998. O conteúdo desta obra tomar-se-á de domínio público após a data de defesa e homologação da sua respectiva ata. A mesma poderá servir de base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu (a) respectivo (a) autor (a) sejam devidamente citados e mencionados os seus créditos bibliográficos.

C972a CUNHA, ANA KAROLAYNN SOUZA DA.
APLICAÇÃO DAS SETE FERRAMENTAS DA QUALIDADE NO
DESPERDÍCIO DA EMBALAGEM DE LEITE EM UMA
ASSOCIAÇÃO DE LATICÍNIOS DO RIO GRANDE DO NORTE:
UM ESTUDO DE CASO / ANA KAROLAYNN SOUZA DA CUNHA.
- 2022.
82 f. : il.

Orientador: ANDRE LUIZ SENA DA ROCHA.
Monografia (graduação) - Universidade Federal
Rural do Semi-árido, Curso de Engenharia de
Produção, 2022.

1. Qualidade. 2. Ferramentas da Qualidade. 3.
Controle Estatístico de Processos. 4. Gráfico p.
5. Desperdício de embalagem plástica. I. ROCHA,
ANDRE LUIZ SENA DA, orient. II. Título.

Ficha catalográfica elaborada por sistema gerador automático em conformidade
com AACR2 e os dados fornecidos pelo autor(a).

Biblioteca Campus Angicos

Bibliotecário: Helder Romero Maia Duarte

CRB: 15/673

O serviço de Geração Automática de Ficha Catalográfica para Trabalhos de Conclusão de Curso (TCC's) foi desenvolvido pelo Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação da Universidade de São Paulo (USP) e gentilmente cedido para o Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (SISBI-UFERSA), sendo customizado pela Superintendência de Tecnologia da Informação e Comunicação (SUTIC) sob orientação dos bibliotecários da instituição para ser adaptado às necessidades dos alunos dos Cursos de Graduação e Programas de Pós-Graduação da Universidade.

ANA KAROLAYNN SOUZA DA CUNHA

**APLICAÇÃO DAS SETE FERRAMENTAS DA QUALIDADE NO DESPERDÍCIO DA
EMBALAGEM DE LEITE EM UMA ASSOCIAÇÃO DE LATICÍNIOS DO RIO
GRANDE DO NORTE: UM ESTUDO DE CASO**

Monografia apresentada a Universidade Federal Rural do Semi-Árido como requisito para obtenção do título de Bacharel em Engenharia de produção.

Defendida em: 08 / 06 / 2022.

BANCA EXAMINADORA

**ANDRE LUIZ SENA DA
ROCHA:04986338455**

Assinado de forma digital por
ANDRE LUIZ SENA DA
ROCHA:04986338455
Dados: 2022.06.21 17:16:06 -03'00'

André Luiz Sena da Rocha, Prof. Me. (UFERSA)
Presidente

**Lucas A. B.
Oliveira**

Assinado de forma digital por Lucas A. B. Oliveira
DN: cn=Lucas A. B. Oliveira, o=UFERSA, Centro
Multidisciplinar de Angicos, ou=Departamento de
Engenharias, email=lucasambro@ufersa.edu.br, c=BR
Dados: 2022.06.22 09:19:18 -03'00'
Versão do Adobe Acrobat Reader: 2022.001.20112

Lucas Ambrósio Bezerra de Oliveira, Prof. Dr. (UFERSA)
Membro Examinador

**LUCIANA TORRES
CORREIA DE
MELLO:05225946461**

Assinado de forma digital por
LUCIANA TORRES CORREIA DE
MELLO:05225946461
Dados: 2022.06.22 09:15:54
-03'00'

Luciana Torres Correia de Mello, Prof^a. Dr^a. (UFERSA)
Membro Examinador Externo

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por mais uma conquista.

Sou grata a minha família, meus pais, Francisco Arimateia e Maria Rivaneide, minhas irmãs, Ana Karolynne e Ariene Kamilly, minha avó Solidade, por sempre me incentivarem a ser melhor e dar o meu melhor, por todas as orações para que eu pudesse chegar até aqui. Agradeço ao meu noivo Felipe Lopes, por sempre se fazer presente e me orientar da melhor maneira durante todo o decorrer desse trabalho e principalmente por sempre me apoiar. Graças a eles que me mantive firme no meu objetivo.

Agradeço a todos os professores do campus Angicos, que sempre repassaram seus conhecimentos da melhor maneira, que sempre buscam impulsionar seus alunos até a conclusão do curso e até após a finalização dele, e que não medem esforços para ajudar. As amigas que a universidade me deu, Larissa e Mariane, que compartilharam comigo esses anos de curso.

Ao meu orientador, Professor André Luiz, que sempre deu o seu melhor nas orientações, que sempre me direcionou da melhor forma durante toda a construção desse trabalho, agradeço por toda paciência e colaboração.

“A perseverança não é uma longa corrida; ela é muitas corridas curtas, uma depois da outra.”

Walter Elliott

RESUMO

A contribuição da qualidade precisa estar interligada com a empresa, buscando encontrar formas estratégicas para sua melhoria contínua. As ferramentas da qualidade auxiliam para que a empresa possa definir, medir e analisar parâmetros para que possa se conceitualizar e atender os objetivos reais. Um produto que demanda um alto controle de qualidade por ser altamente perecível é o leite *in natura*, além disso, sua produção vem crescendo constantemente trazendo dados significantes para o país, contribuindo significativamente para a economia, porém, é um produto que demanda muitos cuidados e, por isso, exige uma embalagem de fácil movimentação e resistente para garantir a integridade do produto. A partir desse contexto, este trabalho buscou identificar os tipos e causas de desperdícios das embalagens durante o envase do leite, por meio de análises visuais e da aplicação das sete ferramentas da qualidade em uma indústria de laticínios do Rio Grande do Norte. Os dados foram coletados por um colaborador durante 11 meses através de uma folha de verificação. Este trabalho é classificado como um estudo de caso com uma pesquisa aplicada, de abordagem quantitativa e exploratória. A partir da aplicação do Gráfico de controle p , notou-se que o processo estava fora do controle estatístico, no entanto, todas as causas especiais foram diagnosticadas, finalizando o processo sob controle. Foi obtida uma média de custos com relação a compra e ao desperdício dessas embalagens, além disso, a aplicação das ferramentas da qualidade possibilitou identificar alguns fatores que ocasionavam problemas dentro da organização. Com o Diagrama de Dispersão foi feito o teste de correlação, onde foi provado que a fração desperdício é inversamente proporcional ao tempo, o que gera um resultado satisfatório para a empresa. Com isso, foram apresentadas sugestões de melhoria para a empresa, onde é importante que a mesma adote plataformas de capacitação para os funcionários, além de criar um plano de manutenção para as máquinas e equipamentos, evitando paradas não programadas e perda de produção. Para trabalhos futuros, é importante trabalhar com o controle de estoque, para que houvesse um maior controle de quantidade mínima e máxima necessária. Outro ponto para ser estudado é na área ergonômica, visto que lá, apesar de existir técnico de segurança do trabalho não existe uma inspeção rígida quanto as normas estarem sendo atendidas.

Palavras-Chave: Qualidade. Ferramentas da Qualidade. Controle Estatístico de Processos. Gráfico p . Desperdício de embalagem plástica.

ABSTRACT

The contribution of quality needs to be interconnected with the company, seeking to find strategic ways for its continuous improvement. Quality tools help the company to define, measure and analyze parameters so that it can conceptualize itself and meet real objectives. A product that demands high quality control is in natura milk, in addition, its production has been growing constantly, bringing significant data to the country, however, it is a product that demands a lot of care because it is highly perishable, and, therefore, requires an easy to move and resistant packaging to guarantee the integrity of the product. From this context, this work sought to identify the types and causes of packaging waste during milk filling, through visual analysis and the application of the seven quality tools in a dairy industry in Rio Grande do Norte. Data were collected by one employee for 11 months using a check sheet. This work is classified as a case study with an applied research, with a quantitative and exploratory approach. From the application of the Control Chart p, it was noticed that the process was out of statistical control, however, all special causes were diagnosed, ending the process under control. An average of costs was obtained in relation to the purchase and waste of these packages, in addition, the application of quality tools made it possible to identify some factors that caused problems within the organization. With the Scatter Diagram, the correlation test was performed, where it was proved that the waste fraction is inversely proportional to time, which generates a satisfactory result for the company. As a result, suggestions for improvement were presented to the company, where it is important that it adopt training platforms for employees, in addition to creating a maintenance plan for machines and equipment, avoiding unscheduled downtime and loss of production. For future work, it is important to work with inventory control, so that there would be greater control of the minimum and maximum quantity needed. Another point to be studied is in the ergonomic area, since there, despite the existence of a work safety technician, there is no rigid inspection regarding the standards being met.

Keywords: Quality. Quality tools. Statistical Process Control. Graph p. Waste of plastic packaging.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Estrutura do trabalho	5
Figura 2 – Causas aleatórias e atribuíveis	13
Figura 3 – Estrutura do Gráfico de Controle	14
Figura 4 – Exemplo de Fluxograma	22
Figura 5 – Exemplo de Folha de Verificação	23
Figura 6 – Exemplo de um Diagrama de Pareto.....	24
Figura 7 – Estrutura do Diagrama de causa e efeito.....	25
Figura 8 – Exemplo de Histograma.....	26
Figura 9 – Padrões de relacionamento do Diagrama de Dispersão	28
Figura 10 - Estrutura metodológica da pesquisa.	30
Figura 11 – Organograma da empresa estudada.....	31
Figura 12 – Embalagem plástica utilizada no processo de produção	32
Figura 13 – Transporte do leite até a empresa.....	32
Figura 14 – Estrutura da folha de verificação.....	34
Figura 15 – Mapeamento do processo do leite	35
Figura 16 – Boxplot dos custos de matéria-prima e de Desperdício	37
Figura 17 – Custo da matéria prima adquirida (R\$).....	38
Figura 18 – Custo do desperdício (R\$).....	38
Figura 19 – Proporção de desperdício	39
Figura 20 – Histograma	40
Figura 21 – Gráfico de Controle p para desperdício de embalagens (1º tentativa)	41
Figura 22 – Gráfico de Controle p para desperdício de embalagens (2º tentativa)	43
Figura 23 – Gráfico de Controle p para desperdício de embalagens (3º tentativa)	44
Figura 24 – Gráfico de Controle p para desperdício de embalagens (4º tentativa)	45
Figura 25 – Gráfico de Controle p para desperdício de embalagens (5º tentativa)	46
Figura 26 – Gráfico de Controle p para desperdício de embalagens (6º tentativa)	47
Figura 27 – Gráfico de Controle p para desperdício de embalagens (7º tentativa)	48
Figura 28 – Diagrama de Ishikawa.....	49
Figura 29 – Diagrama de Pareto	51
Figura 30 – Diagrama de dispersão com a reta de regressão.....	53

LISTA DE QUADROS

Quadro 01 - Estatística Descritiva dos dados	37
Quadro 02 – Motivos para causas especiais da Figura 21	41
Quadro 03 - Motivos para causas especiais do Figura 22	43
Quadro 04 - Motivos para causas especiais do Figura 23	44
Quadro 05 - Motivos para causas especiais da Figura 24.....	45
Quadro 06 - Motivos para causas especiais da Figura 25.....	46
Quadro 07 - Motivos para causas especiais da Figura 26.....	47
Quadro 08 – Custo do desperdício	51
Quadro 09 – Teste de Correlação de Pearson.....	52
Quadro 10 – Análise de variância na reta de regressão	53

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	1
1.1 Contextualização do Tema	1
1.2 Objetivos	2
1.2.1 Objetivo Geral	2
1.2.2 Objetivos Específicos	2
1.3. Problema	3
1.4. Justificativa	4
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	7
2.1 Qualidade	7
2.1.1 Conceito de Qualidade.....	8
2.1.2 Contribuições na Qualidade.....	9
2.1.3 Controle Estatístico de Qualidade	11
2.2 Gráficos de Controle.....	13
2.2.1 Gráfico <i>X</i>	16
2.2.2 Gráfico <i>R</i>	17
2.2.3 Gráfico <i>P</i>	18
2.2.4 Gráfico <i>np</i>	19
2.2.5. Gráfico <i>C</i>	20
2.2.6 Gráfico <i>u</i>	20
2.3 Outras ferramentas da qualidade	21
2.3.1 Fluxograma ou Diagrama do Processo.....	21
2.3.2 Folha de verificação.....	22
2.3.3 Diagrama de Pareto.....	23
2.3.4 Diagrama de causa e efeito	25
2.3.5 Histograma.....	26
2.3.6 Diagrama de dispersão.....	27
3. METODOLOGIA.....	29
3.1 Classificação do estudo.....	29
3.2 Caracterização da empresa	30
3.3 Coleta e análise de dados	31
3.4 <i>Softwares</i> utilizados	33
4. ANÁLISE DOS DADOS	34
4.1 Análise exploratória dos dados	34
4.2 Gráficos de Controle.....	40
4.3 Análise das causas especiais a partir das demais ferramentas da qualidade.....	48
4.4 Sugestão de melhorias	54
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	57
REFERÊNCIAS	
APÊNDICE – Scritp R	

1 INTRODUÇÃO

1.1 Contextualização do Tema

O contexto nacional e internacional, dirigidos pela construção de segmentos econômicos, globalização da economia, além do acelerado crescimento e desenvolvimento de tecnologia, exige das organizações um estágio maior de competitividade, modernidade, bem como uma maior qualidade ofertadas aos produtos e serviços (PIERRET,2004).

De acordo com Crosby (1990), a atribuição da qualidade está relacionada a auxiliar as empresas que buscam desenvolver meios estratégicos que seja útil para tal ao decorrer do tempo, deve-se considerar toda a sua atualização ao passar dos anos.

Souza (2007) explana sobre a estima do agronegócio no Brasil e no Paraná, onde é visto como um meio de crescimento, ultrapassando o setor industrial, além de possuir capacidade para estimular outros setores da economia, como por exemplo, o comércio. Outro fator, é que nas três últimas décadas, foi notório uma importante proveniência de emprego, além de fornecimento alimentar para a sociedade.

De acordo com Fao (2016), no ano de 2002, a produção do leite *in natura* do Brasil alcançou a marca de 34,3 milhões de toneladas, dado significativo para o país, que se elencou no quarto maior produtor mundial. Já em 2015, a produção do mesmo leite se fez presente em meio as seis atividades agropecuárias mais relevantes do País, onde obteve 5,8% do valor bruto em meio a produção (MAPA, 2016).

Para Vilela et al. (2017), para que o Brasil venha a ter sucesso para o crescimento do setor leiteiro, precisará aumentar a concorrência em todos os vínculos da cadeia produtiva, como por exemplo: no aumento da produtividade (com relação a fazendas); melhoria da logística; melhoria quanto a eficiência da cadeia de frios.

No ano de 2017, o país foi responsável pela produção de 33,1 bilhões de litros, que foram obtidos por 1,1 milhão de produtores, onde possuíam 18,6 milhões de vacas ordenhadas, e comportavam 4 milhões de trabalhadores nesse ramo de atividade, e alcançou o valor bruto da produção de leite, de em média 28,9 bilhões de reais.

Além da boa qualidade do leite, deve-se considerar a boa qualidade nas embalagens no qual são entregues, considerando que são a partir delas que ocorre o recebimento do produto para o consumidor final, de forma segura.

Essas embalagens são extremamente importantes, considerando que o leite é um produto altamente perecível que deve ser conservado sob refrigeração e possui vida útil limitada por ação microbiana. As embalagens destinadas ao leite pasteurizado devem ser livres de microrganismos patogênicos e outros que possam desenvolver durante a estocagem e comercialização do produto, logo é necessário que seja feito um controle de qualidade, visando minimizar essas perdas.

De acordo com Barbosa (2000) “as sete ferramentas do controle da qualidade são recursos a serem utilizados na aplicação da metodologia de solução de problemas”. Já para Ishikawa (1982), existe um percentual de noventa e cinco por cento, onde os contratempos que estão relacionados a qualidade são capazes de ser resolvido através da utilização dessas sete ferramentas.

Diante deste contexto, o presente trabalho realizou um estudo em uma empresa situada em Angicos – RN, atuante do segmento de laticínios, e visa identificar os tipos e causas de desperdícios durante o envase do leite, por meio de análises visuais e de uma aplicação das sete ferramentas da qualidade, buscando posteriormente, propor soluções para melhor garantia da qualidade do leite e sugerir melhorias no processo de produção.

1.2 Objetivos

O presente trabalho será desenvolvido no intuito de alcançar os seguintes objetivos:

1.2.1 Objetivo Geral

Aplicar o controle estatístico de qualidade na embalagem plástica utilizada na produção de leite em uma empresa de Laticínios, situada em Angicos – RN, a fim de propor estratégias para reduzir o desperdício da matéria-prima.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Construir um fluxograma mapeando as etapas do processo de produção do leite;
- Analisar a distribuição da fração do desperdício da embalagem plástica do leite por meio de estatística descritiva e por histograma;
- Investigar se o tempo exerce relação linear no desperdício da embalagem plástica do leite por meio de um diagrama de dispersão e teste de correlação de Pearson.

- Realizar o monitoramento da fração não-conforme da embalagem plástica do desperdício do leite através do Gráfico de Controle p ;
- Identificar as causas especiais através dos gráficos de controle e de um Diagrama de Ishikawa;
- Construir um Diagrama de Pareto para elencar o *ranking* das causas especiais de maior impacto financeiro no processo produtivo da empresa;
- Apresentar sugestões de melhorias a partir das análises realizadas.

1.3. Problema

As indústrias de leite, assim como os produtores, são responsáveis pela constante supervisão da qualidade do leite. Produtos industrializados que se encontram fora dos parâmetros definidos indicam sinais de erros durante o processo produtivo, ou até mesmo complicações com a matéria prima (CERQUEIRA et al., 2012).

Os nutrientes que o leite possui são primordiais para a saúde humana, no entanto, considerando seus substratos, como por exemplo, a lactose e proteína, ele é visto como um grande meio de cultura para microrganismos (RAMOS et al., 2014). Contudo, além de modificar a composição do leite, a presença das bactérias pode o levar a se tornar uma linha de transmissão para desencadear doenças infecciosas (BARROS, 2011; BRADLEY, 2002). De acordo com Bradley (2002), é muito comum esse tipo de problema no mercado de leite não pasteurizado ou até mesmo por pasteurização incorreta.

Outro fator bastante importante no processo do leite, são as embalagens. Para Jorge (2013), além de serem responsáveis por conter o produto, ela é imprescindível para a conservação do alimento, protegendo, mantendo sua qualidade e proteção, agindo no bloqueio de razões que levam a deterioração, física, química, biológica.

Para Meurer (2015), em uma indústria de laticínios, os seus resíduos, também chamados de efluentes industriais, são resíduos líquidos consequentes das atividades que são produzidas na indústria. Esse rejeito engloba tanto o leite, quanto os produtos que são derivados, e até mesmo o açúcar e a essência, além de ser considerado o principal responsável pela poluição da indústria de laticínios.

Quando o soro é descartado de forma direta ou indireta no curso da água, acaba comprometendo o meio ambiente. Vale salientar, que o soro do leite é o resto do líquido, posterior

a extração da caseína, que é considerada a principal proteína, representando em média 85-90% do volume e até 55% dos nutrientes (AFONSO et al., 2008).

Para Santos (2014), existem várias maneiras que levam ao desperdício do leite, que pode acontecer devido a superprodução, sem que haja demanda para usufruir daquela quantidade, o que leva um enorme número no estoque. O desperdício por transporte, que acontece durante a movimentação do insumo no momento de saída (de coleta), até a sua chegada na indústria. A perda por processamento, que nesse caso acontece quando se tem uma grande quantidade de matéria prima ou até mesmo de embalagens, isto é, quando é solicitado mais produto que o que é preciso para a sua industrialização, além do desperdício por movimentação, que é aquele que ocorre quando não existe um bom planejamento, havendo movimentação irrelevante para a produção, ou seja, seria necessária uma reengenharia para que o processo produtivo pudesse continuar.

Dessa forma, este trabalho procura responder o seguinte problema de pesquisa: **Quais estratégias devem ser aplicadas para que o processo de produção de leite (kg) apresente um desperdício da embalagem plástica sob controle estatístico?**

1.4. Justificativa

Atualmente é reconhecida a importância de uma boa alimentação, além de um hábito mais saudável, com isso, os alimentos funcionais ganham relevância dentro do mercado, estimulando a expansão de produtos que atendam às necessidades daqueles que buscam por uma saúde melhor.

Com relação ao leite, o seu segmento de produção é um dos mais significativos do Brasil, a respeito da importância socioeconômica. Embora exista limites, a qualidade da matéria prima é considerada um grande obstáculo no desenvolvimento tecnológico de laticínios (BORGES, 2009).

Para Macdonald (2008), desde muito tempo, o leite, assim como seus derivados, é de extrema importância para a saúde e nutrição. Um dos benefícios mais conhecidos do leite é quanto ao fortalecimento de ossos e dentes, além da possibilidade de prevenção contra a osteoporose. Como o leite é uma grande fonte de nutrientes, sua extinção em uma dieta, sem que haja uma substituição equilibrada, acarreta consequências para o crescimento saudável. (CORTEZ et al., 2007).

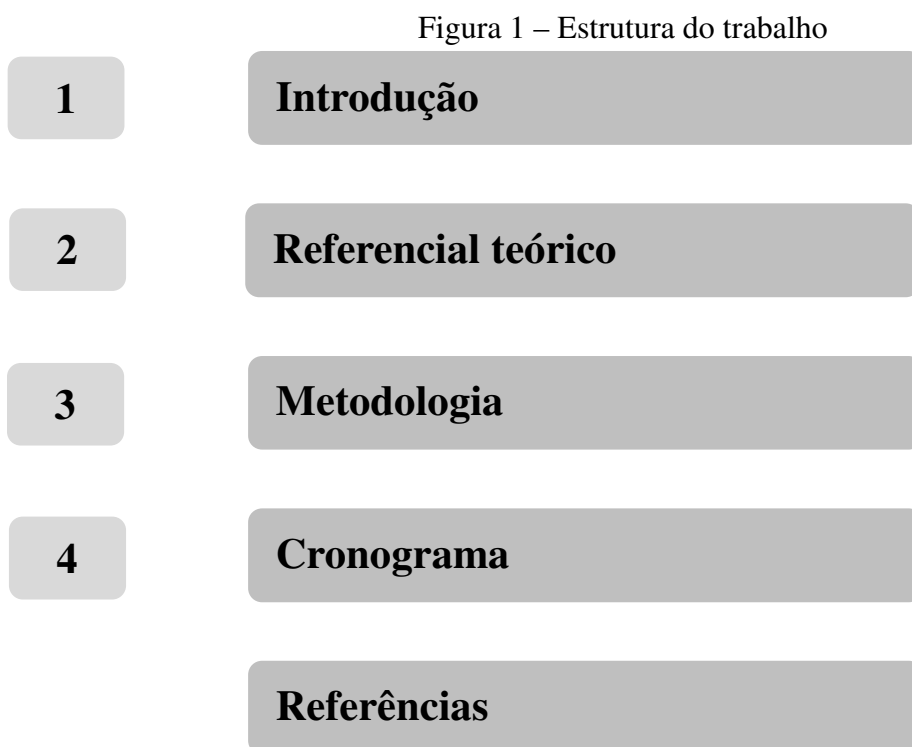
De acordo com Muller (2002), o agronegócio leiteiro se encontra em uma zona de destaque com relação à economia mundial. O posto leiteiro gera mais de três milhões de

empregos diretamente na produção, além de filiar mais de seis bilhões de reais ao montante da produção agropecuária.

Segundo dados expostos pela *International Dairy Federation* (IDF, 2005), o Brasil se encontra como sexto maior produtor de leite. No ano de 2007, foram produzidos mais de 24 bilhões de litros, mostrando a relevância desta operação no país (GUIMARÃES, 2006). Além disso, a Organização Mundial de Saúde (OMS), sugere o consumo mínimo diário de 500 mililitros de leite para um adulto, e um litro na juventude ou terceira idade (COSTA, 2005).

1.5 Estrutura do Trabalho

A estrutura do trabalho é demonstrada através da Figura 1.



Fonte: Elaborado pela autora (2022).

O **1º Capítulo** contém a contextualização sobre o tema abordado, posteriormente, são apresentados o objetivo geral e os específicos. Em seguida, é exposto o problema do estudo, em que é abordado a problemática em questão, e após, a justificativa, é exposto argumentos para o desenvolvimento do trabalho.

O **2º Capítulo** aborda o referencial teórico, sendo discutidos os temas centrais para a elaboração do estudo – Qualidade, as ferramentas da qualidade.

O **3º Capítulo** discorre sobre a metodologia, em que é ilustrado a classificação da pesquisa, além de apresentar a empresa a ser estudada, bem como expor o método de coleta de dados.

O **4º Capítulo**, análise dos dados, expõe os métodos utilizados, a aplicação das sete ferramentas da qualidade, bem como o diagnóstico das causas especiais identificadas. Além disso, neste capítulo são propostas sugestões melhorais para a empresa, buscando sanar os problemas identificados.

O **5º Capítulo** expõe as considerações finais, onde contém os principais pontos abordados no trabalho. O problema de pesquisa é respondido através das propostas de melhoria e dos principais resultados obtidos. Além disso, é apresentado uma sugestão para trabalhos futuros e as limitações do estudo.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Qualidade

Segundo Carpinetti (2016), durante o período em que ocorreu a Revolução Industrial, a qualidade era tida como uma atividade de equilíbrio e domínio, exercida pelos artesãos. Durante esse ciclo, o artesão aprimorava suas atividades, como por exemplo: percepção, comercialização, produção, em linha direta com os consumidores constantemente. Neste período, eram produzidas baixas quantidades dos produtos em que ofertavam.

Para Brasil (2002), a gestão da qualidade vem sofrendo inúmeras alterações nos últimos anos. No entanto, ainda existem muitas mudanças que deverão ser consideradas e realizadas, buscando sempre melhorias consideráveis.

De acordo com Freitas (2005), levando em consideração a periodicidade de falhas encontradas nos produtos, principalmente considerando a produção em massa, acabou levando os consumidores a serem mais críticos quanto a qualidade dos produtos, visto que além do produto em si, também é avaliado o preço dele.

Paladini (2000), expõe que em meio ao ambiente industrial, o ponto central da gestão da qualidade está no processo produtivo, visto que o objetivo é fornecer um produto de ótima qualidade. Ou seja, a qualidade estará presente no produto decorrente deste processo.

Scalco e Toledo (2002), explanam algumas classificações observadas por duas perspectivas: a objetiva, que visa compreender as características físico-químicas do produto (gordura, acidez etc.) e higiene, e, a perspectiva subjetiva, que envolve todo o sabor, a consistência, a coloração; parâmetros estes que são considerados e analisados pelo consumidor final.

Segundo Previero (2001), as organizações precisam criar um modelo de gestão de qualidade para seguir. Essa gestão da qualidade, pode ser interpretada como um grupo de condutas utilizadas para que assim, posteriormente seja atingida de forma eficaz, a qualidade esperada para cada tipo de produto (TOLEDO; BATALHA; AMARAL; 2002).

Outro ponto de extrema relevância para este termo, e quanto ao seu nível de mutualidade. Paladini (2007, p.136) ressalta esse ponto quando se refere que “[...] não é possível estruturar os processos de Gestão da Qualidade sem que seja definida, conhecida e bem entendida a política que a organização adotará em relação à qualidade”.

2.1.1 Conceito de Qualidade

Segundo Carpinetti (2016), qualidade é o conceito-chave mais propagado na sociedade, sempre em conjunto com competitividade, produtividade, etc. Além disso, vem sendo o domínio das últimas décadas, e reflete como satisfação dos clientes.

Kotler (1980), ressalta que a qualidade é uma das maiores características esperadas e notadas pelos consumidores, seja em produto ou serviço. Para ele, a qualidade é definida como “A totalidade dos atributos e características de um produto ou serviço que afetam sua capacidade de satisfazer necessidades declaradas ou implícitas.”

Foi através da teoria matemática que houve movimentação quanto ao termo qualidade, considerando a mesma como pilar para a competitividade entre as organizações. No decorrer do tempo, essa temática acabou ganhando uma grande repercussão dentro das organizações, envolvida em todos os setores, até mesmo no vínculo entre fornecedor e consumidor (CHIAVENATO, 2003).

Para Lobo (2015), a evolução do conceito de qualidade é constante, e se torna cada vez mais transparente ao analisar sua aplicação nas empresas ao longo dos anos. Uma maior dedicação com relação a qualidade, veio com W. A. Shewhart, que foi um estatístico norte-americano, em que, na década de 20, já havia incertezas com relação a qualidade e com a instabilidade vista na produção de bens.

Paladini (2019), expõe que em 1956 foi estabelecida a Organização Europeia de Controle de Qualidade (EOQC), cujas organizações fundadoras descenderam de cinco países pertencentes a Europa Ocidental, são eles: França, Itália, Alemanha Ocidental, Países Baixos e Reino Unido. Um pouco mais recente, a organização desenvolveu suas atividades para que os países da região do Mediterrâneo do sul e leste pudessem ser abrangidos. A missão da EOQC, é basicamente aperfeiçoar a sociedade Europeia através do incentivo da qualidade em sua percepção mais abundante. Para Garvin (2002), a qualidade é uma expressão que expõe inúmeras concepções, logo, "é essencial um melhor entendimento do termo para que a qualidade possa assumir um papel estratégico". Segundo Deming (1990):

A qualidade só pode ser definida em termos de quem a avalia, na opinião do operário, ele produz qualidade se puder se orgulhar de seu trabalho, uma vez que baixa qualidade significa perda de negócios e talvez de seu emprego. Alta qualidade pensa ele, manterá a empresa no ramo. Qualidade para o administrador de fábrica significa produzir a quantidade planejada e atender às especificações. Uma das frases mais famosas de Deming para conceituar qualidade é “atender continuamente às necessidades e expectativas dos clientes a um preço que eles estejam dispostos a pagar”.

A melhor forma de mensurar a qualidade é através do cliente, consumidor, independente dela ser de um produto ou serviço. Outro ponto, é que ela pode ser considerada uma expressão relativa, visto que o seu significado muda de acordo com as necessidades dos clientes, bem como sua evolução. E para que essas necessidades e expectativas sejam atendidas, os gestores precisam entender a necessidade de entender bem os seus consumidores, além do uso de métodos estatísticos nos processos. Além do conceito da qualidade, também é importante expor algumas contribuições dessa área.

2.1.2 Contribuições na Qualidade

Oliveira (2015), apresenta os gurus da qualidade como os filósofos da qualidade, e aborda um pouco das suas contribuições. Contribuições essas que foram extremamente necessárias tanto para as pessoas, como para as empresas, onde inclusive, alguns países tiveram a oportunidade de elevar a sua competitividade, além da qualidade de vida de seus habitantes.

De acordo com Paladini (2019), Joseph M. Juran nasceu em 1904, na Romênia, e faleceu em 28 de fevereiro de 2008, nos Estados Unidos. Ele é o responsável por um dos livros mais prestigiados em sua área (*Quality control handbook*), que teve sua primeira publicação em 1951. Juran é um dos maiores gurus da qualidade do século passado.

Segundo Carpinetti (2016), Juran foi um dos principais informadores sobre a qualidade, além de estar presente no desenvolvimento do Japão, que estava se recuperando após a II Guerra Mundial, nas orientações de qualidade. A partir da década de 50, manifestou-se uma maior atenção com relação a gestão da qualidade, o que originou uma nova ideologia baseada na evolução e aplicação de conceitos e técnicas satisfatórias a uma realidade nova.

Um de seus argumentos era que para que um produto fosse adequado ao seu uso, o seu processo como um todo deveria estar associado a expectativa que os consumidores tinham sobre ele. Isto é, o conceito geral da qualidade, deveria ser assimilado a todos os processos, desde a elaboração do produto, até o seu desenvolvimento, comercialização e pós-venda. Juran também sugeriu uma estrutura para que algumas ações da qualidade fossem desenvolvidas, chamada de Triologia de Controle da Qualidade, como uma técnica periódica de gerenciamento, que abrange o planejamento, controle e aprimoramento da qualidade.

Para Carpinetti (2016), William Edwards Deming ganhou reconhecimento e se tornou influente pioneiro da qualidade, principalmente no Japão e posteriormente nos EUA. Por volta de 1940, os japoneses deduziram que a qualidade ofertada em seus produtos seria um grande

diferencial para que então, seus produtos pudessem competir no mercado internacional. Foi nesse período, que Deming foi chamado para conceder palestras a respeito do controle estatístico da qualidade. Contudo, ao notar que em sua plateia estaria presente industriais e executivos de organizações, Deming mudou o seu roteiro, e acabou por focar em aspectos filosóficos e culturais, que posteriormente ficou conhecido como os 14 pontos de Deming. As ideias propostas por Deming tiveram uma repercussão tão positiva na indústria japonesa, que sobreveio o Controle da Qualidade Total (TQC) japonês. Outra contribuição muito importante, foi junto a Walter Shewhart, na criação do Deming-Shewhar, ou ciclo PDCA como é conhecido popularmente.

Ainda de acordo com Carpinetti (2016), Kaoru Ishikawa agrupou as técnicas de controle estatístico em três classes de complexidade. A primeira classe engloba as sete ferramentas que necessitam de uma clareza por parte de toda a equipe, além disso, podem ser usadas em diagnóstico de 90% das adversidades da qualidade. Aqui se encaixam: Análise de Pareto, Diagrama de Ishikawa, Cartas de Controle, Folha de verificação, Fluxograma, dentre outras. Na segunda classe, estão os métodos estatísticos intermediários, esses se encaixam no uso dos técnicos da qualidade. Com relação a esses métodos é importante ressaltar que precisam de algum conhecimento estatístico, e englobam: Inspeção amostral, projetos de experimentos. Por fim, a terceira classe, aqui se encaixam os métodos estatísticos avançados, estes são para uso de especialistas em qualidade. Nesse setor podemos ressaltar a análise multivariada. Essa técnica é utilizada através do programa Seis Sigma.

Oliveira (2015), aborda que Philip B. Crosby, popularmente conhecido como Crosby, foi um empresário e escritor, que nasceu em 18 de junho de 1926. Em meio aos questionamentos de Crosby, sua ideia central se dá pela prevenção. Ele não considerava a ideia de que os erros são necessários, e com isso surgiu sua ideia de meta, chamada de zero defeitos. Essa foi só umas das suas ideias de associação a qualidade, outros exemplos são: Os 6 C's (Cuidado, Criatividade, Colaboração, Confiança, Continuidade e Coragem) e os quatro absolutos.

Ainda de acordo com Oliveira (2015), Armand V. Feigenbaum, nascido em 1922 em Berkshire, trabalhou no ramo da qualidade, em que foi diretor de operações de fabricação e controle de qualidade. Feigenbaum considerava que a qualidade devia ser tratada com sublimidade, além de englobar algumas características como: ser o único objetivo da organização; ser determinada pelos consumidores; contar diretamente com o compromisso da alta administração.

Walter A. Shewhart, nascido em 18 de março de 1891 em New Canton, conquistou a graduação e o doutorado em física. Sua grande obra, nomeada como Controle econômico da qualidade do produto manufaturado, que foi publicado em 1931 foi tida como uma exposição enriquecedora considerando os princípios básicos da qualidade. Outro marco de Shewhart, foi o seu livro *Statistical method from the viewpoint of quality control* (Método estatístico para o controle de qualidade) em 1939. Vale salientar que em meio a suas inúmeras contribuições para a área da qualidade, está o controle estatístico do processo junto e as cartas de controle (OLIVEIRA, 2015).

2.1.3 Controle Estatístico de Qualidade

De acordo com Lozada (2017), a qualidade é um princípio diligenciado por inúmeras organizações, além de ser vista em suas táticas, buscando competitividade e se sobressaindo em meio a seus concorrentes, conquistando e fidelizando clientes.

Para Souza (2002), o Controle Estatístico de Processo (CEP), também conhecido como Controle Estatístico de Qualidade (CEQ), é fundamentado em ferramentas, na maior parte estatística, independente do processo gerar produto ou serviço. Essas ferramentas contribuem para a percepção do comportamento do processo, e consequentemente no domínio deste comportamento.

Segundo Silva (2011), a união da Estatística com as técnicas de controle da inspeção da qualidade, foi desenvolvida por Walter Andrew Shewhart, em 1924. Shewhart teve grande destaque em meio a engenharia e a estatística, visto que foi através de seus estudos, que foram desenvolvidas várias ferramentas para o Controle Estatístico do Processo.

O objetivo do CEP é basicamente analisar o comportamento do processo. Feito o uso de técnicas estatísticas para a análise do processo ou para os seus resultados, ele acaba fornecendo subsídio para conduzir de forma apropriada, buscando manter um nível de aptidão e estabilidade, garantindo assim, produtividade e qualidade no produto (SOUZA, 2002). A utilização de ferramentas ajuda na identificação, que acontecem por meio de coleta de dados do processo, que buscam eliminar ou reduzir a variabilidade que se dá através de problemas de qualidade. Oakland (1999), considera que as ferramentas se tornam um meio indispensável no processo.

Lozada (2017), ressalta que o controle da qualidade era embasado na vistoria dos itens fabricados, que ocorria no final do processo produtivo, possibilitando que fosse feita uma

identificação de produtos, para posteriormente serem corrigidos, e caso não tivesse solução, descartados.

Shewhart desenvolveu um método considerado simples, porém muito eficaz, e nomeou de “Carta de Controle” do processo (posteriormente, também passou a ser utilizado a expressão “Gráfico de Controle”). A finalidade era distinguir as causas de variação, considerando que poderiam ser comuns ou especiais. Essas cartas de controle foram aplicadas em diagnósticos de dados oriundos de amostragem, promovendo alterações nos métodos de controle de qualidade, ou seja, ele propôs que ao invés de uma simples identificação, seguida de correção ou descarte em produtos falhos, fosse feito um estudo como meio de precaução dos problemas durante todo o processo produtivo, reduzindo assim, o risco de itens defeituosos (LOZADA, 2017).

Considerando todo o processo, as cartas de controle se tornam essenciais para que seja detectado as causas da variação no procedimento. Essas causas de variações podem ser divididas em dois grupos que são as causas especiais (também denominadas como “causas atribuíveis”) e as causas comuns, que serão apresentados abaixo (Oakland, 1999; Kume, 1993):

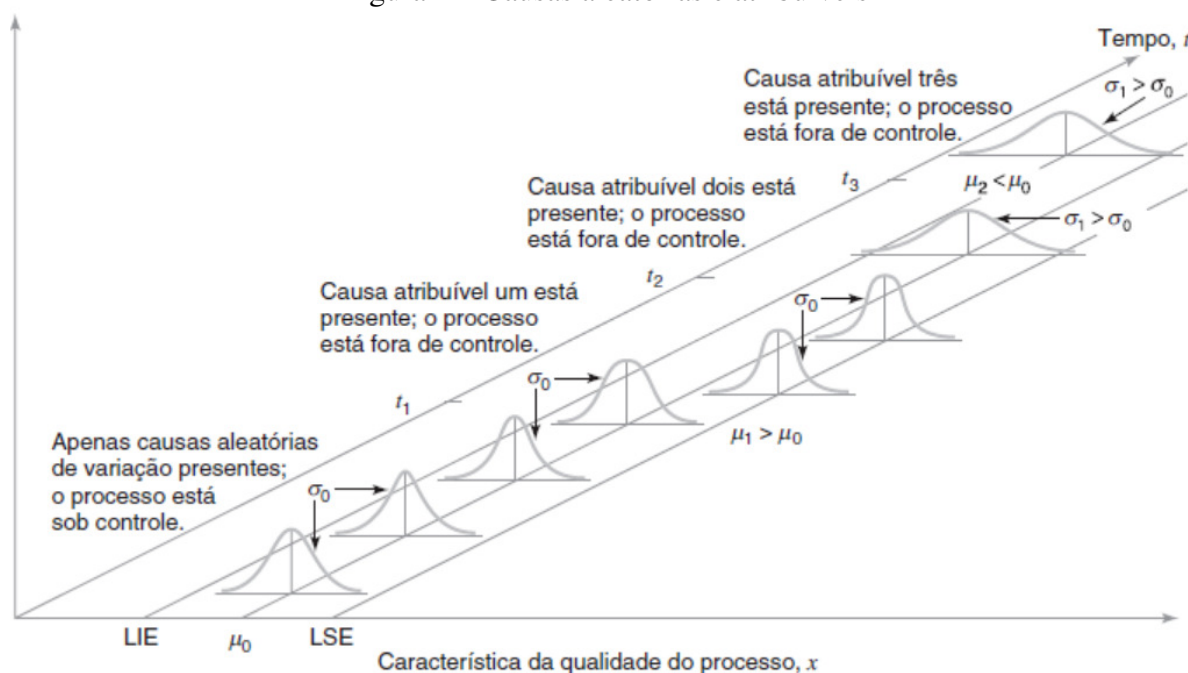
Causas comuns (aleatórias): Essas ocorrem por variações particulares do processo que está sob controle estatístico. Esse tipo de causa já é esperado no processo, ou seja, são relativamente previsíveis, no entanto, são responsáveis pela criação de um sistema constante de variabilidade dentro das amostras coletadas.

Causas especiais (atribuíveis): Esse tipo de causa, se dá através de grandes fontes de variação, causam grande alteração no processo e se encontram fora dos limites de controle da carta.

Com relação a variabilidade do processo, segundo Lozada (2017), é tolerável que ocorram dispersões. Costa (2012) comenta que a variabilidade que ocasiona essas dispersões, está relacionada com as distinções que existem em meio às unidades já produzidas no processo de produção; ou seja, se a variabilidade entre as peças produzidas transparecer em uma quantidade considerável, acaba sendo mais fácil de ser notada, assim, como se for uma quantidade pouco considerável, haverá uma maior dificuldade na identificação. Além disso, vale salientar que, de acordo com Montgomery (2016), todo processo está inerente a uma variabilidade natural, no entanto, essa variabilidade não é alta, nem é responsável por deixar o processo fora de controle.

Além disso, existem outras classes de variabilidade, que podem eventualmente estar presentes em um processo. Tal variabilidade surge geralmente em máquinas controladas de forma imprópria, ou até mesmo através de erros do operador (MONTGOMERY, 2016). Na Figura 2, é possível identificar as causas de variabilidade aleatórias e atribuíveis.

Figura 2 – Causas aleatórias e atribuíveis



Fonte: Montgomery (2016).

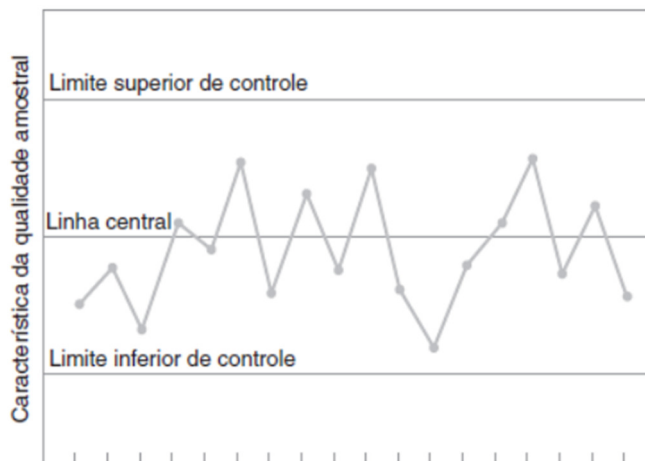
É demonstrado na Figura 1, as causas de variabilidade aleatória e atribuíveis. De maneira detalhada, pode-se observar que até o primeiro momento (t_1), o processo é considerado sob controle, ou seja, só existe a presença de causas aleatórias. Em decorrência, tem-se a média e o desvio-padrão sob controle, que na figura, são representados como μ_0 e σ_0 . Posteriormente, no instante t_2 , acontece uma nova causa atribuível, ocasionando em $\mu = \mu_0$, no entanto, neste processo, o desvio-padrão foi transferido para um valor maior, representado por $\sigma_1 > \sigma_0$. Na sequência vem o t_3 , este está exposto em outra causa atribuível, derivada em valores fora de controle para o desvio-padrão e para média. Logo, a partir do momento t_1 , a existência de causas atribuíveis acarretou um processo considerado fora de controle.

2.2 Gráficos de Controle

Conforme Montgomery (2016), o gráfico de controle é constituído por uma linha central, na qual representa o valor médio dos atributos que constituem o estado sob controle estatístico. Além da linha central, também é composto por duas linhas horizontais, denominadas como Limite Superior de Controle (LSC), e Limite Inferior de Controle (LIC). Esses limites são calculados matematicamente, por exemplo, se o processo estiver sob controle, todos os pontos amostrais vão estar dentro dos limites LSC e LIC, logo, não há necessidade de nenhuma

intervenção. Contudo, caso qualquer ponto fique alocado fora dos limites de controle, é estabelecido que o processo está fora de controle estatístico, o que faz necessário uma avaliação investigativa para propor uma maneira de corrigir, para que então o motivo das causas especiais sem detectadas e posteriormente eliminadas. É demonstrado na Figura 3, a estrutura do gráfico de controle.

Figura 3 – Estrutura do Gráfico de Controle



Fonte: Montgomery (2016)

Ainda para Montgomery (2016), um dos principais objetivos do controle estatístico do processo é identificar episódios de causas atribuíveis (também conhecidas como “causas especiais”) de mudanças do processo, buscando corrigir possíveis falhas antes que muitas unidades produzidas se enquadrem no padrão não conforme. O gráfico de controle é um dos principais métodos de monitoramento. Além disso, podem ser aplicados para ponderar parâmetros de um processo produtivo, auxiliando na determinação da capacidade do processo. Outro ponto, é que o gráfico de controle tem a capacidade de fornecer informação que vai auxiliar na melhoria do processo. Contudo, vale salientar que o objetivo central do controle estatístico do processo é quanto a eliminação da variabilidade no processo.

Consideramos que μ e σ , a média e o desvio padrão do processo de produção, respectivamente. Para que o gráfico de Shewart seja elaborado, utilizamos as Equações (1) a (3):

$$LSC = \mu + L \sigma \quad (1)$$

$$LC = \mu \quad (2)$$

$$LIC = \mu - L \sigma \quad (3)$$

Em que L , é considerada uma constante que representa a distância dos limites até a linha central.

De acordo com Silva (2011), para a elaboração das cartas de controle, inicia-se com uma distinção de características da qualidade a ser contida e estabelecer o método de amostragem, além do tamanho da amostra. Posteriormente, os dados são coletados e ocorre a determinação da linha central, bem como os limites de controle. A partir disso, ocorre a revisão destes limites, em seguida, são plotados na carta os respectivos valores dos dados empregados para que sejam feitos os cálculos da linha central e dos limites de controle. Vale salientar, que os valores que foram plotados no gráfico devem estar dentro dos limites de controle LSC e LIC, isso para que a carta consiga ser usada no controle do processo. Caso ocorra o inverso, ou seja, os valores não estejam dentro dos limites, é preciso recalcular a linha central, bem como os limites de controle, desconsiderando os pontos que ficaram fora dos limites, após diagnosticar a causa que os tornaram causas atribuíveis. Com isso, é definida a estimativa mais adequada para valor central baseado nas informações disponíveis.

A classificação dos limites de controle deve ser decidida no planejamento do gráfico de controle. Considerando que os limites de controle vão estar afastados da linha central, é reduzido consideravelmente o erro tipo I, ou seja, o risco de um ponto se encontrar fora dos limites de controle, o que acabaria indicando que ele estaria fora de controle. Entretanto, caso o espaço entre os limites de controle seja aumentado, o risco do erro tipo II, também aumentará, isto é, o risco de que o processo esteja fora de controle e um ponto cair entre os limites. Caso os limites de controle estejam mais próximos a linha central, vai ocorrer o oposto, ou seja, o risco do tipo I vai aumentar, e o erro do tipo II vai diminuir (MONTGOMERY 2016).

De acordo com Bergquist e Soderholm (2015), tomando base no Teorema Central do Limite e presumindo que os dados sejam independentes, é utilizado $L=3$, decorrente da aproximação pela Distribuição Normal. Visto que o processo está sob controle, após a utilização do valor para 3, a soma da viabilidade de um ponto estar fora dos seus limites é de 0,027 (0,27%), enquanto a probabilidade de os referidos pontos estarem dentro de seus limites é de 0,9973 (99,73%). Deve-se considerar que valores menores para L , acarretam no aumento da taxa de incertezas, enquanto valores maiores, ampliam os limites e consequentemente, torna o gráfico escassamente restritivo.

Montgomery (2016), ressalta a importância do planejamento do gráfico de controle antes da sua aplicação. Ou seja, a distinção quanto ao tamanho da amostra e da periodicidade da amostral. Os gráficos de controle, podem ser estruturados de modo em que o seu funcionamento seja presumível e ágil quanto a detecção de parâmetro fora de controle.

Existem duas fases para a aplicação do gráfico de controle. A fase I, que é a fase de implementação dos gráficos, que ocorre quando as primeiras amostras para a elaboração dos gráficos são colhidas, e os limites de controle são temporários. Nessa fase, é aconselhável a utilização de 20 a 25 amostras, com 3 a 5 unidades. Caso no gráfico os pontos fiquem distribuídos aleatoriamente, mas dentro dos limites, significa que está sob controle. Já na fase II, deve ocorrer uma quantidade menor de vezes a situação de estar fora de controle, considerando que muitas causas já foram excluídas em meio a implantação. Deve-se considerar que os pontos não devem ser descartados, tendo em vista que isso elevaria a perspectiva de alarme falso (VIEIRA, 2014).

Em relação aos tipos de gráfico, existem os gráficos de controle por atributos e os gráficos de controle por variáveis. Qualquer processo pode ser afetado por inúmeras causas de variação, seja uma causa comum ou especial. Os gráficos de controle por atributos são responsáveis pela inspeção de variação, seja de número ou de itens não conformes, ou seja, quando a variável analisada é qualitativa ou quantitativa discreta. (VIEIRA, 2014). Os gráficos de controle por variável operam em dados que podem ser medidos ou que têm alteração contínua (RUSSO, 2002).

De acordo com Ducan (1987), o Dr. Walter A. Shewhart, responsável pelo desenvolvimento de gráficos de controle para variáveis, popularmente conhecido como gráficos de Shewhart, propôs que os gráficos de controle fossem utilizados, a princípio, para estabelecer metas ou até mesmo para o alinhamento de um processo em que a gestão disponha atingir, posteriormente, com um meio adequado para o alcance dessa meta, e por fim, apresentem como medida para presumir se a meta foi atingida.

Para Russo (20002), o gráfico de controle por variáveis não pode ser empregado em características da qualidade que não possam ser medidas, visto que o controle do processo solicita o acompanhamento da média, bem como da variabilidade das medidas. Esse tipo de gráfico, faz uso de informações que podem ser mensurados ou até mesmo que padecem de variação contínua.

2.2.1 Gráfico $\bar{X}$

De acordo com Vieira (2014), o gráfico de controle X-Barra, monitora as alterações entre as médias das amostras. Essas amostras são alcançadas através da fabricação de várias máquinas ou até mesmo vários operadores que auxiliam para apresentar a existência de transferência no processo por mudança da máquina ou do operador, ou até mesmo que haja qualquer outra mudança.

Para Costa, Epprecht e Carpinetti (2005), os gráficos de controle aplicados para supervisionar a média de um processo, bem como a sua variabilidade, partem em um estado chamado de controle estatístico, onde o processo está sob controle, mantendo-se neste até a vinda de uma causa especial que os transportem para um estado, cujas condições de controle não existem mais, ou seja, nesse caso, o processo é considerado fora de controle estatístico.

Segundo Ducan (1987), ao trabalhar com características da qualidade do tipo quantitativa, é indispensável monitorar o valor médio, bem como a variabilidade dessas características. Em geral, o acompanhamento da média se dá através do Gráfico X-Barra, já o monitoramento da variabilidade, ocorre através do Gráfico S ou Gráfico R. Esses gráficos são executados de modo que possuam uma linha central condizente ao valor de referência da característica da qualidade em estudo. É necessário possuir um limite inferior e um limite superior de controle.

Conforme Vieira (2014), caso os pontos fiquem fora dos limites no gráfico X-barra ou no gráfico R, o processo é considerado fora de controle. Sendo assim, os limites de controle não podem ser utilizados para uma nova inspeção. Com isso, é necessária a realização de uma revisão, que se inicia com a análise de cada ponto que se encontra fora de controle, para que então, seja encontrada a causa especial de variação que deliberou a ocorrência. Após a causa ser diagnosticada, deve ser eliminada e posteriormente, recalculados novos limites de controle sem as causas especiais.

2.2.2 Gráfico R

De acordo com Tippet (1925), o objetivo do gráfico de controle R de Shewhart é para monitorar a dispersão do processo por meio da dimensão da amplitude, baseando nas estatísticas da distribuição dos dados da amostra. Para Montgomery (2016), esse tipo de gráfico é apático a mudanças pequenas no desvio-padrão do procedimento. Considera-se que amostrar maiores consigam ser mais eficazes, de acordo com o tamanho que da mostra.

Segundo Vieira (2014), se houver a necessidade do gráfico R ser recalculado, o valor de R vai ser usado para calcular os limites também do gráfico X-barra. Logo, pontos que se encontravam dentro dos limites, podem acabar ficando fora. É necessário que seja feita uma nova revisão até que todos os pontos se encontrem dentro dos limites de controle.

Os gráficos por atributos são utilizados para inspecionar processos onde as características da qualidade são consequência de separação de itens em conforme e não conforme (BEZERRA, 2017), ou seja, quando a variável analisada é qualitativa.

Haitovsky (1982) considerou o agrupamento de dados como um método onde a variável X , junto a função densidade acumulada $F(X)$, seja ela discreta ou contínua, é compacta em uma função de distribuição discreta.

Para Farias (2020), os gráficos classificados nesse tipo, são os que consideram cada item do processo como conforme, não conforme, ou que permite contar o número de não conformidades presente em um item. Dentro os tipos desses gráficos, pode-se citar o gráfico p , np , c e u .

2.2.3 Gráfico P

Para Farias (2020), esse tipo de gráfico é usado quando os aspectos da qualidade são constituídos pela fração de elementos falhos (também conhecido como fração de elementos não-conformes ou fora das especificações). Segundo Pierret (2004), o Gráfico P é bastante flexível, sendo capaz de ser usado para monitorar características da qualidade, um conjunto de características do mesmo tipo ou o produto como um todo.

De acordo com Paranthaman (1990), esse gráfico dispõe de grandes vantagens com sua utilização, uma delas, é poder ser utilizado em inúmeros cenários, bem como, fornecer a informação usualmente sem requerer nenhum custo de coleta, e, possibilitar grande clareza e domínio com as pessoas que não estão habituados com outros gráficos, bem como ser mais fácil a sua implementação.

Conforme Siqueira (1997), a fração defeituosa está relacionada com o número de peças falhas em uma amostra, além do número total da mesma amostra, sendo definida a partir da Equação (4):

$$p = \frac{np}{n} \quad (4)$$

Em que:

p representação a fração defeituosa;

n é o número de peças na amostra ou no subgrupo;

np equivale ao número de peças defeituosas na amostra ou no subgrupo.

De acordo com Pierret (2004), dentre os inúmeros objetivos do Gráfico P , podemos citar que com ele, é possível determinar o nível de qualidade de um item, avaliar o desempenho com relação a qualidade do pessoal envolvido, seja operador ou gerente, bem como, estabelecer critérios de aceitação dos produtos antes do transporte para o cliente.

Ainda para Siqueira (1997), para determinar os valores de limite de controle, são utilizadas as Equações (5) a (7):

$$LSC_p = \bar{P} + 3 \sqrt{\frac{\bar{P}(1-\bar{P})}{n}} \quad (5)$$

$$LC = \bar{P} \quad (6)$$

$$LIC = \bar{P} - 3 \sqrt{\frac{\bar{P}(1-\bar{P})}{n}} \quad (7)$$

Em que:

$\bar{P}$ = fração defeituosa média para todos os subgrupos;

n = número inspecionado em cada subgrupo, ou seja, o tamanho da amostra;

A fração defeituosa média $\bar{P}$ é o valor central do gráfico, obtida pela Equação (8):

$$\bar{P} = \frac{\sum np}{\sum n} \quad (8)$$

Louzada *et al.* (2013), retratam que em virtude de fatores operacionais ou diagnóstico de custos com relação a coleta de dados, em algumas situações estabelecidas, é preciso que haja a utilização de vários tamanhos de amostras, ou seja, para calcular o Gráfico P, o valor de n pode ser fixo ou variável.

Montgomery (2016), aborda algumas possibilidades que aceitam que um tamanho de amostra grande do ponto de vista estatístico seja determinado. O primeiro ponto é quanto a supostamente um número esperado de itens defeituosos em quantidade específica de itens produzidas seja muito pequena, o valor de n que será empregue é o que ocasiona um limite inferior de controle positivo.

2.2.4 Gráfico np

O gráfico np é possivelmente o mais simples de ser utilizado em meio aos gráficos de controle para atributos usuais (WU *et al.*, 2009). Esse tipo de gráfico é utilizado quando se pretende identificar o número de itens em não-conformidade, ao contrário da proporção. É o tipo mais usado no âmbito de controle de qualidade, sua formação tem como essência a distribuição Binominal. Contudo, é necessário utilizá-lo com amostras de tamanhos iguais (FARIAS, 2020).

Louzada *et al.* (2013), afirmam que com esse tipo de gráfico, é possível realizar o monitoramento de itens defeituosos em cada amostra em um determinado período. Uma grande vantagem sua é quanto sua facilidade de interpretação, ou seja, não é necessário ter um grande conhecimento estatístico para entendê-lo.

2.2.5. Gráfico C

Ramos, Almeida e Araújo (2013), explanam que quando o objetivo é monitorar e controlar a quantidade de defeitos ao invés de itens não-conforme, uma possibilidade é utilizar o Gráfico C.

Para Farias (2020), o Gráfico C é utilizado quando se busca o controle do número de não conformidade em um elemento. De acordo com Pierret (2004), em meio aos objetivos desse tipo de gráfico, podemos destacar a possibilidade de determinar o nível médio da qualidade, além de advertir os gerentes quanto a mudanças no nível da qualidade dos itens e indicar áreas que seria rentável a aplicação do gráfico de controle para variáveis.

Segundo Louzada *et al.* (2013), é vantajoso quando cada item fabricado apresenta vários tipos de defeitos ou quando ocorre de vários produtos sofrerem o mesmo defeito. O item examinado pode ser um de grande valor (por exemplo, um automóvel), e a inspeção necessita de investimento de tempo, de dinheiro, fazendo com que cada um dos itens seja tido como amostra.

Para a construção desse gráfico, é bastante semelhante a construção do Gráfico P. Se o número de defeitos não for constatado, é preciso que haja uma coleta de dados suficientes para que seja feita uma estimativa (PIERRET, 2004). Em que, de acordo com o Teorema Central do Limite, deve-se ter uma amostra de no mínimo 30.

Naturalmente, para o desempenho dos cálculos dos limites desse gráfico, as amostras coletadas anteriormente devem ser consideradas, somente as que não sofreram decorrência de causas que tenham acarretado a falta de controle do processo (LOUZADA *et al.*, 2013).

2.2.6 Gráfico u

Conforme Farias (2020), o Gráfico u dispõe do mesmo objetivo que o Gráfico C, entretanto, é necessário considerar subgrupos superiores a um.

Para Louzada *et al.* (2013), esse gráfico é bastante usado quando há necessidade de acompanhar o número médio de falhas por unidade fabricada. Uma das suas aplicações que mais

se destaca é quanto ao planejamento amostral, quando ele é alterado de modo em que o tamanho da amostra começa a ser multiplicado por uma constante k , onde uma amostra (que a princípio era de tamanho n), agora começa a ser representada por uma amostra de medida nk .

A estrutura do Gráfico u é basicamente a mesma do Gráfico C . Primeiro é necessária uma coleta de dados com pelo menos 20 subgrupos. Posteriormente, é calculado o valor central, assim, como os limites de controle, e institui uma aproximação de valor de referência para o número de defeitos.

2.3 Outras ferramentas da qualidade

Para Samohyl (2005), as sete ferramentas da qualidade são recursos estatísticos, cuja função é o aperfeiçoamento da qualidade em produtos, processos e serviços. Tais recursos podem ser empregues em empresas de qualquer porte, considerando que sua característica básica comum é o uso de meios e pessoas qualificadas para analisar de forma crítica os efeitos adquiridos.

De acordo com Montgomery (2016), as principais ferramentas, cujo propósito é a solução dos problemas estatísticos, deveriam ser extensivamente instruídas as organizações para uso rotineiro, identificando assim, oportunidade de avanços e extinção de perdas. As sete ferramentas da qualidade são: Fluxograma ou Diagrama de processo; Diagrama de causa e efeito; Diagrama de Pareto; Histograma; Gráficos de controles; Folha de verificação e Diagrama de dispersão (CORRÊA, 2010).

Além do grupo de ferramentas citadas anteriormente, Paladini (1995), expõe mais dois grupos básicos de ferramentas de gestão, que são:

- **Ferramentas baseadas em novos sistemas de produção:** Que auxiliam na organização do processo, por exemplo: Kanban; *Total Productive Maintenance* (TPM); Círculos de qualidade.
- **Ferramentas Gerencias:** Que buscam otimizar o processo, por exemplo: Diagrama matriz; Diagrama árvore; Diagrama de dependência.

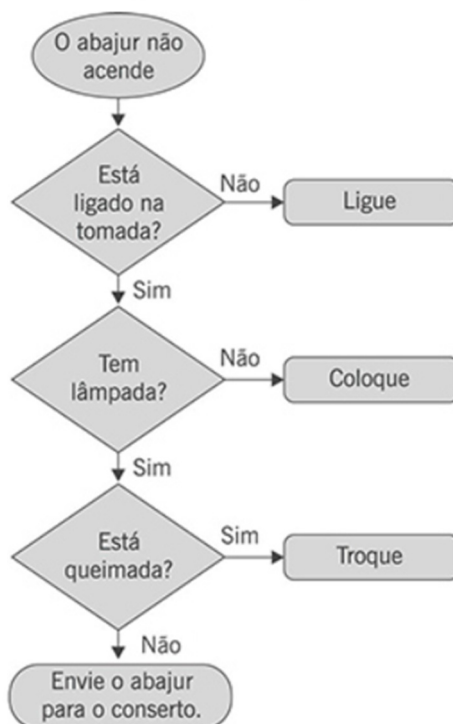
2.3.1 Fluxograma ou Diagrama do Processo

O fluxograma tem a finalidade de representar de forma gráfica as etapas de um processo. Essa ferramenta pode ser empregue em análises de processo já que permite uma rápida percepção do fluxo de atividades (LUCINDA, 2010).

Para Vergueiro (2002), existe um vasto formato e modelos, que buscam combinar o gráfico como um hábito a ser representado. Podem ser chamados de blocos, esqueletos, vertical, horizontal. Todos dispõem de funcionalidades específicas.

Lobo (2010), explana que em meio aos outros tipos de gráficos, o fluxograma é o mais indicado para trabalhos de diagnósticos administrativos, além de ser universal, ou seja, reflete a sequência normal para quaisquer trabalhos e documentos. É apresentado na Figura 4, o modelo de um fluxograma.

Figura 4 – Exemplo de Fluxograma



Fonte: Vieira (2014).

2.3.2 Folha de verificação

São planilhas e/ou tabelas utilizadas como forma de auxiliar na coleta de dados, tornando mais fácil e metódico para a análise. Com a utilização da folha de verificação, ocorre uma redução de tempo, considerando que o desenho de figuras ou números repetitivos são descartados (VALLE, 2007).

Segundo Montgomery (2016), ao idealizar uma folha de verificação, é indispensável especificar o tipo de dado que será coletado, bem como a data, o analista, ou informações

pertinentes para a identificação da causa de um menor desempenho. É muito importante que a folha esteja compatível ao propósito.

A utilização do tipo de folha de verificação varia de acordo com o objetivo em questão, deve ser idealizada após a descrição dos grupos para a estratificação de informações, que podem ser de vários tipos de defeitos e proporções (OLIVEIRA, 2015). É exposto na Figura 5, o modelo de uma folha de verificação.

Figura 5 – Exemplo de Folha de Verificação

Problema: XXXXXXXXXX Período: 1/Mar./00 a 31/Mar/00 Responsável: Sr. Y		
Tipo de defeito	Frequência	Total
Defeito 1	//// // // // // //	21
Defeito 2	//// // // // // // // // //	35
Defeito 3	//// // // // //	17
Defeito 4	//// // // // // // // //	29
Defeito 5	///	3
Defeito 6	////	5
Total		110

Fonte: Oliveira (2015).

2.3.3 Diagrama de Pareto

O Diagrama de Pareto é uma distribuição de frequência de dados, que são alocados por classe (MONTGOMERY, 2016). Esse diagrama é um gráfico de barras que impõe as frequências das ocorrências de forma decrescente, o que consequentemente prioriza os problemas. Com sua utilização, é possível indicar as causas e os problemas de maior relevância (COELHO, SILVA E MANIÇÓBA, 2016).

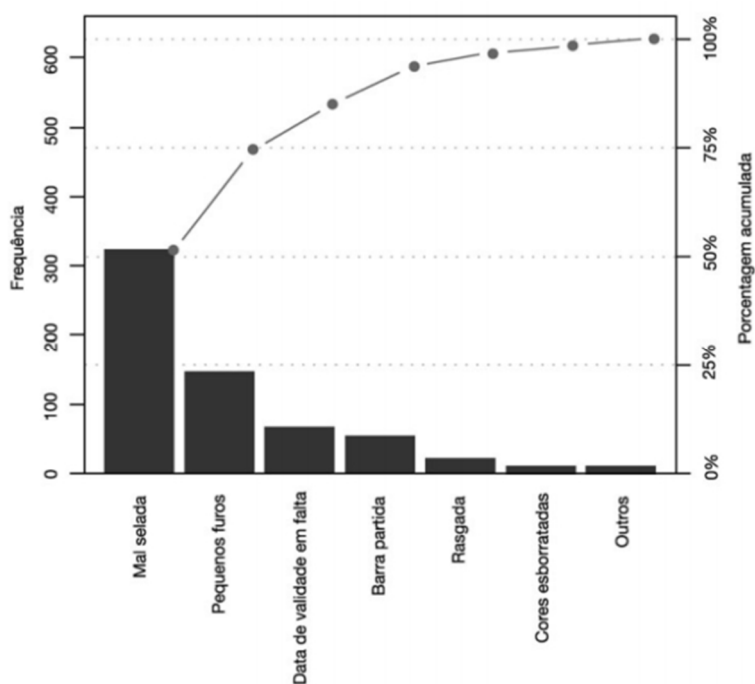
De acordo com Medeiros (2004), o Diagrama de Pareto é uma ferramenta considerada simples, que classifica causas, ou perfis de defeitos, falhas, dentre outros problemas que fazem parte de um determinado processo. É uma ferramenta utilizada para reconhecer obstáculos que exigem uma maior atenção, além de instruir metas para a solução do problema.

Na área da gestão da qualidade, essa ferramenta é extremamente importante no momento de optar por qual ação começar. Desta maneira, é um método muito eficiente, considerando que

ela dispõe de um melhor direcionamento no momento de elencar os problemas que geraram uma maior perda. É exposto na Figura 6, um exemplo da estrutura dessa ferramenta.

Esse conceito está internamente ligado a Lei de Pareto, também chamado de princípio 80-20 – Diagrama de Pareto 80-20. Segundo essa lei, 80% das consequências decorrem de 20% das causas. Joshp M. Juran, submeteu essa lei, levando o nome de um economista italiano Vilfredo Pareto, como homenagem. Ao longo de suas explorações, Pareto percebeu que 80% da dos recursos encontrava-se em apenas 20% da população. Com esta lei, ele afirma que: “20% dos clientes são responsáveis por mais de 80% dos lucros de uma determinada empresa; Mais de 80% das descobertas no mundo científico resultam de 20% dos cientistas.”

Figura 6 – Exemplo de um Diagrama de Pareto



Fonte: Louzada et al. (2013).

O exemplo desse gráfico expõe que as embalagens que mais apresentam defeitos são as embalagens mal seladas e as com pequenos furos, logo, é indicado que esses dois tipos sejam priorizados, visto que a soma de ambos representa 74% das falhas.

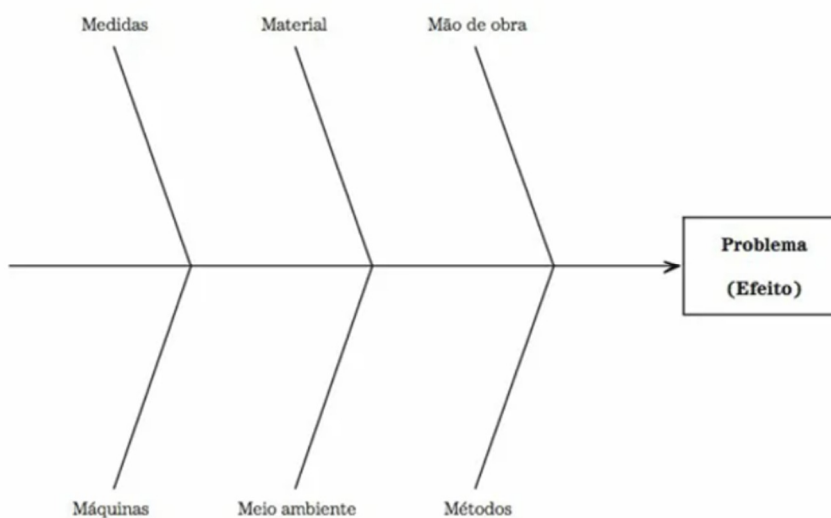
2.3.4 Diagrama de causa e efeito

O Diagrama de causa e efeito, ou Diagrama de Ishikawa é uma ferramenta que possui a finalidade de gerenciar o controle da qualidade de vários processos. Esse método identifica, explora e destaca as possíveis causas de um determinado problema (VERGUEIRO, 2002).

Para cada efeito, existem inúmeras classes de causas. Dentre essas causas, as consideradas primordiais são abordadas em sessões de *Braimstorming*, popularmente chamado de “tempestade de ideias”, em que um determinado grupo de colaboradores envolvidos neste processo é reunido para apresentar as possíveis causas do problema (MEDEIROS, 2004). É demonstrado na Figura 7, a estrutura dessa ferramenta.

Esse diagrama ordena as ideias que estão alocadas em várias categorias de modo atraente, estimulando a identificação das causas, para uma busca por soluções mais rápidas. Em circunstâncias onde ocorre o *Braimstorming*, esse diagrama auxilia na organização das ideias. Auxilia também na capacidade de a incentivar o trabalho em equipe, fazendo com que a equipe destinada para tal processo, busque resultados, e não só apontar o problema (VIEIRA, 2014).

Figura 7 – Estrutura do Diagrama de causa e efeito



Fonte: Ramos et al. (2013).

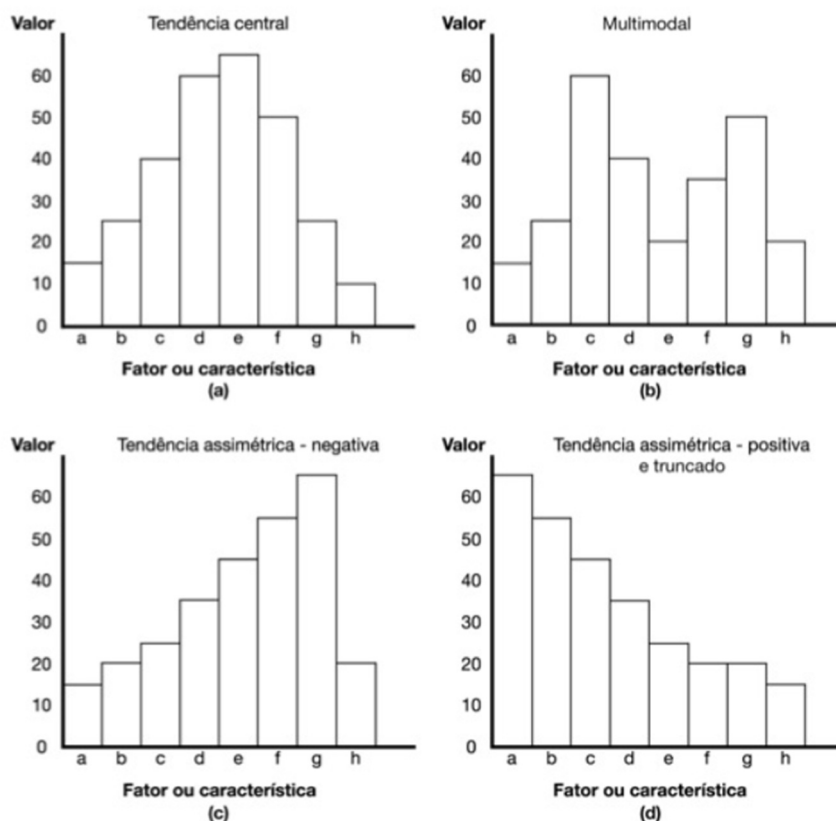
O primeiro passo é a identificação do problema, que deve ser alocado na ponta do diagrama. Posteriormente são listadas as causas dos problemas, que devem ser inseridas de acordo com cada grupo.

2.3.5 Histograma

Para Braz (2002), o histograma é uma ferramenta que agrupa classes de periodicidade, permitindo a investigação da forma de distribuição e a dispersão de dados. Sua estrutura se dá por meio de retângulos contínuos, baseado em faixa de valores da variável em questão, já sua altura é dada através da frequência da ocorrência das informações no intervalo determinado pela base do retângulo.

De acordo com Lobo (2010), essa ferramenta dispõe de uma melhor visualização quanto a análise de variação de um processo. O histograma permite uma descrição variável de um dado momento. Através deles, podem ocorrer intervenções sobre a natureza dos processos (OLIVERIA, 2015). É apresentado na Figura 8, um modelo dessa ferramenta.

Figura 8 – Exemplo de Histograma



Fonte: Toledo et al. (2013).

A Figura 8, apresentou alguns formatos comuns de histograma. No primeiro (a), tem-se a tendência central onde a maior frequência representa o valor médio que está localizado no centro dos outros dados. O segundo (b) representa o multimodal, que mostra mais de um valor

máximo. Nele, existem dois valores máximos, esse tipo de histograma é em particular considerado importante, tendo em vista que podem caracterizar duas populações diferentes, isto é, a mistura de dados de populações, porém, com características diferentes. O terceiro (c), representa a tendência assimétrica negativa, nele é possível identificar que a diminuição de sua frequência tende para o lado direito, enquanto é mais lento para o lado esquerdo. Por fim o (d), que representa a tendência assimétrica positiva e truncado, onde seu respectivo valor ou classe correspondente a frequência maior coincide com um dos limites do histograma.

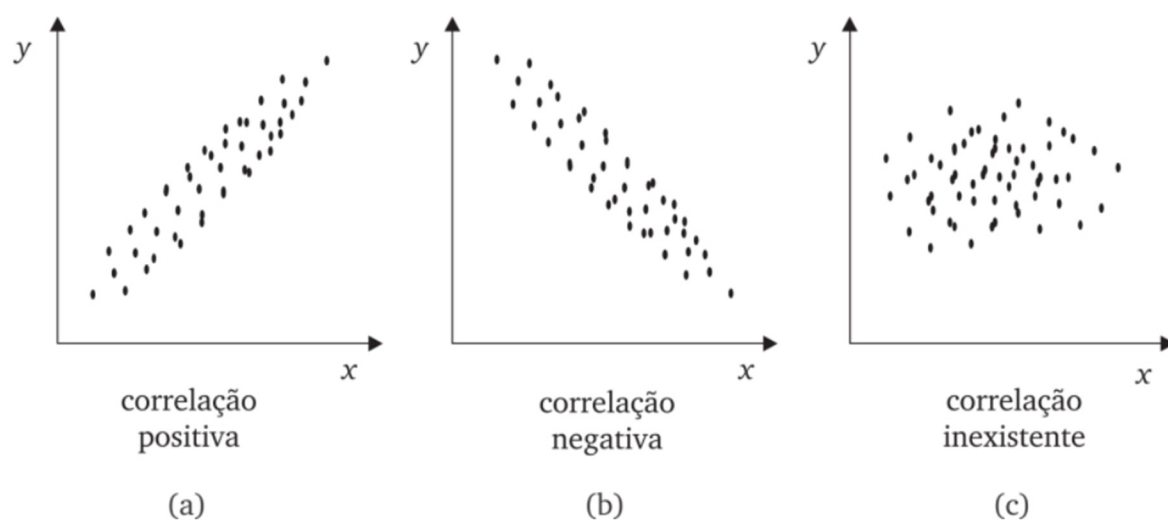
2.3.6 Diagrama de dispersão

Para Costa (1972), o diagrama de dispersão é utilizado na busca de analisar a presença de correção entre duas variáveis. Nesse gráfico, são apresentados duas ou mais variáveis, uma em função da outra. Nesse caso, quando uma determinada variável aumenta o seu valor, e a outra diminui, diz que elas são negativamente correlacionadas, ou seja, são inversamente proporcionais. Caso contrário, quando uma aumenta seu valor, a outra variável também aumenta, então elas são diretamente proporcionais.

Para a construção desse diagrama, é necessário no mínimo 30 pares de dados (x, y) das variáveis da qual o será estudado (valor definido pelo Teorema Central do Limite). No eixo horizontal, deve ficar a que é considerada fator preditor de outra variável, onde será alocado no eixo y. Quanto as escalas das variáveis, são designadas a partir da mais adequada, aquela que forneça uma melhor visibilidade do padrão de dispersão dos pontos. Caso aconteça de existir um ou mais fatores de estratificação implicados no estudo, inúmeras informações importantes podem ser alcançadas através de um diagrama de dispersão, isto se os diferentes níveis dessas causas foram detectados (CARPINETTI, 2016).

É identificado alguns padrões de relacionamento entre as duas variáveis em questão, que são: Relação positiva: Onde acontece o aumento de uma variável e isso consequentemente leva a um aumento na outra. Relação negativa: Onde o aumento de uma variável, ocasiona a diminuição da outra variável. Relação inexistente: A alteração de uma variável não interfere em uma variação sistemática da outra. São expostos na Figura 9 esses padrões na ordem apresentada.

Figura 9 – Padrões de relacionamento do Diagrama de Dispersão



Fonte: Carpinetti (2016).

Na Figura 9, são demonstrados três tipos de correlação, a positiva, a negativa e a inexistente. Na primeira figura (a), temos a correlação positiva, onde o aumento de uma variável, acarreta no aumento da outra. Em seguida, temos a correlação negativa (b), onde o acréscimo de uma variável, leva a queda da outra. Por fim, a correlação inexistente (c), onde a alteração de uma variável não causa uma variação sistemática a outra.

3. METODOLOGIA

3.1 Classificação do estudo

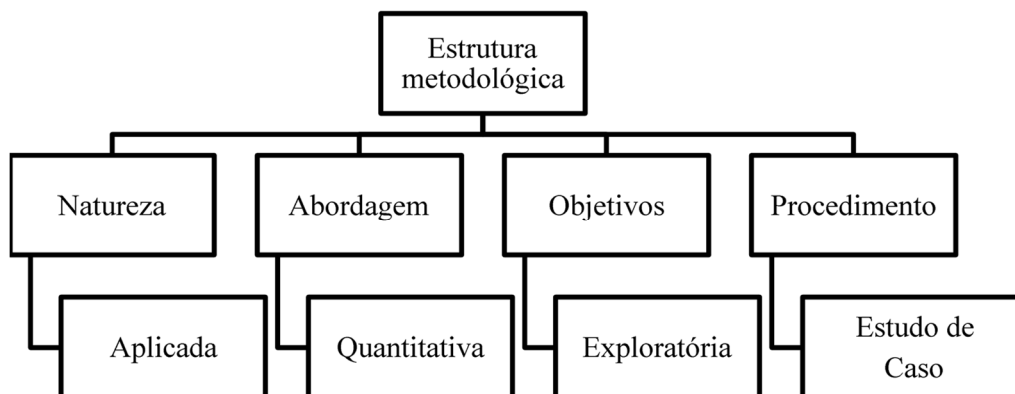
O trabalho é classificado com um estudo de caso com uma pesquisa aplicada, de abordagem quantitativa e exploratória, como é demonstrado na Figura 10. De acordo com a abordagem aplicada, a pesquisa foi classificada como quantitativa. Lehfeld (1991) aborda a pesquisa como sendo a inquisição, um processo sistemático e intensivo, que tem por finalidade descobrir e esclarecer os fatos que estão inseridos em uma determinada realidade. Para Polit, Becker e Hungler (2004), a pesquisa quantitativa vem do pensamento positivista lógico, onde busca ressaltar o modo de pensar dedutivo, regras lógicas e atributos mensuráveis.

Para Thiollent (2011), a pesquisa aplicada empenha-se em problemas expostos em organizações, grupos, e até instituições. É responsável pela análise e identificação de problemas e procura de soluções. Pesquisa aplicada é “aquela que tem um resultado prático visível em termos econômicos ou de outra utilidade que não seja o próprio conhecimento”. (SCHWARTZMAN, 1979).

A pesquisa exploratória, de acordo com Gil (2010), busca “proporcionar mais familiaridade com o problema”, onde sua função é deixá-lo mais claro, com relação a estudar todos os pontos relativos ao estudo em questão. Esse tipo de pesquisa busca facilitar o domínio do pesquisador com o problema da pesquisa, permitindo assim, a elaboração de circunstâncias (GIL, 1991). Nesse tipo de pesquisa exploratória, os mais comuns são pesquisas bibliográficas e estudos de caso.

Segundo Yin (2015), o estudo de caso busca compreender um fato real, bem como expor o domínio do estudo que envolve elementos extremamente relevantes com relação ao contexto estudado. O trabalho tem o intuito de analisar o desperdício do leite, através da coleta de dados realizada na empresa permitindo aprofundamento sobre a mesma.

Figura 10 - Estrutura metodológica da pesquisa.



Fonte: Elaborado pela autora (2022).

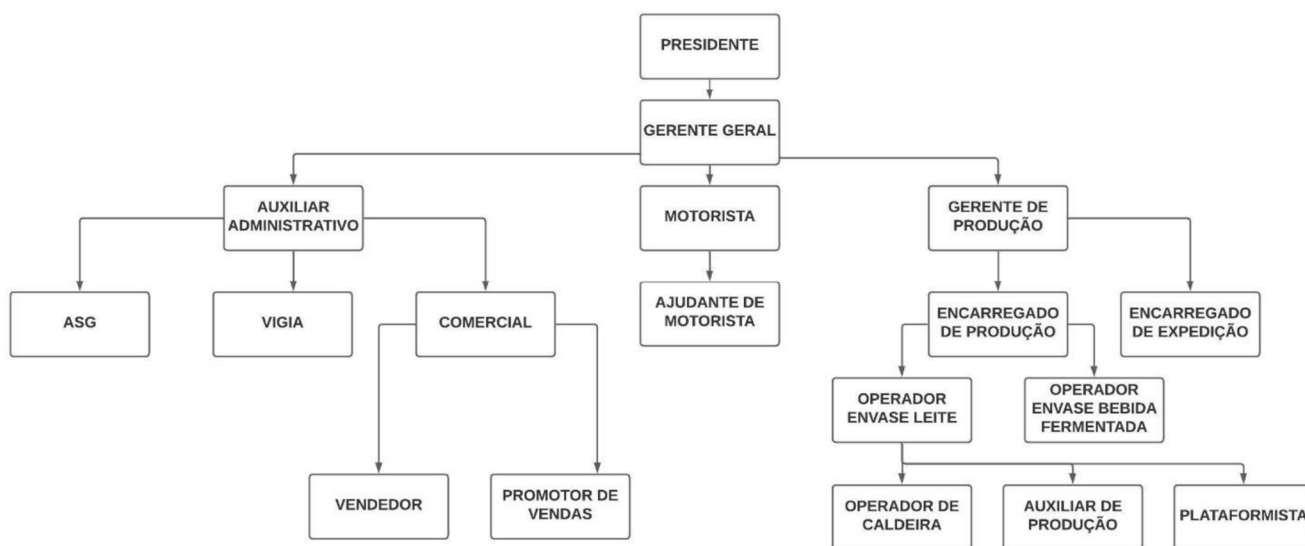
3.2 Caracterização da empresa

A empresa em que o estudo foi realizado, está localizada no município de Angicos/RN e opera no segmento de laticínios. Foi fundada em 1994, e possui atualmente 17 colaboradores. A empresa trabalha com dois tipos de leite, o bovino e o caprino. Atualmente, conta com duas linhas de produtos (linha comercial e linha institucional). A maior demanda é através da linha institucional, em que atende 21 municípios. A empresa tem em média 150 sócios e possui capacidade para estocar até 60 mil litros de leite.

Dentre os produtos ofertados, existe o leite, queijo, bebida láctea, requeijão e manteiga da terra. Em relação ao leite, são comercializados quatro tipos: leite integral, leite desnatado, leite caprino e leite bovino. Além do leite, existe várias comercializações do queijo, como: queijo coalho, queijo minas frescal e queijo de manteiga. Quanto a bebida láctea, é ofertada em quatro sabores - morango, ameixa, graviola e salada de frutas.

A Empresa é composta por Departamentos, sendo esta estrutura da organização, ilustrada na Figura 11, em que é apresentado a divisão hierárquica da organização, aonde vai da presidência, gerência, assistente financeiro, comercial, dentre outros.

Figura 11 – Organograma da empresa estudada



Fonte: Elaborado pela autora (2022).

3.3 Coleta e análise de dados

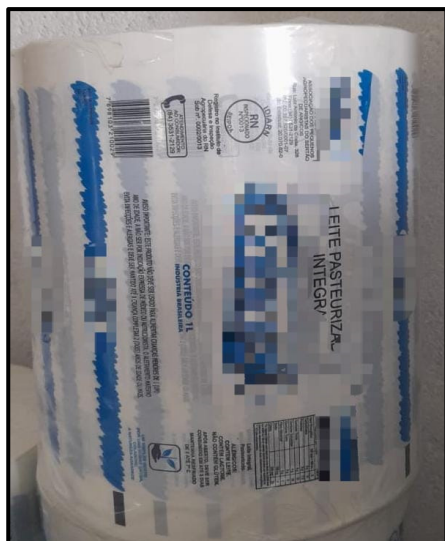
A coleta de dados ocorreu entre 01/05/2021 a 31/03/2022, ou seja, totalizou 11 meses sendo representada por 58 observações. Os dados foram coletados por meio de uma folha de verificação pela auxiliar administrativa da empresa, que fazia a pesagem (kg) da quantidade de embalagens junto aos funcionários do setor de produção. Para essa coleta, todos os dias após a conclusão da produção, ocorreu a pesagem das embalagens que apresentaram defeitos, posteriormente, foi alimentada uma planilha com os respectivos valores.

Dentre os produtos ofertados pela Empresa, para este estudo foi escolhido a embalagem plástica do leite, objetivando assim, reduzir o seu desperdício durante a produção. A escolha dessa variável se justifica, visto que é o produto que irá proteger e ser utilizado como transporte do leite, matéria prima essencial para o processo produtivo dos demais produtos comercializados pela Empresa, uma vez que todos os outros são derivados dele. A embalagem evita que ocorram desperdícios durante o transporte, além de proteger os produtos lácteos contra a luz, evitando a destruição de vitaminas importantes que protegem de microrganismos, e também manter a preservação do sabor e do aroma.

Existe uma grande variedade de embalagens, formas, modelos, em vários materiais, todas propiciam benefícios, além de representar a própria imagem da empresa, a Figura 12 (a) expõe como a embalagem é recebida pela empresa, enquanto a Figura 12 (b) demonstra o modelo da embalagem utilizada já com a matéria prima (o leite).

A chegada desse insumo ocorre através de caminhão com tanque rodoviário em aço inox e revestimento isotérmico, como é demonstrado na Figura 13 (a), ou pela entrega de alguns colaboradores, onde são armazenados em tambores, apresentado na Figura 13 (b).

Figura 12 – Embalagem plástica utilizada no processo de produção



(a) Embalagem do leite em seu estado bruto



(b) Embalagem com a matéria prima

Fonte: Autoria Própria (2022).

Figura 13 – Transporte do leite até a empresa



(a) Transporte do leite via caminhão tanque



(b) Transporte do leite via colaboradores

Fonte: Autoria Própria (2022).

Em busca de possíveis causas para o desperdício, foram feitos levantamentos com o auxílio da folha de verificação, que era alimentada com o respectivo mês e quantidade deste, a quantidade de matéria prima que era adquirida (em KG), a quantidade de matéria prima que era desperdiçada (em KG), a marca do produto, visto que além de produtos ofertados a rede

comercial, também é ofertado ao Estado, e o possível motivo para aquele desperdício, além dos relatos dos colaboradores envolvidos no processo.

3.4 *Softwares* utilizados

De acordo com Leite (2006), *softwares* são programas de computadores, possuem vários modelos, assim como a documentação relacionada, sendo um produto conceitual e lógico.

Para o objetivo deste trabalho, foram utilizados os seguintes *softwares*: Para a Folha de verificação e os gráficos de linha, foi utilizado o *Microsoft Excel* 2019. Para o Fluxograma e Diagrama de causa e efeito, foi utilizado o *lucidchart*. Para as estatísticas descritivas, o Boxplot, Histograma, Diagrama de Dispersão, Teste de Correlação de Pearson, estimativa do modelo de regressão e Análise de Variância, foi utilizado o *Software R* (versão 4.1.2) - R Core Team (2022). Os Gráficos de controle p e o Diagrama de Pareto foram construídos com base no pacote QCC - *Quality Control Charts* (Scrucca, 2004), pacote este que é instalado no R Core Team (2022). O *script* utilizado no *software R* está disponível para consulta no Apêndice deste trabalho.

O *Lucidchart* é uma plataforma *on-line*, que possibilita a criação de diagramas, organogramas, mapas mentais etc. É uma ferramenta bastante útil para diversas áreas, como por exemplo, Gestão e Design, para os negócios e afins, possibilitando interação, protótipos, além de permitir os formatos PDF, PNG, JPG ou Visio. Seu principal objetivo é ordenar formas, rótulos, e pode ser personalizado de acordo com o estilo individual de cada pessoa.

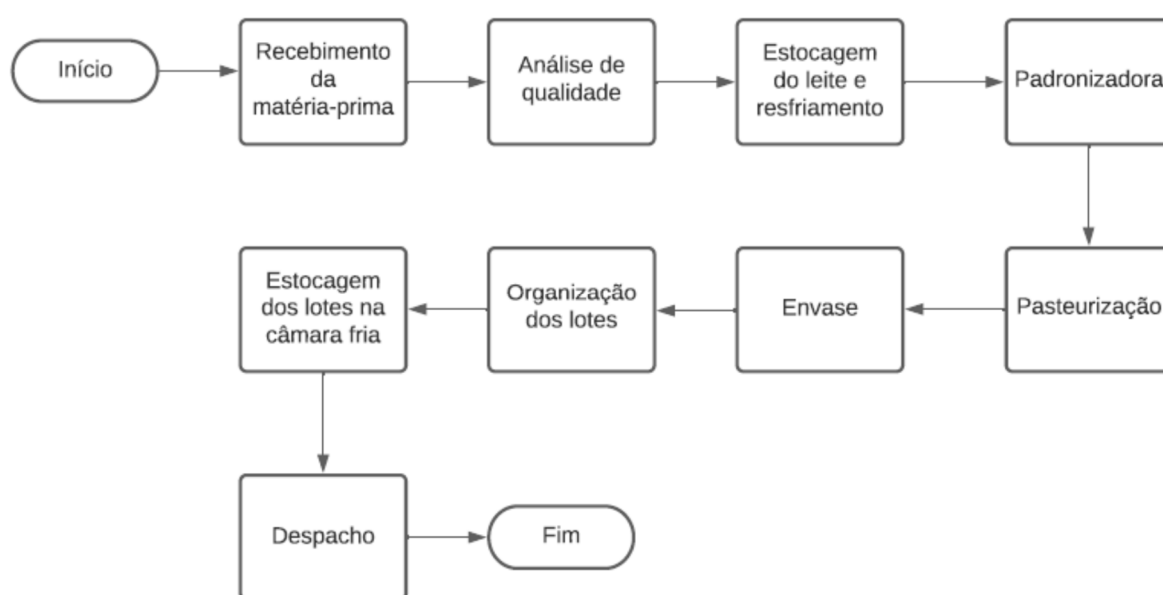
O *software R* possui códigos e ambiente para computação, estatística e gráficos. Além disso, o R fornece uma vasta diversidade de técnicas voltadas para a estatística, como a modelagem linear e não linear. Esse *software* permite um direcionamento de códigos para a atuação nas atividades. Uma das principais características do R, é quanto a simplicidade dos gráficos fornecidos, além de símbolos matemáticos e fórmulas quando se fizer necessário. Outro ponto é que o R possui seu formato de documento particular similar ao LaTeX, que é utilizado para oferecer uma documentação ampla, até mesmo *on-line* em diversos formatos.

Por fim o *Microsoft Excel*, que é uma ferramenta bastante conhecida e utilizada no dia a dia. Sua maior funcionalidade é para controlar e organizar diversas informações, além da possibilidade de obter um maior detalhamento de informações. É uma ferramenta que pode ser utilizada em toda e qualquer área, principalmente por conseguir agrupar e resumir informações e conseqüentemente, fornecer melhor acompanhamento do objetivo em questão.

análise do leite, através desse estudo, é conferido se o leite sofreu alguma adulteração; caso ele esteja apto, dar-se andamento para os próximos processos. Em seguida, há a estocagem do leite e o resfriamento, nessa etapa, o leite é resfriado a uma temperatura de 4°C a 5°C para que sejam retirados quaisquer microrganismos que venham a se amplificar, por efeito da temperatura ambiente.

O próximo passo é na padronizadora, que é responsável pela retirada da gordura do leite. Para o processo de pasteurização que é realizado na empresa de laticínio, é chamado de pasteurização rápida e ocorre de 72°C a 75°C, com uma duração em cerca de 15 segundos. Quanto ao processo de envase, a empresa possui duas máquinas responsáveis por essa etapa. Após ser envasado, são criados lotes dos produtos para que sejam transportados até a câmara fria, onde vão ser estocados. Essa câmara possui uma temperatura padronizada de 1°C a 8°C. Por fim, ocorre a expedição do produto para comércios e escolas.

Figura 15 – Mapeamento do processo do leite



Fonte: Elaborado pela autora (2022).

A estatística descritiva é o estágio onde acontece a análise dos dados e posteriormente sua justificativa. De acordo com o Quadro 1 e a Figura 16, são detalhados os custos e peso (kg) da matéria-prima adquirida mensalmente, bem como os custos e o peso (kg) do desperdício dessa matéria-prima. É possível encontrar o valor total de compra das embalagens, considerando os 11 meses de estudo, que se iniciou em maio de 2021 até março de 2022, totalizando um valor corresponde a R\$ 1.357.055,66 que equivale a 45.796,17 kg. Desse custo total de embalagem adquirida, houve um desperdício de R\$ 45.512,24, ao mesmo tempo que o equivalente ao valor total de kg, foi desperdiçado 1.540,36 kg. É importante ressaltar que não existe reaproveitamento da matéria-prima desperdiçada, tornando assim, o desperdício com maior impacto econômico e ambiental. Dos dados contabilizados referentes aos 11 meses de análise, a menor aplicação mensal para a compra de matéria-prima foi de R\$ 3.270,00, já com relação ao desperdício mensal, o menor custo foi de R\$ 163,90.

Analisando os dados de compras da matéria no Quadro 1, tem-se o 1º quartil, responsável por 25% dos dados, onde houve uma variação entre os menores valores de R\$ 3.270,00 a R\$ 13.593,00, ou seja, esses são os valores que representam 25% das compras mensais de menor valor. Com relação a mediana (também conhecida como 2º quartil), ela representa 50% das compras mensais de menor valor, correspondendo de R\$ 3.270,00 a R\$ 15.164,00. O 3º quartil, caracteriza 75% dos menores dados, onde vai de R\$ 3.270,00 a R\$ 37.314,00 de compras mensais de leite. Feita esta análise, tem-se os 25% restantes, que representam as compras de matéria-prima de maior valor, que correspondem de R\$ 37.314,00 até R\$ 52.996,00. Por meio do desvio-padrão e da média, foi possível calcular o coeficiente de variação (CV). O CV foi utilizado para comparar a variabilidade entre as variáveis, visto que ele é adimensional e é dado em percentual, podendo então, comparar variáveis de unidades de medidas distintas. Portanto, é possível notar que todas as variáveis apresentaram CV entre 63% a 68%, variabilidades próximas entre si.

Com relação ao desperdício, ainda no Quadro 1, é utilizado a mesma linha de raciocínio utilizada na matéria-prima e exposto na Figura 16. O primeiro quartil representa 25% do menor valor de desperdício, que está entre R\$ 163,90 e R\$ 307,40. A mediana, responsável por 50% do desperdício, varia de R\$ 163,90 e R\$ 781,70. O terceiro quartil, que engloba 75% dos desperdícios ficou entre R\$ 163,90 e R\$ 1.093,50. Por fim, os 25% que representam o maior desperdício se refere a R\$ 1.093,50 a R\$ 2.328,40.

Com os resultados obtidos, foi gerado o Boxplot dos custos de matéria-prima e de desperdício, como é mostrado a Figura 16. Vale salientar que não há nenhum *outlier* (valor

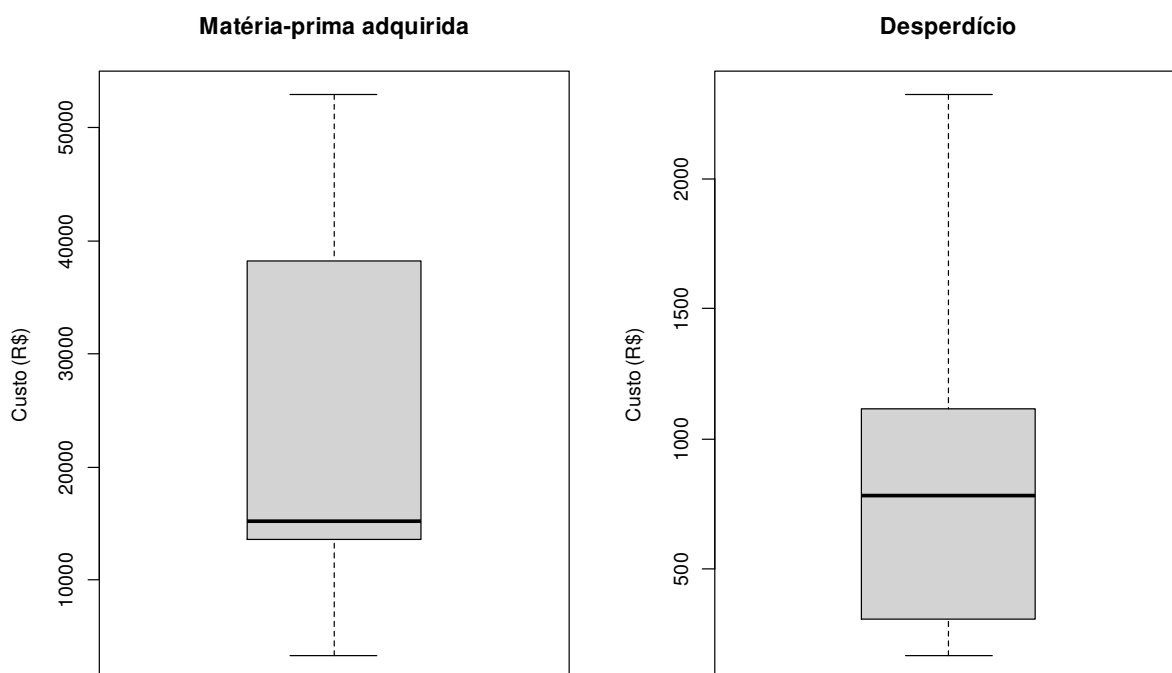
extremo), ou seja, todos os valores estão dentro da normalidade de três vezes o desvio interquartilico, tanto inferior, quanto superior, em ambos os boxplot's.

Quadro 01 - Estatística Descritiva dos dados

Estatísticas	Matéria-Prima		Desperdício	
	Custo (R\$)	Peso (kg)	Custo (R\$)	Peso (kg)
Total	1.357.055,66	45.796,17	45.512,24	1.540,36
Mínimo	3.270,00	113,1	163,9	5,39
1º Quartil	13.593,00	467,6	307,4	10,64
Mediana	15.164,00	499,0	781,7	27,05
Média	23.398,00	789,6	784,7	26,56
3º Quartil	37.314,00	1.275,0	1.093,5	35,97
Máximo	52.996,00	1.833,8	2.328,4	76,59
Desvio-padrão	14.986,31	499,78	538,90	18,01
Coeficiente de variação (%)	64,05%	63,30%	68,68%	67,84%

Fonte: Elaborado pela autora (2022).

Figura 16 – Boxplot dos custos de matéria-prima e de Desperdício

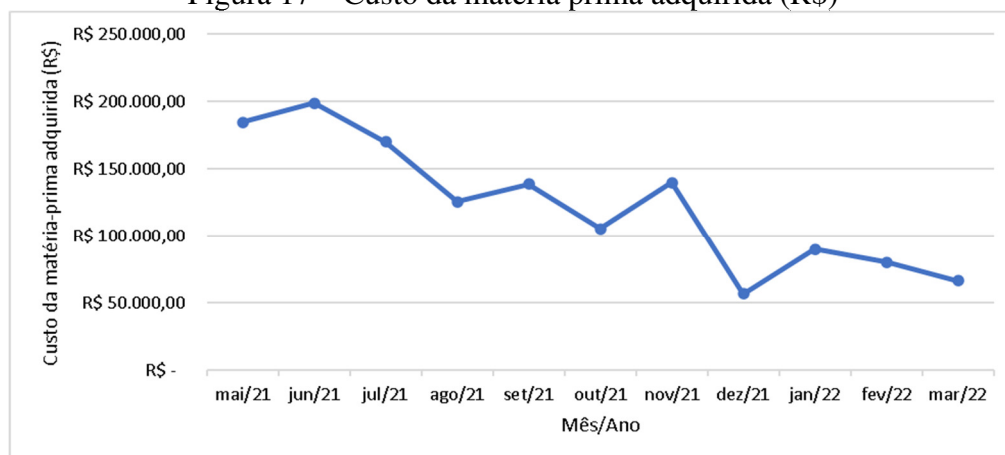


Fonte: Elaborado pela autora (2022).

Com a planilha utilizada para a coleta de dados durante todo o período analisado, foram elaborados os gráficos voltados ao de custo da matéria-prima adquirida (R\$), custo do desperdício (R\$) e a proporção do desperdício. Os dados foram separados de maneira mensal.

Com relação ao custo da matéria-prima adquirida, nota-se que ela apresentou um menor investimento com relação a aquisição mensal ao longo dos 11 meses analisados, visto que inicialmente, as compras foram ocorrendo e no decorrer do tempo, uma quantidade menor foi sendo adquirida, ou seja, ao longo dos meses, a Figura 17 tende a diminuir.

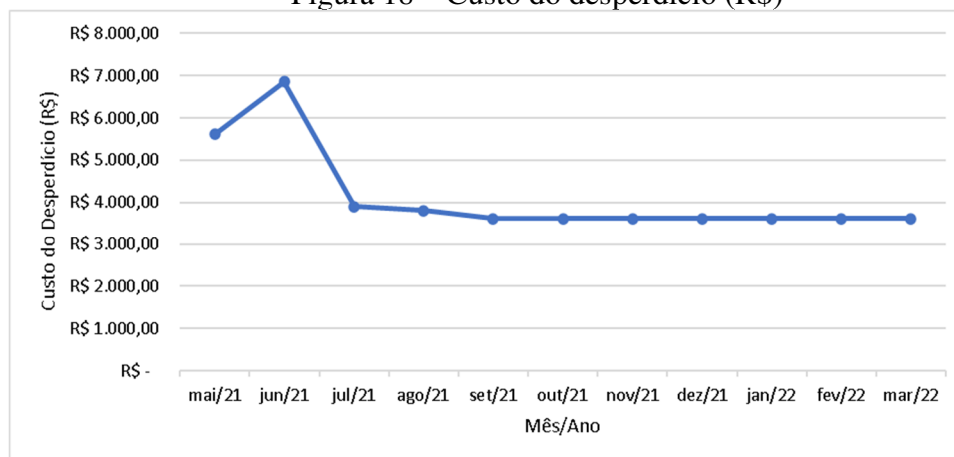
Figura 17 – Custo da matéria prima adquirida (R\$)



Fonte: Elaborado pela autora (2022).

Com relação a Figura 18, em que representa o custo do desperdício, percebe-se que o desperdício iniciou com um valor entre R\$ 5.000,00 e R\$ 6.000,00 reais (maio/2021), ainda assim, no mês seguinte (junho/2021), houve um aumento, fazendo com que o desperdício se elevasse, consequentemente, gerando uma perda financeira para a empresa, chegando a aproximadamente R\$ 7.000,00. No entanto, após esse aumento, nos meses seguintes (julho a setembro de 2021), ele foi reduzindo consideravelmente, e permanecendo aproximadamente constante a partir de outubro de 2021.

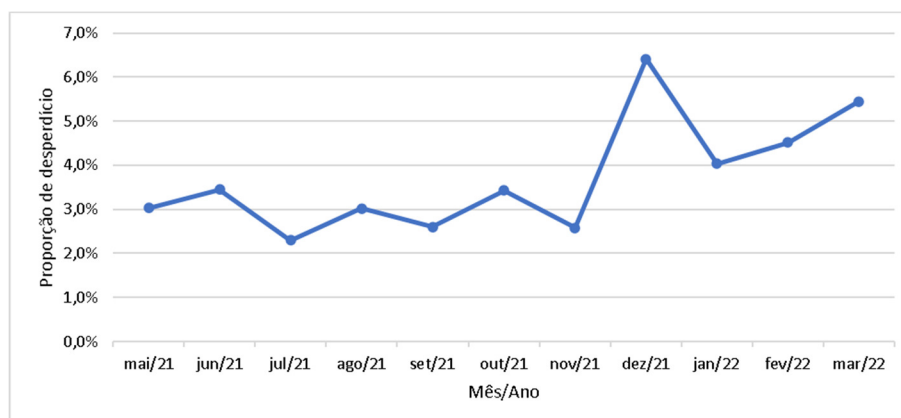
Figura 18 – Custo do desperdício (R\$)



Fonte: Elaborado pela autora (2022).

Na Figura 19 é apresentado o percentual de desperdício, onde inicialmente começou em aproximadamente 3,0% (maio/2021), tendo um aumento para quase 4,0% (junho/2021) e no decorrer dos meses (junho/2021 a março/2022) foi aumentando aos poucos, tendo um pico maior de aumento no mês de dezembro de 2021. Nota-se uma variabilidade no decorrer dos meses, em que existe um aumento e uma redução dessa proporção, porém, independente dessa oscilação, o percentual de desperdício foi aumentando aos poucos com o passar do tempo.

Figura 19 – Proporção de desperdício



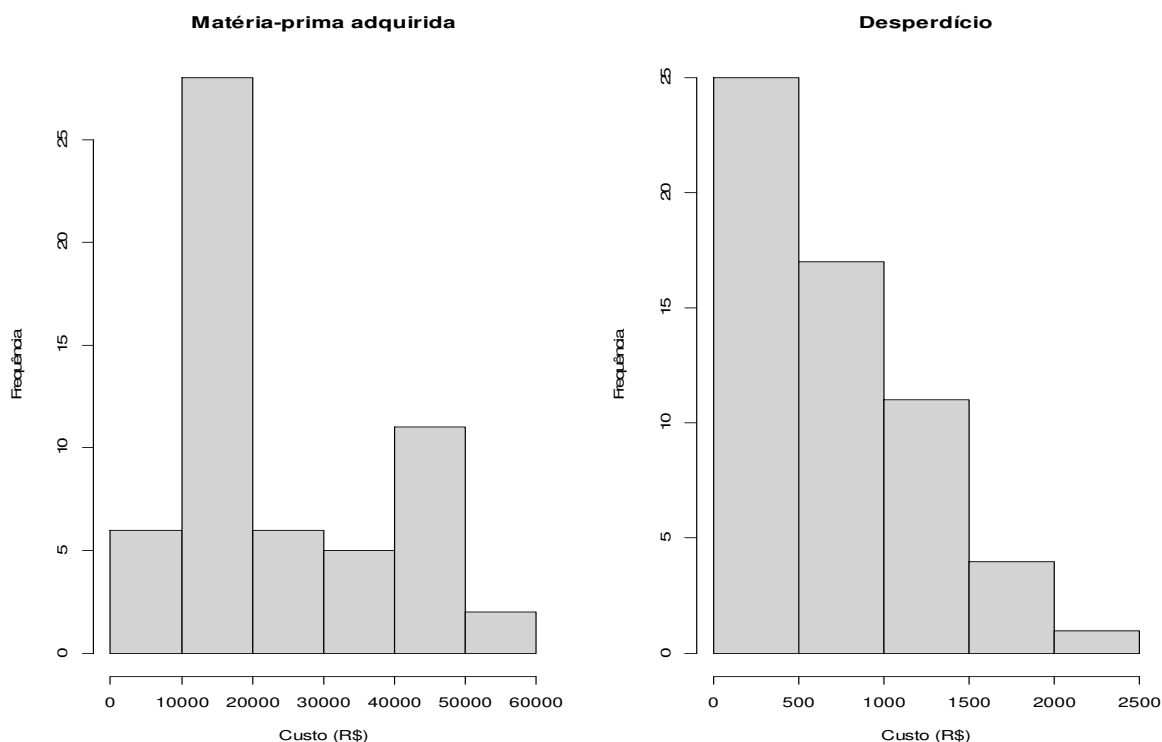
Fonte: Elaborado pela autora (2022).

O histograma expõe uma distribuição de frequências, e é utilizado como indicador nos processos. Nesse tipo de gráfico, cada barra retrata uma classe a ser abordada e a altura representa a frequência com que essa classe ocorre. Ele pode ser categorizado com base em algumas características. Nesse caso, é apresentado na Figura 20 duas figuras, um para a matéria-prima adquirida (R\$) e um para o desperdício (R\$).

Pode-se observar que ambos os histogramas da Figura 20, indicam uma distribuição assimétrica à direita, ou seja, existe uma concentração de dados nos menores valores (compras mensais e custo de desperdícios mensais de menor valor), além de uma menor concentração de dados nos maiores valores do eixo x de ambos os gráficos.

Com relação ao histograma da matéria-prima adquirida (Figura 20), nota-se que a maioria das compras foram realizadas em valores (R\$) menores. Ou seja, o valor individual mensal das compras não possui um custo muito alto. Para o gráfico do desperdício, percebe-se com relação aos valores que a empresa teve, os prejuízos foram menores, ou seja, a maior parte do prejuízo é de menor valor agregado, em comparação com a série dos dados, logo, o prejuízo foi de menor impacto com relação a quantidade de matéria-prima.

Figura 20 – Histograma



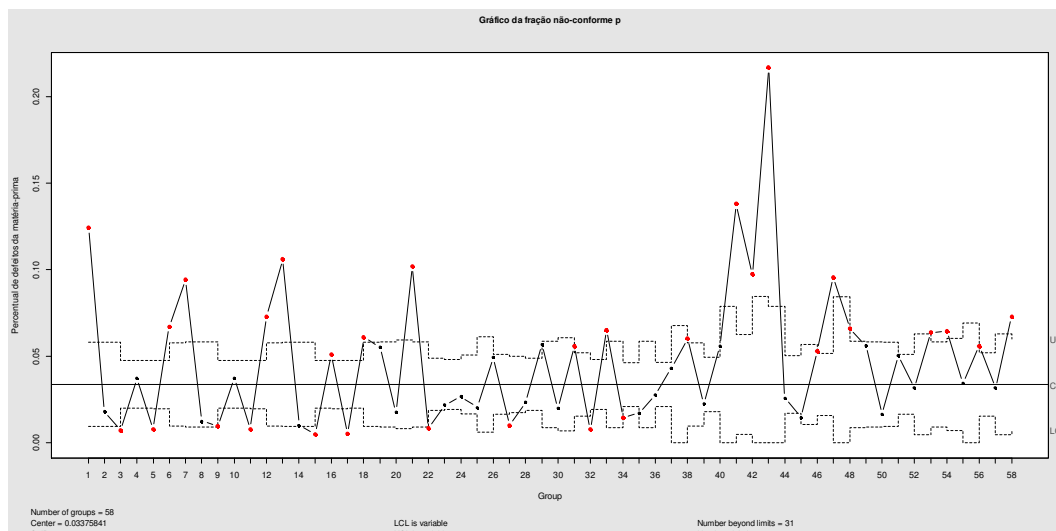
Fonte: Elaborado pela autora (2022).

4.2 Gráficos de Controle

A análise com o gráfico de controle p foi feita para averiguar se o processo de envase do leite estava ou não sob controle estatístico. Caso não estivesse, uma investigação seria realizada, em busca de diagnóstico. Como o objetivo é analisar o desperdício das embalagens por meio dos gráficos de controle, nesse estudo, o processo de produção será considerado fora de controle, apenas quando houver pontos acima do Limite Superior Controle (LSC), visto que as observações referentes à fração não-conforme que se encontram abaixo do Limite Inferior de Controle (LIC), é considerado um fator positivo, uma vez que indica um baixo desperdício da matéria-prima.

O monitoramento do processo iniciou com 58 observações. A partir da análise da Figura 21, nota-se que há 21 pontos fora de controle por estarem acima do limite superior de controle, sendo eles: 1, 6, 7, 12, 13, 16, 18, 21, 31, 33, 38, 41, 42, 43, 46, 47, 48, 53, 54, 56 e 58. Logo, o processo não se encontra sob controle estatístico, indicando a necessidade de um recálculo, e diagnóstico das causas dessa instabilidade.

Figura 21 – Gráfico de Controle p para desperdício de embalagens (1ª tentativa)



Fonte: Elaborado pela autora (2022).

As causas foram diagnósticas a partir de diálogos com a equipe responsável do processo de envase do leite, além da gerente de produção, que faz todo o acompanhamento diário. Os motivos encontrados para o desperdício são demonstrados no Quadro 02.

Quadro 02 – Motivos para causas especiais da Figura 21

Mês/Ano	Desperdício (%)	Motivo da causa especial
Maio/2021	12,5%	Falta de manutenção
	6,7%	Qualidade inferior da embalagem
Junho/2021	9,4%	Falta de manutenção
	7,3%	Qualidade inferior da embalagem
Julho/2021	10,7%	Falta de manutenção
	5,1%	Falta de treinamento
	6,2%	Qualidade inferior da embalagem
Agosto/2021	10,2%	Falta de atenção do operador
Outubro/2021	5,6%	Falta de atenção do operador
	6,5%	Falta de manutenção nas máquinas
Novembro/2021	6,0%	Falta de manutenção nas máquinas
Dez/2021	13,8%	Pasteurizador danificado
	9,4%	Pasteurizador danificado
	21,7%	Pasteurizador danificado
Janeiro/2022	5,3%	Falta de atenção do operador
	9,2%	Falta de manutenção nas máquinas
	6,6%	Falta de atenção do operador
Fevereiro/2022	6,4%	Falta de manutenção nas máquinas
Março/2022	6,5%	Falta de manutenção nas máquinas
	5,6%	Falta de manutenção nas máquinas
	7,3%	Falta de manutenção nas máquinas

Fonte: Elaborado pela autora (2022).

A partir do Quadro 02, é possível identificar que no mês de maio de 2021, 12,5% das causas do desperdício ocorreram por falta de manutenção, e 6,7% devido a qualidade inferior da embalagem, visto que houve uma troca de fornecedor, que acabou não produzindo com a mesma qualidade. Em junho de 2021, o mesmo problema persistiu, onde 9,4% se deram por falta de manutenção, e 7,3% por qualidade inferior da embalagem.

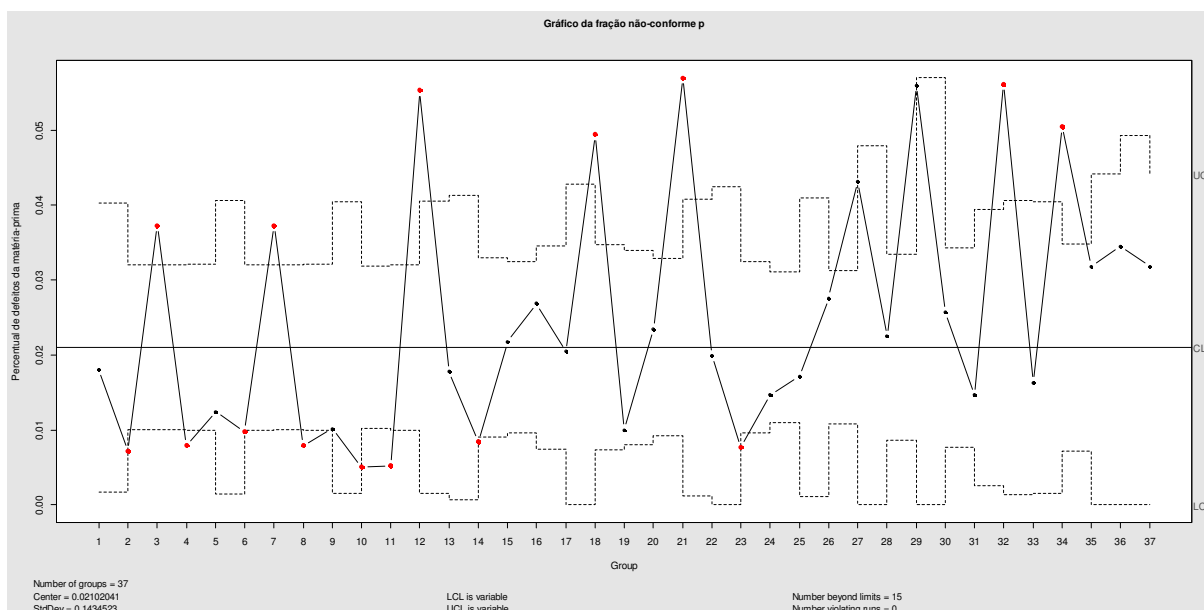
Em julho de 2021, 10,7% se originou por falta de manutenção, 5,1% por falta de treinamento, considerando que as vezes um funcionário que ocupava o lugar de outro e não tinha a mesma habilidade, e 6,2% com relação a qualidade inferior da embalagem. Já em agosto de 2021, 10,2% dos desperdícios ocorreram por falta de atenção do operador. Em outubro de 2021, a falta de atenção do operador foi responsável por 5,6% dos desperdícios, e 6,5% por falta de manutenção das máquinas.

No mês de novembro de 2021, a falta de manutenção das máquinas resultou em 6,0% de perdas. Em dezembro de 2021, o pasteurizador danificado foi responsável por 44,9% de desperdício, nesse caso, uma válvula não estava apontando a temperatura correta do leite, deixando que ele chegasse ao fim do processo sem que a pasteurização tivesse sido concluída corretamente, quando o problema foi identificado, todo o leite já embalado teve que voltar para que o processo fosse repetido e as embalagens foram rasgadas e descartadas.

Em janeiro de 2022, 9,2% do desperdício se deu por falta de manutenção das máquinas e 11,9% por falta de atenção do operador. Já em fevereiro de 2022, a falta de manutenção chegou a ser responsável por 6,4% do desperdício. E em março de 2022, 19,4% do desperdício ocorreu por falta de manutenção das máquinas.

Após as causas especiais serem identificadas, os pontos que se encontravam fora de controle foram retirados, e um novo cálculo para o gráfico de controle foi feito (Figura 22). Nesse novo gráfico, foram considerados 37 amostras, no entanto, ainda foram observados 7 pontos fora de controle estatístico, são eles: 3, 7, 12, 18, 21, 32 e 34.

Figura 22 – Gráfico de Controle p para desperdício de embalagens (2ª tentativa)



Fonte: Elaborado pela autora (2022).

Novas visitas foram feitas a equipe responsável pelo processo, e as causas foram identificadas: falta de treinamento, responsável por 7,5% de desperdícios nos meses de maio e junho de 2021, a falta de atenção do operador resultou em 5,5% de fração não-conforme no mês de agosto de 2021, e por fim, a falta de manutenção nas máquinas, com 21,2% nos meses de setembro e outubro de 2021 e fevereiro de 2022, como são elencadas no Quadro 03, com suas respectivas porcentagens individuais.

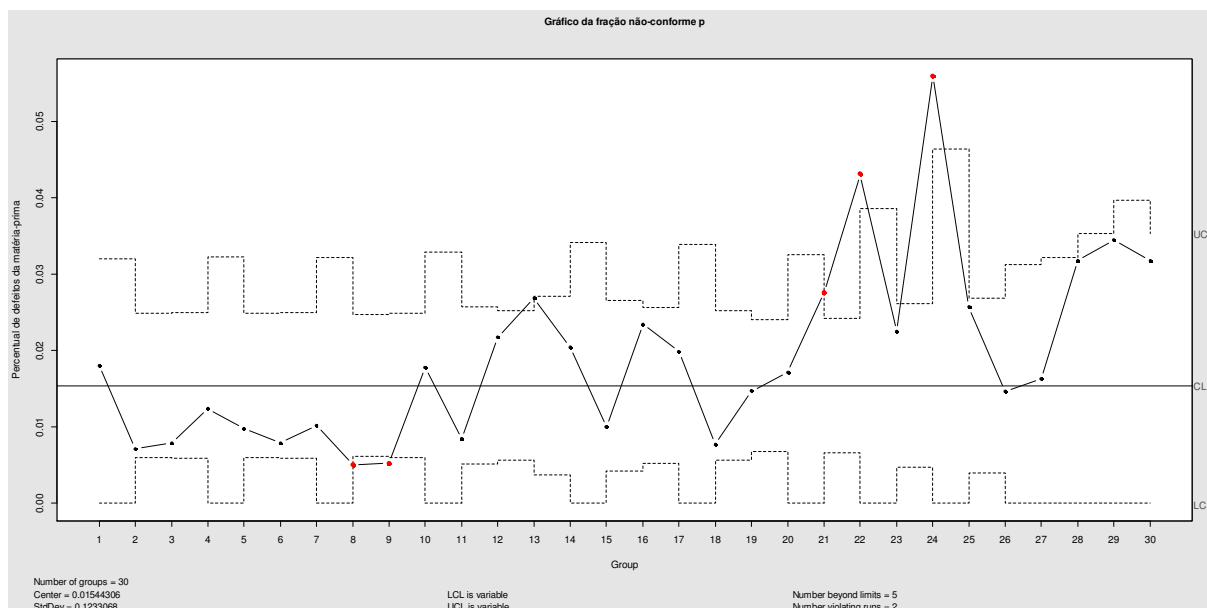
Quadro 03 - Motivos para causas especiais da Figura 22

Mês/Ano	Desperdício (%)	Motivo da causa especial
Maio/2021	3,7%	Falta de treinamento
Junho/2021	3,8%	Falta de treinamento
Agosto/2021	5,5%	Falta de atenção do operador
Setembro/2021	4,9%	Falta de manutenção nas máquinas
Outubro/2021	5,7%	Falta de manutenção nas máquinas
Fevereiro/2022	5,6%	Falta de manutenção nas máquinas
Fevereiro/2022	5,0%	Falta de manutenção nas máquinas

Fonte: Elaborado pela autora (2022).

Após as causas serem identificadas, os pontos que se encontravam fora de controle foram retirados, para que um novo cálculo pudesse ser feito. O novo gráfico, feito com uma amostra de tamanho 30, ainda apresentou 3 pontos fora de controle, que foram: 21, 22 e 24, como é demonstrado na Figura 23.

Figura 23 – Gráfico de Controle p para desperdício de embalagens (3ª tentativa)



Fonte: Elaborado pela autora (2022).

As causas responsáveis pelos pontos fora de controle, são expostas no Quadro 04, que foram identificadas de acordo com análise e período de observação pela equipe responsável pelo processo do leite.

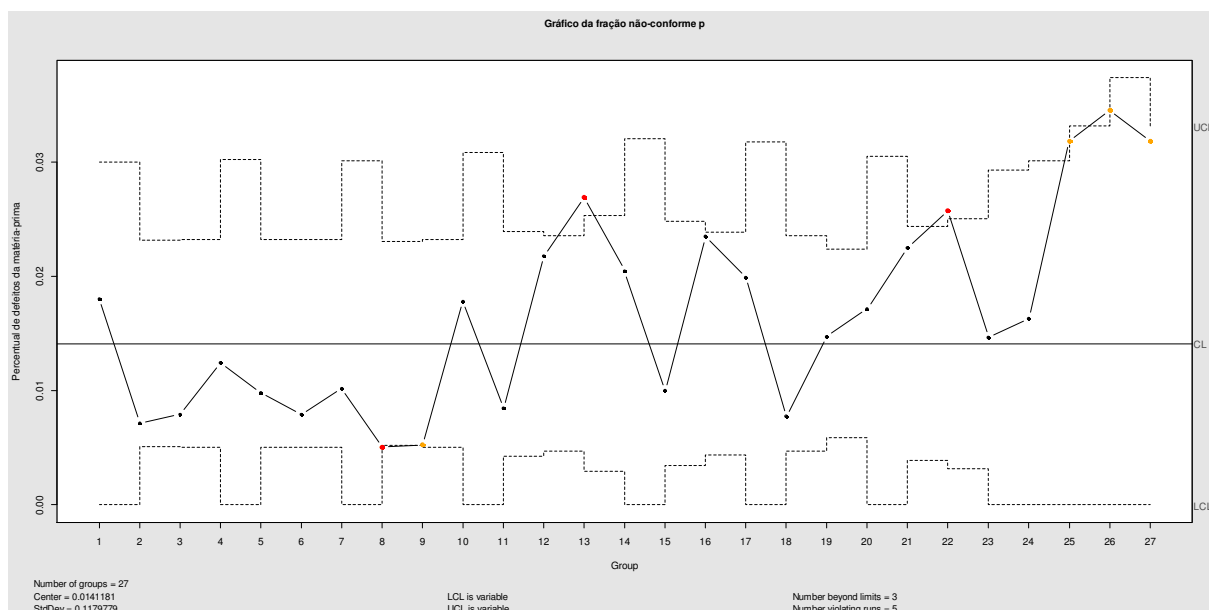
Quadro 04 - Motivos para causas especiais do Figura 23

Mês/Ano	Desperdício (%)	Motivo da causa especial
Novembro/2021	2,7%	Falta de manutenção nas máquinas
	4,2%	Falta de manutenção nas máquinas
Dezembro/2021	5,5%	Pasteurizador danificado

Fonte: Elaborado pela autora (2022).

Como ainda houve pontos fora de controle e todos foram diagnosticados, esses pontos foram retirados, para que um novo gráfico fosse calculado. Dessa vez, foi considerado uma amostra de tamanho 27. Após a análise, dois pontos se encontraram fora do limite superior de controle, a fração não-conforme de ordem 13 e 22, como é demonstrado na Figura 24.

Figura 24 – Gráfico de Controle p para desperdício de embalagens (4ª tentativa)



Fonte: Elaborado pela autora (2022).

Os motivos do processo estar fora de controle estatístico foram investigados e discutidos com a equipe, e foi determinado que as causas especiais que levaram a esse desperdício foi a falta de manutenção das máquinas e o pasteurizador danificado, como é demonstrado no Quadro 05.

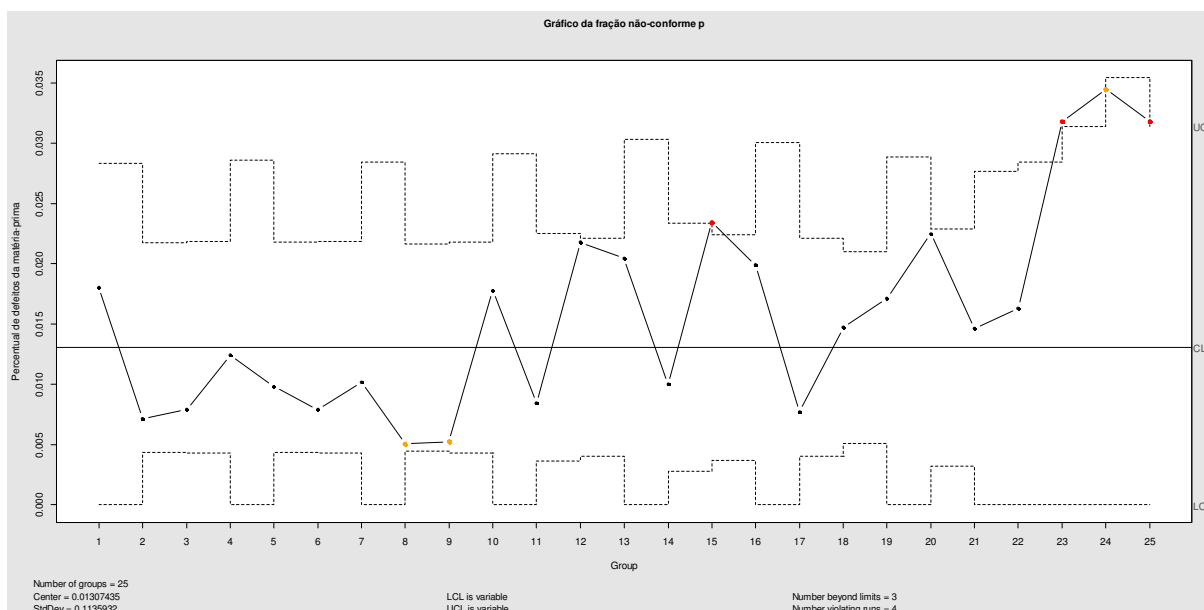
Quadro 05 - Motivos para causas especiais da Figura 24

Mês/Ano	Desperdício (%)	Motivo da causa especial
Setembro/2021	2,7%	Falta de manutenção nas máquinas
Janeiro/2022	2,6%	Pasteurizador danificado

Fonte: Elaborado pela autora (2022).

Devido a Figura 24 ainda apresentar pontos de fora de controle, no entanto, como essas observações foram diagnosticadas por meio do Quadro 05, os pontos foram retirados para que um novo cálculo pudesse ser feito e um novo gráfico gerado. Para que esse cálculo fosse realizado, foi considerada uma amostra de tamanho 25. Após os cálculos feitos, foram diagnosticados 3 pontos fora dos limites, que foram: 15, 23 e 25, como é exposto na Figura 25.

Figura 25 – Gráfico de Controle p para desperdício de embalagens (5ª tentativa)



Fonte: Elaborado pela autora (2022).

Com as causas especiais diagnosticadas, é demonstrado no Quadro 06 cada motivo que levou o processo a estar com o percentual de desperdício do leite acima do limite superior de controle, bem como a sua porcentagem individual

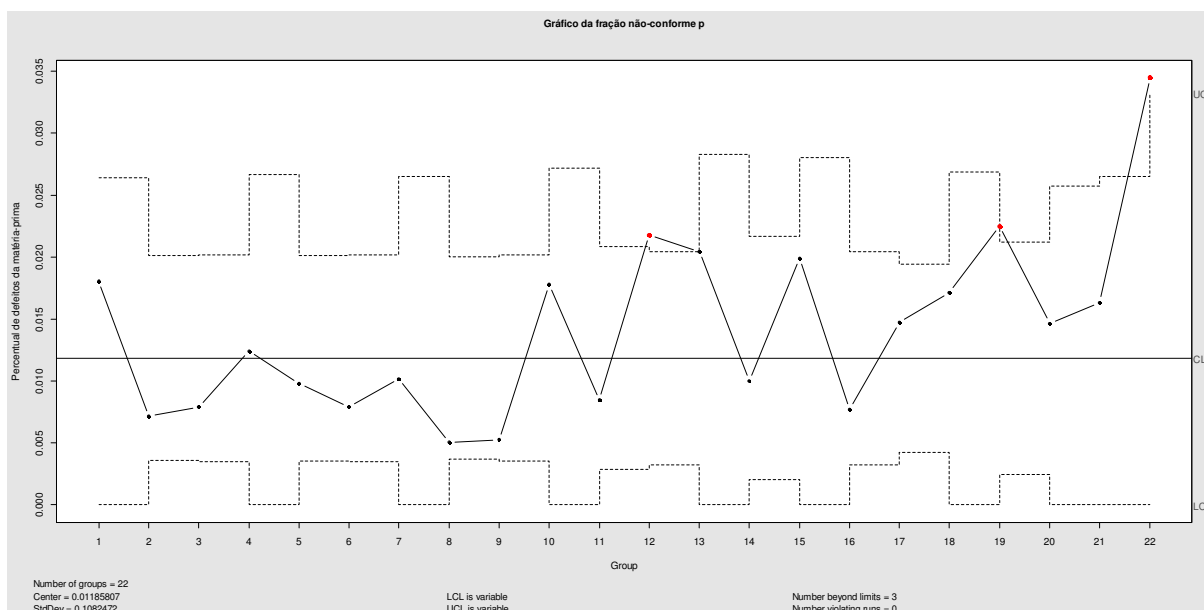
Quadro 06 - Motivos para causas especiais da Figura 25

Mês/Ano	Desperdício (%)	Motivo da causa especial
Setembro/2021	2,3%	Falta de manutenção nas máquinas
Fevereiro/2022	3,1%	Falta de manutenção nas máquinas
Março/2022	3,1%	Falta de manutenção nas máquinas

Fonte: Elaborado pela autora (2022).

Como a Figura 25 ainda apresentou alguns pontos fora de controle, é necessário que um novo gráfico seja feito, retirando os pontos que estavam fora de controle e que foram diagnosticados. Para esse gráfico, a amostra resultado foi de tamanho 22. Após o gráfico ser calculado, foram diagnosticados 3 pontos fora de controle: 12, 19 e 22, como é demonstrado na Figura 26.

Figura 26 – Gráfico de Controle p para desperdício de embalagens (6ª tentativa)



Fonte: Elaborado pela autora (2022).

Após os pontos identificados, é ilustrado no Quadro 07 os motivos do processo estar fora de controle e suas respectivas porcentagens.

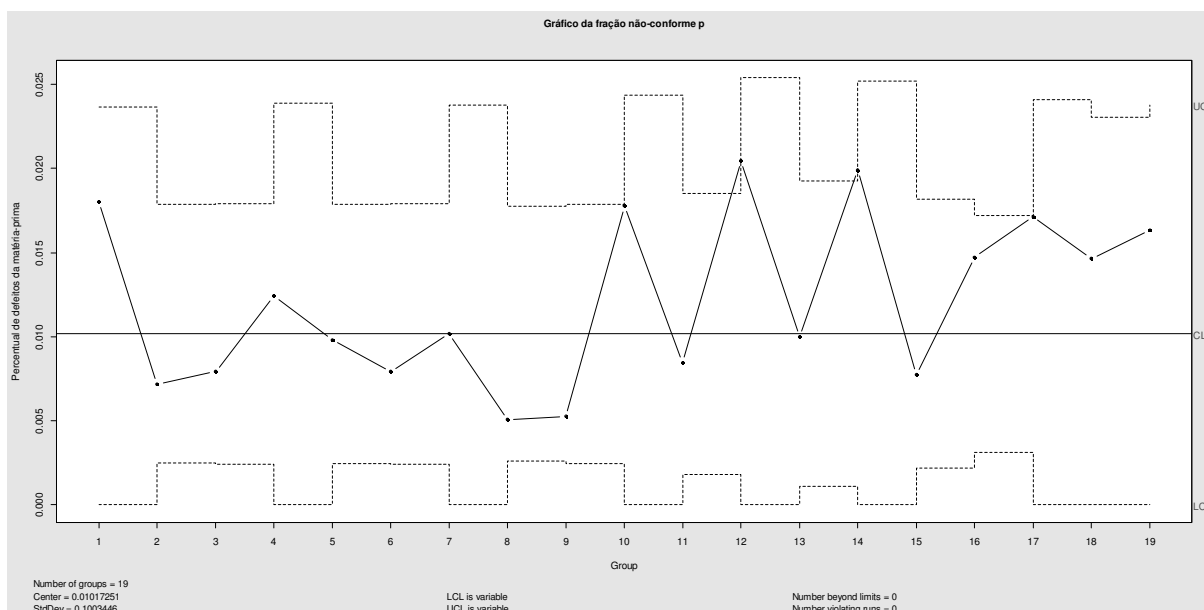
Quadro 07 - Motivos para causas especiais da Figura 26

Mês/Ano	Desperdício (%)	Motivo da causa especial
Setembro/2021	2,2%	Falta de manutenção nas máquinas
Fevereiro/2022	2,3%	Equipamento de envase danificado
Março/2022	3,4%	Falta de manutenção nas máquinas

Fonte: Elaborado pela autora (2022).

Após a retirada dos pontos que se encontravam fora de controle, um novo gráfico foi calculado (Figura 27), para que pudesse ser averiguado se esse teria a fração não-conforme de perda dentro do tolerável.

Figura 27 – Gráfico de Controle p para desperdício de embalagens (7ª tentativa)



Fonte: Elaborado pela autora (2022).

Após a Figura 27 ser gerada, o processo se encontra sob controle estatístico. Para esse resultado, o gráfico foi reduzido de 58 observações para 19. No entanto, desde o princípio, todas as suas causas especiais foram analisadas e identificadas, o que permitiu que o processo fosse estudado e colocado sob controle estatístico.

4.3 Análise das causas especiais a partir das demais ferramentas da qualidade

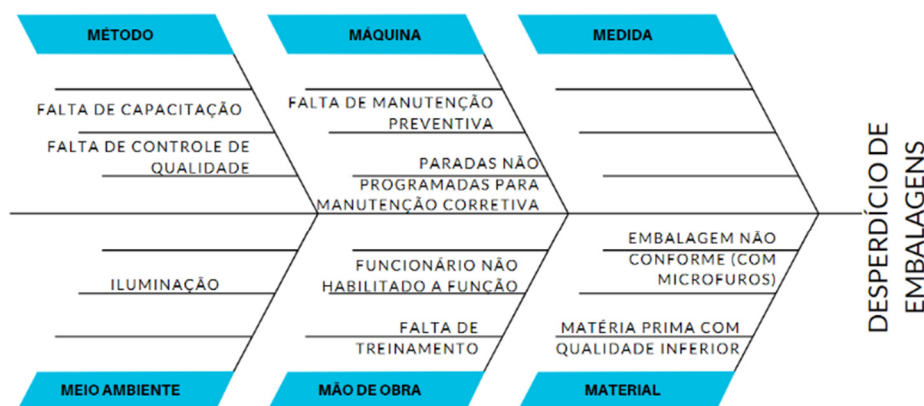
4.3.1 Diagrama de causa e efeito

O Diagrama de causa e efeito foi utilizado para identificar fatores que ocasionavam problemas dentro da organização. Tais problemas foram detectados a partir da percepção da gestão da empresa, além de visitas e acompanhamento durante o processo de produção. Esses problemas estão relacionados diretamente ao setor de produção, e são diferentes das causas especiais que foram detectadas pelos gráficos de controle (Figuras 21 a 27). A análise é feita por categorias, possibilitando uma maior clareza dos problemas, dentro de cada situação. É apresentado na Figura 28, de forma detalhada, todos os problemas encontrados.

Ainda em respeito ao Diagrama de Ishikawa da Figura 28, pode-se observar no 1º tópico (Método), os problemas identificados se iniciam com a falta de capacitação, visto que na empresa em questão, não são disponibilizados cursos de aperfeiçoamento de funções. Outro ponto foi a falta de controle de qualidade, onde não existem métricas que analisem antecipadamente

possíveis falhas. O 2º tópico (Máquina), foi identificada como falta de manutenção preventiva, ou seja, não existe uma manutenção regular nas máquinas para evitar quebras, existe apenas a manutenção corretiva, sendo esta quando a máquina já apresentou problemas, gerando o segundo ponto, que são as paradas não programadas para a manutenção corretiva, visto que como não é uma parada programada, acaba gerando atrasos nos pedidos, além do retrabalho. No terceiro tópico (Medida), não foi identificado nenhum fator. O 4º tópico (Meio Ambiente), se refere a determinados locais, em que a iluminação não é favorável para a equipe, além da falta de lâmpadas específicas em algumas máquinas. O quinto tópico (Mão de obra), que retrata a falta de treinamento, considerando que não existem cursos para que a função seja aprimorada, além da prática de determinada função ensinada de forma correta por um profissional, além do funcionário não habilitado a função, considerando a possibilidade de um funcionário faltar e não haver nenhum outro com a mesma habilidade para ocupar o seu lugar. Por fim, o sexto tópico (Material), onde se enquadra a matéria-prima de qualidade inferior, onde houve uma troca de fornecedor, e este acabou não fornecendo com a mesma qualidade que o anterior. Além da embalagem com micro furos, que são decorrentes da troca de fornecedor das embalagens.

Figura 28 – Diagrama de Ishikawa



Fonte: Elaborado pela autora (2022).

4.3.2 Diagrama de Pareto

Para a análise do Diagrama de Pareto, foram utilizadas as mesmas causas especiais que foram detectadas pelos gráficos de controle (Figuras 21 a 27).

O Diagrama de Pareto, considerada a premissa de 80/20, onde 80% dos problemas de uma empresa é referente a 20% das causas. Trazendo esse princípio para a realidade da empresa

estudada, foi elaborada o Quadro 08 e a Figura 29, que começa a partir dos resultados dos gráficos de controle onde as causas especiais foram identificadas e analisadas até o processo se encontrar sob controle estatístico. As causas especiais que foram encontradas, foram separadas por categoria e elencadas no quadro. Os custos de compra de matéria-prima foram utilizados para encontrar o valor absoluto do desperdício de cada causa especial.

O Quadro 08 é dividido em colunas, a 1º coluna expõe apenas os códigos de cada causa especial. A 2º coluna, especifica as causas especiais analisadas. A 3º coluna representa o valor absoluto, que foi encontrado com a relação entre a soma de cada causa especial de determinada categoria e o custo da matéria prima, para assim, saber o valor em reais do desperdício. A 4º coluna mostra o valor acumulado, que é apenas a soma das causas em que vai se acumulando os custos do desperdício de “cima para baixo”, ou seja, a 2º linha, por exemplo, representa a soma do custo dos desperdícios da 1º e da 2º causa especial de maior impacto (causas A e B). Por fim, a 5º coluna mostra o percentual individual e a sexta coluna, que mostra o percentual acumulado. Com relação a Figura 29, o Diagrama de Pareto é composto por colunas que mostram os fatores que foram analisados na empresa, ou seja, as causas especiais, que foram demonstradas no Quadro 08, de maneira mais visual.

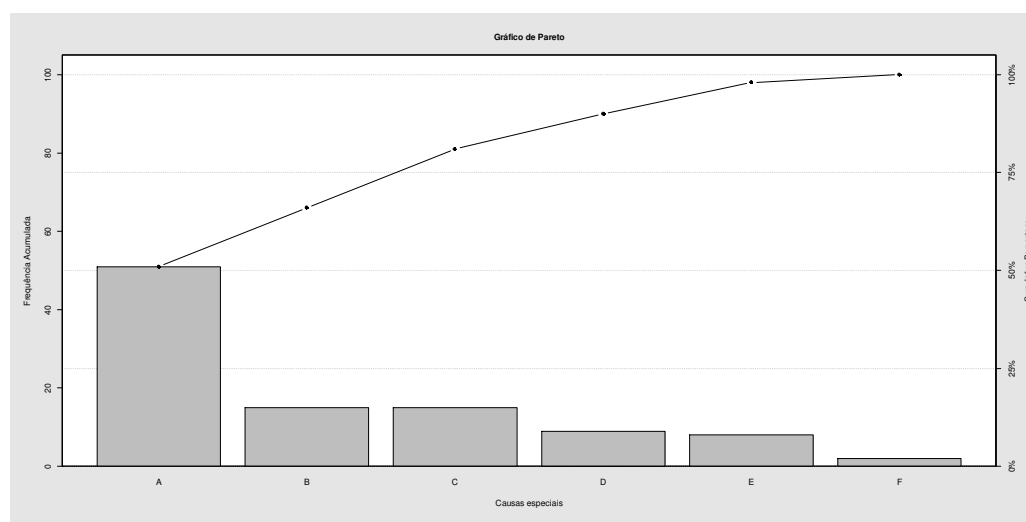
A partir desta análise do Quadro 08 e Figura 29, foi notório o seu impacto financeiro, visto que a 1º causa especial identificada, representa 51,5% do desperdício que a empresa teve ao longo dos 11 meses analisados, monetariamente, esse percentual equivale a R\$ 20.516,24 reais. Somando apenas as três primeiras causas especiais (Falta de manutenção nas máquinas, falta de atenção do operador e falta de treinamento), houve um prejuízo de R\$ 32.340,55, o que equivale a 81,2%. Esses fatores são organizados considerando primeiro os problemas de maior gargalo, isto é, são os que mais ocorrem na empresa, seguindo para o menor, de forma decrescente. Como é demonstrado na Figura 29, nota-se que o problema que mais levou ao desperdício foi a falta de manutenção nas máquinas que é representado pela coluna A, este problema equivale a 51,5%. Em seguida, a coluna B, que representa a falta de atenção do operador, correspondente a 15,1%. Posteriormente, a coluna C, que corresponde a falta de treinamento, representando 14,6% do desperdício. A coluna D, que representa o pasteurizador danificado, foi responsável por 9,1%. Logo depois, a coluna E, em relação a qualidade inferior das embalagens, representando 7,7%. Por fim, a coluna F, que representa o equipamento de envase danificado, com 2,0 %.

Quadro 08 – Custo do desperdício

COD	Causa especial	Custo do desperdício		%	% Acumulado
		Valor absoluto	Valor acumulado		
A	Falta de manutenção nas máquinas	R\$ 20.516,24	R\$ 20.516,24	51,5%	51,5%
B	Falta de atenção do operador	R\$ 6.020,68	R\$ 26.536,92	15,1%	66,7%
C	Falta de treinamento	R\$ 5.803,63	R\$ 32.340,55	14,6%	81,2%
D	Pasteurizador danificado	R\$ 3.618,22	R\$ 35.958,78	9,1%	90,3%
E	Qualidade inferior da embalagem	R\$ 3.065,96	R\$ 39.024,74	7,7%	98,0%
F	Equipamento de envase danificado	R\$ 781,72	R\$ 39.806,45	2,0%	100,0%
Total		R\$ 39.806,45	-	100,0%	-

Fonte: Elaborado pela autora (2022).

Figura 29 – Diagrama de Pareto



Fonte: Elaborado pela autora (2022).

4.3.3 Diagrama de dispersão

O Diagrama de dispersão é uma representação gráfica onde são feitas análises entre duas variáveis. No caso do estudo, as variáveis analisadas foram o desperdício e o tempo. Ou seja, esta última variável foi criada a partir da ordem cronológica da coleta de dados do desperdício. Para este diagrama, foram utilizadas duas variáveis referentes aos Quadros 02 a 07. A variável dependente (Y) foi definida como a fração não-conforme das causas especiais (Desperdício), e a variável independente (X), definida como o Tempo de coleta (Mês/Ano).

Foi calculado a correlação linear entre as duas variáveis, obtendo correlação amostral de -0,6175. Ou seja, há indícios de uma correlação linear negativa. No entanto, para confirmar a existência de correlação, foi realizado o teste de correlação de Pearson descrito em Rocha (2013), em que o teste apresenta como Hipótese Nula, a inexistência da correlação ($H_0: \rho = 0$); e Hipótese Alternativa, onde existe a confirmação da correlação ($H_1: \rho \neq 0$). É ilustrado no Quadro 09 o

resultado do referido teste para a fração não-conforme do desperdício para as causas especiais. Nele, pode-se observar que o p-valor (0,00002821) foi menor que 1% de significância ($\alpha=1\%$), portanto, com 99% de confiança, rejeita a hipótese nula, ou seja, existe correlação linear entre as duas variáveis, a fração de desperdício e o tempo.

Quadro 09 – Teste de Correlação de Pearson

Correlação	Estatística	Graus de liberdade (g.l.)	Intervalo de 95% de confiança		p-valor
-0,6175	-4,7749	37	-0,7808598	0,00002821	0,00002821

Fonte: Elaborado pela autora (2022).

Uma vez realizado o teste de correlação, é apresentado na Figura 30 o Diagrama de Dispersão entre as duas variáveis (Y - Fração de desperdício) e (X – Tempo). Na figura, é possível observar que há uma relação linear inversa entre o Desperdício e o Tempo, ou seja, à medida que vai sendo realizado o monitoramento e coleta de dados, com o passar do tempo, a fração de desperdício vai diminuindo, o que representa um cenário muito positivo para a empresa.

Esse resultado é bastante satisfatório para a empresa, visto que após a análise do gráfico, notou-se que durante o período em que houve o monitoramento, o desperdício das embalagens foi diminuindo, ou seja, a medida em que o tempo foi passando, consequentemente houve novas coletas de dados, o desperdício foi reduzindo consideravelmente.

Como o tamanho de amostra é superior a 30, é possível estimar um modelo de regressão linear simples. Portanto, o modelo de regressão é descrito de acordo com a Equação 09:

$$\hat{y} = 0,1039 - 0,002\hat{x} \quad (09)$$

Em que $\hat{y}$ representa a variável dependente (fração não-conforme de desperdício) e $\hat{x}$, o tempo. Os valores de 0,1036 e -0,002 representam as estimativas do coeficiente linear ($\hat{\beta}_0$) e angular ($\hat{\beta}_1$) da reta de regressão, respectivamente.

Através do modelo estimado na Equação (09), é possível realizar previsões sobre a fração de desperdício ao longo do tempo, ou seja, a fração de desperdício da embalagem de leite é 0,1036 menos 0,002 para cada unidade de tempo da coleta de dados.

A partir da correlação calculada no Quadro 09, foi possível obter o Coeficiente de Determinação (R^2) elevando este valor ao quadrado (MONTGOMERY; RANGER, 2012), sendo

então, o mesmo igual a 38,13%. Ou seja, pode-se concluir que 38% da variabilidade da fração de desperdício (Y), é explicada pela variabilidade do Tempo (X).

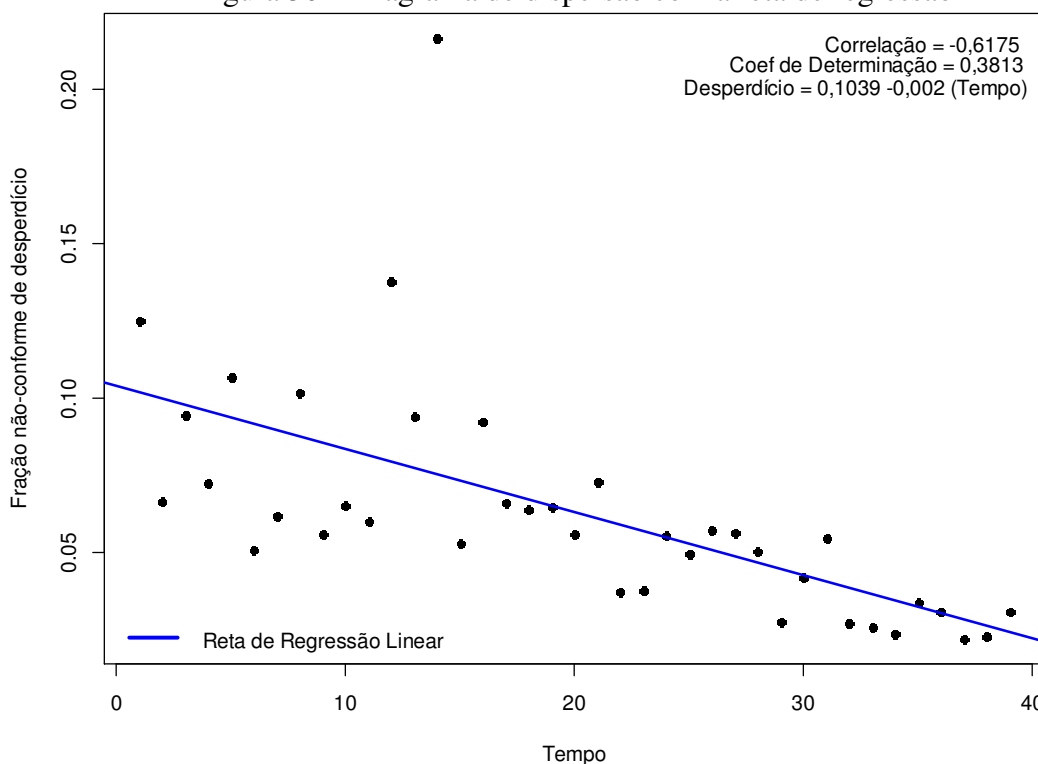
Para validar o modelo de regressão, realizou-se o teste da significância (Quadro 10) por meio de uma Análise de Variância (ANOVA) sobre a inclinação da reta ($\hat{\beta}_1$), procedimento este descrito em Moretin e Bussab (2017). Assim, através da aplicação da ANOVA no modelo de regressão, pôde-se constatar que o p-valor foi inferior a 1%, portanto, com 99% de confiança, o intercepto $\hat{\beta}_1$ é estatisticamente significativo, sendo então, válido a aplicação do modelo de regressão linear simples apresentado na Equação 09.

Quadro 10 – Análise de variância na reta de regressão

Fonte de variação	Graus de liberdade	Soma de quadrados	Quadrados médios	Teste F	p-valor
Tempo	1	0,020582	0,0205820	22,80	0,0000282
Resíduos	37	0,033401	0,0009027		

Fonte: Elaborado pela autora (2022).

Figura 30 – Diagrama de dispersão com a reta de regressão



Fonte: Elaborado pela autora (2022).

4.4 Sugestão de melhorias

As propostas de melhoria expostas a seguir, foram desenvolvidas de acordo com os problemas observados e encontrados durante todo o estudo. Essas propostas podem ser aplicadas na indústria, como também, servir de direcionamento para outras que venham a ter conhecimento.

Primeiramente, é proposto que a empresa adquira a certificação ISO. A empresa em questão não possui nenhuma certificação ISO e é de extrema importância, visto que é necessário estabelecer, documentar e principalmente implementar e manter um bom sistema de gestão da qualidade, para assim, sempre melhorar a eficácia de acordo com os requisitos dessa norma, se atentando aos consumidores atuais que estão cada vez mais exigentes com os alimentos que ingerem, com origem da matéria prima e principalmente, com os ingredientes que são utilizados na fabricação. Após sua implementação, como consequência, a empresa vai fornecer aos clientes a confiança de que os produtos e serviços obtidos por ele são adquiridos por meio de métodos seguros, repetitivos e consistentes.

De acordo com o Quadro 08 e a Figura 28, a empresa em questão detém alguns problemas, como por exemplo: falta de manutenção nas máquinas; falta de atenção do operador; falta de treinamento; pasteurizador danificado; qualidade inferior da embalagem; equipamento de envase danificado, entre outros. Para que a empresa alcance seus objetivos e consiga uma redução, e até mesmo a extinção desses problemas; alguns métodos devem ser utilizados.

Nesse caso, sugere inicialmente a implementação do método Kaizen, visto que para todo o processo de produção do leite, existe uma grande equipe dividida entre os processos. Nesse método, é importante que todos os envolvidos possam identificar maneiras de melhoria, fazendo um *brainstorming* e que, posteriormente, essas propostas sejam consideradas e elencadas de acordo com as prioridades do momento, assim, as pequenas mudanças poderão ser feitas sem que os funcionários se sintam pressionados.

Com relação a falta de iluminação, que é um dos problemas expostos na Figura 28, existe a máquina de envase, que precisa de uma lâmpada específica, uma lâmpada germicida que tem o propósito de esterilizar as embalagens. A implementação dessa lâmpada não é algo obrigatório, visto que o trabalho pode ser feito sem ela, entretanto, é importante a sua utilização para prevenir a contaminação e deterioração dos produtos por microrganismo. Com isso, é preciso que haja um estoque mínimo para que caso ocorra a sua falha em horário não apropriado, o processo não seja penalizado.

Para a qualidade inferior da embalagem, é sugerido que mantenha o fornecimento antigo, isso porque a empresa recebeu fornecimento de uma determinada empresa por um longo período, e os problemas com micro furos ou fragilidade não foram identificados e se foram, em poucas vezes, considerados normal. Logo, manter o fornecedor onde seu produto já é conhecido e aprovado, é a melhor opção.

Algumas causas que mais resultam em problemas para a empresa é a falta de manutenção nas máquinas, a falta de atenção do operador e a falta de treinamento. Como é comum que colaboradores de uma determinada função exerça outras, é importante que existam treinamentos com rodízios de setores, considerando que com esse treinamento, os funcionários passem um determinado tempo em um outro setor, para entender e se aperfeiçoar naquela função.

É importante que a empresa tenha um programa de capacitação e desenvolvimento para que os colaboradores realmente se sintam aptos para as funções que exercem, nesse caso, existem plataformas que trabalham com ações e que estimulam a capacidade e o desempenho dos funcionários, além de motivá-los e engajá-los na organização.

Essas plataformas auxiliam na identificação dos colaboradores, no perfil de cada um, identificando a performance adequada para assumir uma determinada função. Com essa implementação, é possível que os funcionários absorvam conhecimento técnico até mesmo em um período de tempo curto, pois existem vários programas até mesmo feito especificamente para profissionais que buscam excelência em sua área de atuação e que não possuem tanto tempo disponível.

A capacitação gera muitos pontos benéficos para a empresa, especialmente na cultura organizacional, além de oferecer uma preparação para que os funcionários envolvidos desempenhem da melhor maneira suas funções, precisando cada vez menos de auxílio para resolução de problemas. Além disso, cursos e capacitações são extremamente importantes para que o colaborador sempre continue a desenvolver e aprimorar suas habilidades.

Com relação a falta de manutenção (que inclui o pasteurizador danificado), como proposta, seria elaborar um plano de manutenção, onde conste todos os registros das últimas manutenções, além de estipular um cronograma com o horário em que a máquina for precisar parar, para que seja do conhecimento de todos, havendo assim, uma periodicidade contínua para que ocorra, visto que não existe essa atenção de manutenção preventiva, apenas a corretiva, ou seja, só ocorre a manutenção quando a máquina quebra.

Esse plano iria conter todas as informações necessárias para que seja possível tomar as decisões em tempo hábil, além de prevenir paradas não programadas, redução de desperdícios,

mão de obra e tempo por problemas não previstos. Seriam mapeadas as manutenções necessárias em um período de tempo determinado, garantindo assim, a qualidade e execução da máquina. Com a introdução de um cronograma, seriam elencados todos os serviços que deveriam ser realizados, bem como a sua periodicidade (semanal, quinzenal, mensal). Tendo em vista a implementação desse plano, haveria uma redução de falhas e defeitos nas máquinas, os equipamentos teriam uma maior vida útil, além de evitar gastos desnecessários e não programados com manutenção corretiva, evitando custos devido a pausa de produção.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O controle de qualidade busca garantir uma produção estruturada com as perspectivas dos padrões estabelecidos. Não busca apenas a satisfação, busca também o controle da qualidade do produto, assegurando que o consumidor possa fazer uso sem preocupação, isso porque, o processo de qualidade foi rígido.

No ramo alimentício, o controle de qualidade de uma embalagem é quase tão fundamental quanto o produto. Esse controle é extremamente necessário na embalagem plástica do leite, visto que ao ser utilizada uma embalagem que não está dentro das perspectivas do controle, acabam apresentando falhas, como facilidade de micro furos, além de romper com facilidade, e isso acaba desperdiçando a matéria prima, que no caso do estudo, é o leite; além da contaminação do produto por entrada de ar na embalagem e desenvolvimento de fungos por embalagens que absorvem umidade quando não deveriam.

Buscando reduzir o desperdício de matéria prima da empresa, foi aplicado o controle estatístico de qualidade na embalagem plástica, e a partir disso, foi desenvolvido o estudo com base na aplicação das sete ferramentas da qualidade. Portanto, este trabalho procurou responder o seguinte problema de pesquisa: *Quais estratégias devem ser aplicadas para que o processo de produção de leite (kg) apresente um desperdício da embalagem plástica sob controle estatístico?*

A resposta para este problema de pesquisa se dará a partir da apresentação de todas as técnicas e principais resultados encontrados a partir da realização deste trabalho.

Foi elaborado um fluxograma mapeando as etapas do processo do leite (Rever Figura 15). O fluxograma foi elaborado com base em visitas com a gerência da produção, que mostrou todos os passos do processo. Com ele foi possível entender de uma maneira mais detalhada como acontece todo o processo do leite desde a sua chegada na indústria, até a sua expedição para os comércios.

Posteriormente, foi feito o histograma (Rever Figura 20), com ele foi possível analisar visualmente a frequência com relação a matéria-prima adquirida e o seu desperdício, ele propiciou um resumo de fácil compreensão sobre a análise dos dados.

O gráfico de controle (Rever Figuras 21 a 27), possibilitou analisar o desperdício das embalagens, averiguar quais pontos estavam fora de controle e sua respectiva causa, para que pudesse ser investigado e estudado até que o processo estivesse dentro do controle estatístico.

Com o diagrama de Ishikawa (Rever Figura 28), foi possível identificar alguns problemas distribuídos por tópicos dentro da organização, problemas estes que muitas vezes passam

despercebidos, eles foram apresentados de maneira resumida para que assim, as falhas possam ser sanadas.

Foi possível identificar que apenas três causas representavam mais de 80% do desperdício da empresa, através do diagrama de Pareto (Rever Figura 29), ou seja, ele possibilitou a identificação dos defeitos que geram maior ocorrência na empresa.

E por fim, o Diagrama de Dispersão (Rever Figura 30), que expôs um ponto positivo para a empresa, onde, após a análise de duas variáveis (Desperdício e Tempo), após o teste de correção de Person e adotando 1% de significância, conclui-se que existe correlação negativa entre as duas variáveis, assim, o desperdício de embalagens da empresa foi diminuindo com o passar do tempo. A aplicação possibilitou que a empresa tivesse um direcionamento por meio deste estudo científico, principalmente monetário, tendo consciência do nível e impacto financeiro do desperdício que vinham ocorrendo por causa das embalagens, bem como, tivesse conhecimento sobre a necessidade de cursos e especializações para auxiliar no desenvolvimento e aperfeiçoamento nas funções dos funcionários.

Contudo, é importante que a empresa aplique métodos para melhorar os problemas identificados, iniciando da parte básica como a implementação do Kaizen para que haja todo o trabalho em equipe, de maneira que todos busquem dar o seu melhor, cumprindo suas próprias metas, até para o trabalho não ficar repetitivo e trazer soluções a partir de pequenos ciclos. Além disso, a implementação de um cronograma e um plano de manutenção é extremamente necessário para que haja uma programação de parada, de custo envolvido e para que não ocorra falhas nas máquinas, e, conseqüentemente, paradas na produção. Sugere ser implementada a certificação ISO, para que os processos sejam mais eficientes e ajudem a garantir a qualidade de serviços e produtos que são oferecidos pela empresa.

O mercado de alimentos continua crescendo consideravelmente e sempre em meio a grande competitividade, a preocupação com a qualidade do processo, das embalagens utilizadas e principalmente do produto final sempre se intensificam, por isso, é importante que a empresa adquira ou mantenha certificações de qualidade que reúnam padronização e garantam qualidade nos produtos e serviços.

Com o auxílio das ferramentas da qualidade, a empresa vai conseguir avaliar e melhorar o desempenho, tanto da equipe envolvida, quanto dos seus equipamentos e fornecedores. Além disso, as especializações dos operadores devem ocorrer com frequência, para que cada vez mais as suas técnicas sejam aprimoradas, evitando falhas, e fornecedores não devem ser contratados

de forma prospeta, mantendo uma inspeção e verificando se a empresa que irá fornecer a matéria prima está de acordo com as normas e padrões da ISO.

Houve algumas limitações no decorrer do trabalho, entre elas a não cooperação total da empresa analisada, ou seja, não foi possível estudar de forma aprofundada algumas áreas, como também, as informações disponibilizadas pela empresa foram limitadas, principalmente os dados relativos ao financeiro, além disso, objetivou-se apresentar algumas fotos do processo de produção, mas não foi autorizado.

Como proposta para trabalhos futuros, sugere realizar um novo estudo de análise de regressão, no entanto, com múltiplas variáveis. O aprofundamento do modelo de regressão descrito na Equação 09 poderá apresentar um maior coeficiente de determinação, sendo então, possível de realizar previsões acerca da fração não-conforme de desperdício. Além disso, há também a sugestão de continuidade dos estudos em duas áreas da Engenharia da Produção, a primeira é a de estoque, visto que na empresa não existe gerenciamento, nem controle, principalmente, com relação a precisão de estoque máximo e mínimo; portanto, essa inexistência de aplicação se justifica pela importância da realização de um estudo na área de estoque.

Outra sugestão para trabalho futuro seria na área ergonômica, mesmo existindo um técnico de segurança do trabalho, não existe a preocupação da gestão da empresa de seguir tais normas, seja com relação a ferramentas de trabalho (cadeira de trabalho com assento e encosto para apoio lombar, apoio para os pés, independente da cadeira, as telas de computadores não são ajustáveis,) até mesmo durante o período em que os colaboradores estão desempenhando seu trabalho, uma vez que não existe orientação quanto à postura, além de algumas máquinas serem manuais, então, ocorre o trabalho repetitivo por um período longo de tempo.

REFERÊNCIAS

- AFONSO, W. O. et al. Utilização do soro de leite visando reduzir a poluição ambiental: hidrólise pela pancreatina. **Tecno-Lógica**, Santa Cruz do Sul, v. 12, n. 2, p. 77-16, 2008.
- BARBOSA, E. F. **7 Ferramentas do Controle de Qualidade**. Gerência da Qualidade Total na Educação. Fundação Christiano Ottoni. UFMG, Belo Horizonte. 2000.
- BARROS, R. A. **Produção familiar de leite e de saber: a extensão rural no controle da mastite e qualidade do leite na APA Coqueiral**, MG. 2011. 171 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Lavras, Faculdade, Lavras. 2011.
- Bergquist e Soderholm (2015). **Transition to greener pulp**: regulation, industry responses and path dependency. 57(6):862-884.
- BEZERRA, Érica Leandro. **Gs²: Um Gráfico de Controle por atributos no monitoramento da variabilidade de processos**. 2017. 98 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia de Produção, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2017.
- Borges K.A.; Reichert S.; Zanela M.B.; Fischer V. Avaliação da qualidade do leite de propriedades da região do Vale do Taquari no estado do Rio Grande do Sul. **Acta Scientiae Veterinariae**. v. 37, n. 1, p. 39-44, 2009.
- BRADLEY, A. J. Bovine mastitis: an evolving disease. **The Veterinary Journal**, v. 4, n. 2, p. 116-128, 2002.
- BRASIL. Ministério da Agricultura. Instrução Normativa n.51, de 18 de setembro de 2002. Regulamentos Técnicos de Produção, Identidade, Qualidade, Coleta e Transporte de Leite. Brasília; 2002. 48p. (Instrução Normativa n.51, 2002).
- BRAZ, M.A. **Ferramentas e Gráficos Básicos**. In: RONTONDORO, R.G.(Org) Seis Sigma: Estratégia Gerencial para a Melhoria de Processos, Produtos e Serviços. São Paulo: Atlas, 2002
- CARPINETTI, Luiz Cesar Ribeiro. **Gestão da Qualidade**: conceitos e técnicas. 3. ed. São Paulo: Atlas S.A, 2016.
- CARVALHO, M. M. **Histórico da gestão da qualidade**. In: Paladini, E.; Ferreira, J.; Miguel, P.; Samohyl, R.t; Rotondaro, R. Gestão da qualidade: teoria e casos. Rio de Janeiro: Elsevier, 2005. Cap. 1, p.1-24.
- CERQUEIRA, M.M.O.P.; PAIVA, C.A.V.; LEITE, M.O.; FONSECA, L.M.; SOUZA, M.R.; PENNA, C.F.A.M. Impactos da Qualidade na matéria prima na indústria de laticínios. **Revista indústria de laticínios**, n.97, p.64-71, 2012.

CHIAVENATO, I. **Introdução à teoria geral da Administração**. 7 ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2003. 634p.

COELHO, Fabrício Pozzuto de Souza; SILVA, Adriano Maniçoba da; MANIÇOBA, Rafaela Ferreira. Aplicação das Ferramentas da Qualidade: Estudo de caso em pequena empresa de pintura. **Revista Fatec: Zona Sul**, São Paulo, v. 3, n. 1, p. 1-15, maio 2016.

CORRÊA, Henrique Luiz; CORRÊA, Carlos Alberto. **Administração de produção e operações: manufatura e serviços: uma abordagem estratégica**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2010.

CORTEZ, A. P. B.; MEDEIROS, L. C. da S.; SPERIDIÃO, P. da G. L.; MATTAR, R. H. G. M.; FAGUNDES NETO, U.; MORAIS, M.B. de Conhecimento de pediatras e nutricionistas sobre o tratamento da alergia ao leite de vaca no lactente. **Revista Paulista de Pediatria**. v. 25, n. 2, p. 106-113, 2007.

Costa E.O. 2005. **Programa nacional de melhoria da qualidade do leite (PNMQL)**. Napgama 8:18-21.

COSTA, A. F. B., EPPRECHT, E. K., CARPINETTI, L. C. R. **Controle Estatístico de Qualidade**. 2. ed. São Paulo: Editora Atlas, 2005. 334 p.

COSTA, Adelino Amaro. **Criatividade na Escola**. Relatório de Mesa redonda no âmbito do Programa de Trabalhos do CERI/CDE. Lisboa: Gabinete de estudos e Planejamento da ação educativa, 1972.

COSTA, E. L. J. **Gestão em processos produtivos**. 1. ed. Curitiba Intersaberes, 2012.

CROSBY, P. B. **Qualidade – falando sério**. São Paulo: McGraw Hill, 1990.

DEMING, W. Edwards; **Qualidade: a revolução da administração**. Rio de Janeiro: Marques Saraiva, 1990;

DUCAN, A. J. *Quality Control and industrial statistics*. 5 ed. **Homewood**: Richard D. Irwin, 1047, p., 1987.

FAO. **Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação**. Produção da Agropecuária.

FARIAS, Maria Camila de Araújo. **Comparação de Gráficos de Controle para Atributos baseado na Distribuição Birnbaum-Saunders**. 2020. 82 f. Dissertação (Doutorado) - Curso de Mestrado em Matemática, Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2020.

FREITAS, A.L.P., (2005). **A Qualidade em Serviços no Contexto da Competitividade**. Universidade Federal de Santa Catarina Florianópolis – SC - Brasil www.producaoonline.inf.br ISSN 1676 - 1901 / Vol. 5/ Num. 1/ março de 2005.

GARVIN, David A., **Gerenciando a qualidade: a visão estratégica e competitiva**, Rio de Janeiro: Qualitymark, 2002;

GIL, Antonio C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. São Paulo: Atlas, 1991.

GIL, Antônio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2010.

Guimarães F.F. 2006. **Modificação na geografia da produção mundial de leite**. *Napagama* 9:19-23.

HAITOVSKY, Y. Grouped data. In: KOTZ, N. L. J. S.; READ, C. B. (Ed.). **Encyclopedia of Statistical Sciences**. 3rd. ed. New York: John Wiley & Sons, Inc., 1982. V. 3.

International Dairy Federation 2005. The World Dairy Situation. Bulletin of the IDF no.399/2005, **The International Dairy Federation (IDF)**, Brussels. 86p.

ISHIKAWA, K. Guide to quality control, Tokyo: **Kraus Asian Productivity Organization**. 1982. 221p.

JORGE, N. **Embalagens para Alimentos**. Universidade Estadual Paulista. São Paulo: Cultura Acadêmica, 2013.

KOTLER, Philip. **Marketing. Edição Compacta**. São Paulo: Atlas, 1980.

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

LEFEHLD, N.A.S.; BARROS, A.J.P. **Projeto de pesquisa: propostas metodológicas**. Petrópolis/RJ: Vozes, 1991.

LEITE, Jair C. Engenharia de Software. [pdf]. 2006. Disponível em: <https://semanaacademica.org.br/system/files/artigos/dfba_artigo.pdf>.

LOBO, R. N. **Gestão da Qualidade**. 1. ed. São Paulo: Érica, 2010.

LOBO, Renato Nogueirol. **Gestão da Qualidade**. São Paulo: Érica, 2015.

LOUZADA, Francisco *et al.* **Controle Estatístico de Processos**: uma abordagem prática para cursos de engenharia e administração. Rio de Janeiro: Grupo Editorial Nacional, 2013.

LOZADA, Gisele. **Controle Estatístico de Processos**. Porto Alegre: Dieimi Deitos, 2017.

LUCINDA, Marco Antônio. **Qualidade: Fundamentos e práticas para cursos de graduação**. Rio de Janeiro: Bradsport, 2010.

MACDONALD, H. B. Dairy nutrition: What we knew then what we know now. *International Dairy Journal* v. 18, p. 774- 777, 2008.

MAPA. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal (RIISPOA)**. 2016. 154p.

MEDEIROS, Paulo Fernando de Miranda. **Ferramentas da Qualidade para a melhoria dos serviços prestados: Uma aplicação na CELPE no período 2002-2003**. 2004. 208 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia de Produção, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2004.

MEURER, Igor Rosa. **Quantificação do desperdício de leite UHT integral em função do tipo e design das embalagens**. 2015. 88 f. Dissertação (Doutorado) - Curso de Ciência e Tecnologia do Leite e Derivados, Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2015.

MONTGOMERY, Douglas C. **Introdução ao controle estatístico da qualidade**. 7. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2016.

MONTGOMERY, Douglas C.; RANGER, George C. **Estatística Aplicada e Probabilidade para Engenheiros**. 5. ed. São Paulo: LTC, 2012.

MORETIN, Pedro A.; BUSSAB, Winton O. **Estatística Básica**. 9. ed. São Paulo: Saraiva, 2017.

Muller E.E. 2002. **Qualidade do leite, células somáticas e prevenção da mastite**. **Simpósio sobre Sustentabilidade da Pecuária Leiteira na Região Sul do Brasil**, Anais II Sul-Leite, Toledo, PR, p.206-217.

OAKLAND, J. S. *Statistical process control*. Oxford: **Butterworth-Hienemann**, 1999.

OLIVEIRA, Otávio J. de. **Curso Básico de Gestão de Qualidade**. São Paulo: Gisela Carnicelli, 2015.

PALADINI, E. **Gestão da Qualidade: Teoria e Prática**. Quarta Edição. São Paulo: Grupo Editorial Nacional (GEN) – Atlas. 2019

PALADINI, E.P. **Gestão da Qualidade: teoria e prática**. 2.ed. São Paulo: Atlas, 2007.

PALADINI, E.P.: **Gestão da Qualidade no Processo**. São Paulo, Atlas, 1995.

PALADINI, Edson Pacheco. **Avaliação estratégica da qualidade**. São Paulo: Ed. Atlas, 2002. **Gestão da qualidade: teoria e prática**. São Paulo: Ed. Atlas, 2000.

PARANTHAMAN, D. **Controle da qualidade**. São Paulo: McGraw-Hill, 1990.

PIERRET, Vanuza Beatriz Hackenhaar. **Desenvolvimento de um Aplicativo do Controle Estatístico do Processo on-line por meio de Gráficos de Controle**. 2004. 116 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2004.

POLIT, D.F.; BECK, C.T. HUNGLER, B.P. **Fundamentos de Pesquisa em Enfermagem: métodos, avaliação e utilização**. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2004.

PREVIERO, C. A. **Modelo de gestão da qualidade para usinas de beneficiamento de sementes de milho**. 2001. 239 f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) - Universidade Estadual de Campinas. Campinas, 2001.

R Core Team. R: A language and environment for statistical computing. **R Foundation for Statistical Computing**, Vienna, Austria. Disponível em: <https://www.R-project.org/>. Acesso em 21 de fev. 2022.

RAMOS, Edson Marcos Leal Soares; ALMEIDA, Silvia dos Santos de; ARAÚJO, Adrilayne dos Reis. **Controle Estatístico da Qualidade**. Porto Alegre: Bookman, 2013.

RAMOS, M. P. P.; PINTO, C. L. O.; CARVALHO, S. L.; CANGUSSÚ, L. V.; FREITAS, R. A.; LACERDA, J. S. J. **Qualidade microbiológica e fatores que influenciam a produção de leite obtido de propriedades de base familiar no município de São Mateus, ES**. Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável, v. 4, n. 1, p. 1-15, 2014.

ROCHA, André Luiz Sena. **Estatística**. Mossoró: EdUFERSA, 2013.

RUSSO, Suzana Leitão. **Gráficos de Controle para Variáveis não-conformes auto correlacionadas**. 2002. 120 f. Tese (Doutorado) - Curso de Doutorado, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2002.

SANTOS, Aline Tânia Santana dos. **Planejamento Operacional e Controle da Produção como Estratégias de Redução de Desperdícios em uma Indústria de Laticínios de Rondônia**. 2014. 37 f. TCC (Graduação) - Curso de Administração, Universidade Federal de Rondônia, Cacoal, 2014.

SCALCO, A. R.; TOLEDO, J. C. Gestão da qualidade em laticínios do estado de São Paulo: situação atual e recomendações. **Revista de Administração**, v. 37, n. 2, p. 17- 25, 2002.

SCHULTZ, R.; SANTOS, A. S. R.: **Análise de Implantação do Planejamento e Controle da Produção da Empresa Satiare Alimentos**. Faculdade de Ciências Sociais Aplicadas de Cascavel (UNIVEL, Cascavel, 2014. Anais

SCHWARTZMAN, Simon. **Pesquisa acadêmica, pesquisa básica e pesquisa aplicada em duas comunidades científicas**. 1979.

SCRUCCA, L. qcc: an R package for quality control charting and statistical process control. R News
 SILVA, Luciana Santos Costa Vieira. **Aplicação do Controle Estatístico do Processo na indústria de Laticínios Lactoplasa: Um Estudo de Caso**. 1999. 97 f. Dissertação (Mestrado) – Curso de Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis 1999.

SILVA, Paulo Henrique Ferreira da. **Introdução ao Controle Estatístico de Processo on-line**. 2011. 199 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Estatística, Departamento de Estatística, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2011.

SIQUEIRA, L. G. P. **Controle estatístico do processo**. São Paulo: Pioneira, Equipe GRIFO, 1997.

SOUZA, Giselle Ribeiro de. **Implantação do Controle Estatístico de Processos em uma Empresa de Bebidas**. 2002. 111 f. Dissertação (Doutorado) - Curso de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2002.

SOUZA, Tania Terezinha Rissa de. **Pagamento por qualidade do leite: um estudo sobre os Laticínios do Estado do Paraná**. 2007. 114 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Economia, Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2007.

THIOLLENT, Michel. **Metodologia da pesquisa-ação**. 18. ed. São Paulo: Cortez, 2011.

TIPPET, L. H. C. On the extreme individuals and the range of samples from a normal population. **Biometrika**, v. 17, p. 364-387, 1925.

TOLEDO, José Carlos de; BORRÁS, Miguel Ángel A.; MERGULHÃO, Ricardo Coser; MENDES, Glauchio H. S. **Qualidade: Gestão e métodos**. Rio de Janeiro: Arte & Ideia, 2013.

VERGUEIRO, Waldomiro. **Qualidade em serviços de informação**. São Paulo: Arte & Ciência, 2002.

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

VILELA, D.; RESENDE, J. C. D.; LEITE, J. B.; ALVES, E. A evolução do leite no Brasil em cinco décadas. *Revista de Política Agrícola*, v. 26, n. 1, p. 5-24, 2017.

WU, Z.; KHOO, M. B. C.; SHU, L.; JIANG, W. **An np control chart for monitoring the mean of a variable based on attribute inspection**. *Int. J. Production Economics* nº121, p. 141-14, 2009.

Yin, R.K. (2015) Estudo de caso. Planejamento e métodos. Tradução de Daniel Grassi. 5ed. Porto Alegre (RS): Bookman. 290 p.

APÊNDICE

APÊNDICE – Script R

ANÁLISE EXPLORATÓRIA DOS DADOS

```
MP_RS=c(15173.25 , 15162.30 , 46655.49 , 46524.16 , 46036.54 , 15398.82 , 14537.28 , 14669.82 , 46494.67 ,
46516.26 , 46036.54 , 15398.82 , 15165.95 , 14931.57 , 48035.65 , 45971.49 , 46307.10 , 14973.82 , 14823.95 ,
13683.65 , 14599.30 , 39520.00 , 43259.20 , 29043.37 , 11299.90 , 28647.41 , 31793.47 , 38192.51 , 13693.98 ,
11617.80 , 25274.78 , 41128.17 , 13722.30 , 52996.24 , 13498.03 , 51300.39 , 7363.29 , 14894.48 , 34680.00 ,
4122.59 , 10247.19 , 3269.75 , 4122.01 , 30338.64 , 15789.95 , 26688.57 , 3330.73 , 13562.19 , 13905.52 ,
14152.33 , 28057.85 , 10005.47 , 14040.78 , 12119.27 , 6691.51 , 25294.32 , 10003.79 , 12291.46)
```

```
MP_kg=c(499.12,498.76,1534.72,1530.40,1514.36,506.54,478.20,482.56,1529.43,1530.14,1514.36,506.54,498.8
8,491.17,1580.12,1512.22,1523.26,492.56,487.63,450.12,480.24,1300.00,1423.00, 1004.96, 391.00, 991.26,
1100.12,1321.54,473.84,402.00,874.56,1423.12,474.82,1833.78,467.06,1775.10,254.79,515.38,1200.00,142.65,35
4.57,113.14,142.63,1049.78,546.37,923.48, 115.25, 469.28, 481.16, 489.70, 970.86, 346.21, 485.84, 419.35,
231.54,875.24,346.15,425.31)
```

```
D_RS=c(1894.50, 265.70 , 344.58 , 1728.00 , 355.35 , 1024.30 , 1373.17 , 196.35 , 460.41 , 1747.24 , 352.73 ,
1116.59 , 1616.06 , 163.86 , 247.91 , 2328.40 , 238.46 , 925.07 , 822.29 , 236.51 , 1483.64 , 323.30 , 940.27 ,
781.72 , 224.84 , 1410.44 , 307.35 , 893.88 , 781.72 , 224.84 , 1410.44 , 307.35 , 893.88 , 781.72 , 224.84 ,
1410.44 , 307.35 , 893.88 , 781.72 , 224.84 , 1410.44 , 307.35 , 893.88 , 781.72 , 224.84 , 1410.44 , 307.35 ,
893.88 , 781.72 , 224.84 , 1410.44 , 307.35 , 893.88 , 781.72 , 224.84 , 1410.44 , 307.35 , 893.88)
```

```
D_kg=c(62.32,8.74,11.34,56.84,11.69,33.69,45.17,6.46,15.15,57.48,11.60,36.73,53.16,5.39,8.16,76.59,7.84,30.43
,27.05,7.78,48.80,10.64,30.93,27.05,7.78,48.80,10.64,30.93,27.05,7.78,48.80,10.64,30.93, 27.05, 7.78, 48.80,
10.64,30.93,27.05,7.78,48.80,10.64,30.93,27.05,7.78,48.80,10.64,30.93,27.05,7.78,48.80,10.64,30.93,27.05,7.78,4
8.80,10.64,30.93)
```

```
summary(MP_RS)
summary(MP_kg)
summary(D_RS)
summary(D_kg)
```

```
sd(MP_RS)
sd(MP_kg)
sd(D_RS)
sd(D_kg)
```

```
par(mfrow=c(1,2))
boxplot(MP_RS,main="Matéria-prima adquirida", ylab="Custo (R$)")
boxplot(D_RS, main="Desperdício", ylab="Custo (R$)")
```

APLICAÇÃO DAS 7 FERRAMENTAS DA QUALIDADE

```
install.packages("qcc")
library(qcc)
```

CONSTRUÇÃO DO HISTOGRAMA

```
par(mfrow=c(1,2))

hist(MP_RS,main="Matéria-prima adquirida", xlab="Custo (R$)", ylab="Frequência")
hist(D_RS, main="Desperdício", xlab="Custo (R$)", ylab="Frequência")

par(mfrow=c(1,1))
```



```
100*sd(amostra3)/mean(amostra3)
```

```
desperdicio3=c(9,11,12,6,15,12,5,8,8,8,11,31,27,8,11,31,8,11,27,8,49,11,27,8,27,8,8,11,8,11)
```

```
summary(desperdicio3)
```

```
sd(desperdicio3)
```

```
boxplot(desperdicio3)
```

```
100*sd(desperdicio3)/mean(desperdicio3)
```

```
qcc(desperdicio3,type="p",ylab = "Percentual de defeitos da matéria-prima", size=amostra3,
title="Gráfico da fração não-conforme p")
```

```
#Pontos fora de controle
```

```
#21, 22 e 24
```

```
##### TENTATIVA 4 #####
```

```
amostra4=c(499,1535,1514,483,1529,1514,491,1580,1523,450,1300,1423,1005,391,1100,1322,402,1423,1834,4
67,1200,1050,546,490,346,232,346)
```

```
summary(amostra4)
```

```
sd(amostra4)
```

```
boxplot(amostra4)
```

```
100*sd(amostra4)/mean(amostra4)
```

```
desperdicio4=c(9,11,12,6,15,12,5,8,8,8,11,31,27,8,11,31,8,11,27,8,27,27,8,8,11,8,11)
```

```
summary(desperdicio4)
```

```
sd(desperdicio4)
```

```
boxplot(desperdicio4)
```

```
100*sd(desperdicio4)/mean(desperdicio4)
```

```
qcc(desperdicio4,type="p",ylab = "Percentual de defeitos da matéria-prima", size=amostra4,
title="Gráfico da fração não-conforme p")
```

```
#Pontos fora de controle
```

```
#13 e 22
```

```
##### TENTATIVA 5 #####
```

```
amostra5=c(499,1535,1514,483,1529,1514,491,1580,1523,450,1300,1423,391,1100,1322,402,1423,1834,467,12
00,546,490,346,232,346)
```

```
summary(amostra5)
```

```
sd(amostra5)
```

```
boxplot(amostra5)
```

```
100*sd(amostra5)/mean(amostra5)
```

```
desperdicio5=c(9,11,12,6,15,12,5,8,8,8,11,31,8,11,31,8,11,27,8,27,8,8,11,8,11)
```

```
summary(desperdicio5)
```

```
sd(desperdicio5)
```

```
boxplot(desperdicio5)
```

```
100*sd(desperdicio5)/mean(desperdicio5)
```

```
qcc(desperdicio5,type="p",ylab = "Percentual de defeitos da matéria-prima", size=amostra5,
title="Gráfico da fração não-conforme p")
```

```
#Pontos fora de controle
```

```
#15, 23 e 25
```

TENTATIVA 6

```
amostra6=c(499,1535,1514,483,1529,1514,491,1580,1523,450,1300,1423,391,1100,402,1423,1834,467,1200,546,490,232)
```

```
summary(amostra6)
sd(amostra6)
boxplot(amostra6)
100*sd(amostra6)/mean(amostra6)
```

```
desperdicio6=c(9,11,12,6,15,12,5,8,8,8,11,31,8,11,8,11,27,8,27,8,8,8)
```

```
summary(desperdicio6)
sd(desperdicio6)
boxplot(desperdicio6)
100*sd(desperdicio6)/mean(desperdicio6)
```

```
qcc(desperdicio6,type="p",ylab = "Percentual de defeitos da matéria-prima", size=amostra6,
title="Gráfico da fração não-conforme p")
```

#Pontos fora de controle
#12, 19 e 22

TENTATIVA 7

```
amostra7=c(499,1535,1514,483,1529,1514,491,1580,1523,450,1300,391,1100,402,1423,1834,467,546,490)
```

```
summary(amostra7)
sd(amostra7)
boxplot(amostra7)
100*sd(amostra7)/mean(amostra7)
```

```
desperdicio7=c(9,11,12,6,15,12,5,8,8,8,11,8,11,8,11,27,8,8,8)
```

```
summary(desperdicio7)
sd(desperdicio7)
boxplot(desperdicio7)
100*sd(desperdicio7)/mean(desperdicio7)
```

```
qcc(desperdicio7,type="p",ylab = "Percentual de defeitos da matéria-prima", size=amostra7,
title="Gráfico da fração não-conforme p")
```

#Nenhum pontos fora de controle

ANÁLISE DAS CAUSAS ESPECIAIS

```
CE=c(0.12485775,0.066517945,0.094458386,0.072511549,0.106558691,0.050648715,0.061779276,0.101624188,
0.055804061,0.065140474,0.06001397,0.137641226,0.093998586, 0.216854799, 0.052847923, 0.092277657,
0.065909478,0.063662934,0.064501898,0.05576096,0.072723425,0.037141924,0.037561922,0.055470336,0.049
234308,0.05708467,0.056216227,0.050268834,0.027493662,0.041741076,0.054539082,0.026915472,0.02576635
1,0.023404513,0.033601106,0.030723497,0.02173577,0.022540833,0.03071835)
```

```
summary(CE)
sd(CE)
((cv=sd(CE)/mean(CE))*100)
boxplot(CE, ylab="Fração não-conforme do desperdício", col="gray")
```

CONSTRUÇÃO DO GRÁFICO DE PARETO

```
(defeito= c(51,15,15,9,8,2))
(names(defeito)=c("A","B","C","D","E","F"))
pareto.chart(defeito,main="Gráfico de Pareto",xlab="Causas especiais",col="gray",las=1, ylab =
"Frequência Acumulada")
```

```
##### DIAGRAMA DE DISPERSÃO E CORRELAÇÃO #####
```

```
Tempo=seq(1,39,1)
```

```
# Cálculo da correlação
```

```
cor(CE, Tempo)
```

```
# Teste de correlação de Pearson
```

```
cor.test(CE, Tempo)
```

```
# Estimação da reta de regressão e do coeficiente de determinação
```

```
reg=lm(CE~Tempo)
```

```
summary(reg)
```

```
plot(Tempo, CE, pch=16,ylab="Fração não-conforme de desperdício")
```

```
text(35.2, 0.215, "Correlação = -0,6175")
```

```
text(33.2, 0.208, "Coef de Determinação = 0,3813")
```

```
text(32.3, 0.201, "Desperdício = 0,1039 -0,002 (Tempo)")
```

```
abline(reg,type="l", col="blue", lwd="2")
```

```
legend(x = "bottomleft", legend = "Reta de Regressão Linear", lty = 1, lwd = 3, bty = "n",col="blue")
```

```
# Teste de significância de beta 1
```

```
anova(reg)
```