



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

MARIA ALICYA DE ARAUJO SILVA

**ANÁLISE DO DESPERDÍCIO DE EMBALAGENS
PLÁSTICAS EM UMA EMPRESA DE LATICÍNIO**

MARIA ALICYA DE ARAUJO SILVA

**ANÁLISE DO DESPERDÍCIO DE EMBALAGENS
PLÁSTICAS EM UMA EMPRESA DE LATICÍNIO**

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

Orientador: Prof. Dr. André Luiz Sena da Rocha

ANGICOS/ RN
2025

© 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 tornar-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.

SS57a Silva, Maria Alicya de Araujo .
ANÁLISE DO DESPERDÍCIO DE EMBALAGENS PLÁSTICAS
EM UMA EMPRESA DE LATICÍNIO / Maria Alicya de
Araujo Silva. - 2025.
51 f. : il.

Orientador: André Luiz Sena da Rocha.
Monografia (graduação) - Universidade Federal
Rural do Semi-árido, Curso de Engenharia de
Produção, 2025.

1. Controle estatístico da qualidade. 2.
desperdício de embalagens. 3. otimização de
processos. 4. Sustentabilidade empresarial. 5.
Gráficos de controle . I. Sena da Rocha, André
Luiz , orient. II. Título.

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

MARIA ALICYA DE ARAUJO SILVA

**ANÁLISE DO DESPERDÍCIO DE EMBALAGENS
PLÁSTICAS EM UMA EMPRESA DE LATICÍNIO**

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

Orientador: Prof. Dr. André Luiz Sena da Rocha

Defendida em: 28/ 03 / 2025.

BANCA EXAMINADORA

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

Macilene Maria Monteiro Maia, Prof^ª. Esp. (UFERSA)
Membro Examinador

Natália Veloso Caldas de Vasconcelos, Prof^ª. Dr^ª. (UFERSA)
Membro Examinador

AGRADECIMENTOS

Antes de tudo, expresso minha profunda gratidão a Deus, por me fortalecer a cada passo dessa caminhada acadêmica, concedendo-me saúde, coragem e determinação para enfrentar os desafios e alcançar esta conquista.

A São Miguel Arcanjo, meu anjo protetor, agradeço por ter sido meu refúgio nos momentos de incerteza, intercedendo por mim e renovando minha fé nos períodos mais difíceis.

Aos meus queridos pais, Marcos e Josimaria, minha eterna gratidão por todo amor, dedicação e renúncias feitas ao longo da minha trajetória. Cada desafio superado e cada vitória conquistada são, de alguma forma, reflexos do esforço e do apoio incondicional de vocês. À minha irmã, Ana Louyse, que sempre acreditou no meu potencial e me incentivou em todos os momentos, meu mais sincero reconhecimento. E ao meu sobrinho Miguel, que trouxe ainda mais alegria para nossas vidas, dedico meu carinho e gratidão por tornar nossos dias mais especiais.

Ao meu orientador, Prof. André Rocha, expresso meu profundo agradecimento por sua paciência, comprometimento e pelas orientações valiosas que tornaram esta pesquisa possível. Sua dedicação foi essencial para a construção deste trabalho e será sempre uma referência para mim.

Aos membros da Banca Examinadora, Natália Veloso Caldas de Vasconcelos e Macilene Maria Monteiro Maia, sou muito grata pela disponibilidade, pelo tempo dedicado e pelas sugestões enriquecedoras, que contribuíram significativamente para o aprimoramento desta pesquisa.

Agradeço à Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA) por todo o conhecimento adquirido e pelas oportunidades de aprendizado e crescimento pessoal e profissional.

Aos amigos que estiveram ao meu lado nesta jornada, Paulo, Mateus, Jadson, Mila e Aline, minha imensa gratidão por cada palavra de incentivo, apoio e parceria ao longo dessa caminhada. A amizade de vocês tornou essa experiência ainda mais significativa.

Por fim, expresso minha gratidão à empresa estudada pela disposição em contribuir com as informações necessárias para o desenvolvimento desta pesquisa, tornando este estudo possível.

A todos que, direta ou indiretamente, fizeram parte desta trajetória, meu mais sincero e profundo agradecimento!

“A imaginação é mais importante que o conhecimento , porque o conhecimento é limitado , ao passo que a imaginação abrange o mundo inteiro .”

Albert Einstein

RESUMO

O presente estudo analisa o desperdício de embalagens plásticas no processo produtivo de uma empresa de laticínios localizada no Rio Grande do Norte, com o objetivo de identificar as principais causas dessas perdas e propor melhorias para minimizá-las. Para isso, foi aplicado o controle estatístico de qualidade por meio dos gráficos de controle p , com tamanho de amostra variável, permitindo assim, a identificação de pontos fora de controle e causas atribuíveis. Os resultados indicaram que a maior custo de desperdício estava relacionado à máquina Termoformadora, sendo observadas falhas como embalagens sem vácuo e desperdício durante a troca de embalagem. A análise financeira revelou que esse desperdício representava custos significativos para a empresa, reforçando a necessidade de intervenção. Diante disso, foram sugeridas melhorias como a implementação de um plano de manutenção preventiva, treinamento adequado dos operadores e otimização dos parâmetros de operação da máquina. Conclui-se que a redução do desperdício de embalagens plásticas, não apenas contribui para a sustentabilidade da empresa, mas também, melhora sua eficiência operacional e reduz custos. Pesquisas futuras podem explorar a padronização de procedimentos e os impactos ambientais das mudanças propostas.

Palavras-chave: Controle estatístico da qualidade, desperdício de embalagens, otimização de processos, sustentabilidade industrial.

ABSTRACT

his study analyzes plastic packaging waste in the production process of a dairy company located in Rio Grande do Norte, aiming to identify the main causes of these losses and propose improvements to minimize them. For this purpose, statistical quality control was applied using p control charts, allowing the identification of out-of-control points and assignable causes. The results indicated that most of the waste was related to the Thermoforming machine, with observed failures such as vacuumless packaging and waste during packaging changeovers. The financial analysis revealed that this waste represented significant costs for the company, reinforcing the need for intervention. Therefore, improvements such as the implementation of a preventive maintenance plan, proper training of operators, and optimization of machine operating parameters were suggested. It is concluded that reducing plastic packaging waste not only contributes to the company's sustainability but also improves its operational efficiency and reduces costs. Future research may explore the standardization of procedures and the environmental impacts of the proposed changes.

Keywords: Statistical quality control, packaging waste, process optimization, industrial sustainability.

Sumário

1 INTRODUÇÃO	1
1.1 Contextualização do Tema.....	1
1.2 Objetivos	2
1.2.1 Objetivo Geral.....	3
1.2.2 Objetivos Específicos.....	3
1.3 Problema	3
1.4 Estrutura do Trabalho.....	5
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	6
2.1 Produção de leite.....	6
2.2 Qualidade no ramo alimentício	7
2.3 Controle estatístico da qualidade.....	9
2.3.1 Gráfico de Controle.....	10
2.3.2 Gráfico da fração não-conforme p	11
3 METODOLOGIA	13
3.1 Classificação da Pesquisa.....	13
3.2 Caracterização da empresa.....	14
3.3 Variável analisada e Coleta de dados	15
3.4 Softwares utilizados.....	19
4 ANALISE DOS RESULTADOS	20
4.1 Processo de produção.....	20
4.2 Gráfico de Controle p	22
4.3 Análise dos custos do desperdício de embalagem	26
4.4 Proposição de melhorias	30
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	32
REFERÊNCIAS	
APÊNDICE – GRÁFICOS DE CONTROLE	

1 INTRODUÇÃO

Este capítulo de introdução está destinado a apresentar a contextualização do tema central da atual pesquisa, quais são os objetivos da pesquisa (geral e específico), a problemática, junto da justificativa e pôr fim à estrutura de todo o trabalho.

1.1 Contextualização do Tema

A produção de leite no Brasil desempenha um papel crucial no cenário global, posicionando o país como o sexto maior produtor mundial, com uma produção anual de 27,69 milhões de toneladas, o que corresponde a cerca de 4% da produção global. Segundo o Anuário de Leite da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa, 2024), a liderança na produção leiteira é ocupada pela Índia, com 207,1 milhões de toneladas, seguida pela União Europeia (149 milhões de toneladas), Estados Unidos (102,92 milhões de toneladas), China (42,1 milhões de toneladas) e Rússia (32,2 milhões de toneladas).

No entanto, conforme os dados do IBGE, a produção de leite no Brasil registrou flutuações ao longo de 2024. No primeiro trimestre, observou-se uma queda de aproximadamente 6,3%, mas no segundo trimestre, a captação de leite atingiu cerca de 5,81 bilhões de litros, apresentando um leve aumento de 0,4% em comparação com o mesmo período de 2023. Esses dados refletem a importância do setor para a economia brasileira, além dos desafios e variações que impactam a produção nacional.

O queijo é um alimento apreciado por pessoas de todas as faixas etárias e se destaca como uma ótima fonte de nutrientes, como proteínas e cálcio, desempenhando um papel importante em uma alimentação equilibrada (Pimentel, 2019). No entanto, devido à alta manipulação dos queijos, a contaminação microbiológica é uma ocorrência comum, especialmente em queijos frescos. Essas contaminações podem estar associadas à qualidade inferior do leite, à limpeza inadequada dos equipamentos e à ausência de Boas Práticas de Fabricação (BPF) durante a produção (Penna; Gigante; Todorov, 2021).

Para minimizar esses riscos e garantir a qualidade dos produtos lácteos, a embalagem a vácuo se destaca como uma solução eficiente. Esse método, que envolve a remoção do ar da embalagem, contribui para a ampliação do prazo de validade comercial dos alimentos (Mantilla et al., 2010). As embaladoras a vácuo são essenciais, pois prolongam a vida útil dos queijos, preservando o frescor e os nutrientes, até a chegada aos consumidores. Além disso, elas

desempenham um papel importante na redução do desperdício alimentar na indústria de laticínios, tornando a produção mais eficiente e sustentável (Venture, 2024).

A embalagem a vácuo atende à crescente procura por alimentos frescos e de qualidade superior, garantindo uma vida útil mais longa sem necessidade de aditivos ou conservantes. De modo geral, os produtos mais indicados para esse tipo de embalagem são aqueles de alto valor comercial, que se beneficiam ao preservar sua qualidade e durabilidade por mais tempo (Cetea, 2003). Conforme a definição da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA, 2001), a embalagem de alimentos corresponde ao material que tem contato direto com o produto, desde sua fabricação até a chegada ao consumidor, com a finalidade de protegê-lo contra contaminações, adulterações, agentes externos e variações indesejadas.

Como destaca Villa (2007), a indústria de embalagens no Brasil desempenha um papel crucial na economia, movimentando cerca de US\$ 13 bilhões anualmente. A competição é intensa, com diversas opções disponíveis no mercado, e seus produtos são essenciais para a viabilidade de inúmeros bens de consumo.

As embalagens estão presentes em vários setores, especialmente na indústria alimentícia, onde desempenham um papel fundamental na proteção e conservação dos produtos, além de facilitar sua comercialização e disponibilizar informações ao consumidor. Para sua fabricação, são empregados diversos materiais, sendo os mais comuns o plástico, o metal, o vidro e a celulose. Cada um desses materiais possui características específicas que auxiliam na preservação dos alimentos, oferecendo barreiras contra gases, odores, luz, umidade e microrganismos, além de garantir resistência mecânica (LANDIM et al., 2016).

Embora o uso de embalagens traga diversos benefícios, como conservação, praticidade, armazenamento e transporte, seu uso inadequado resulta em um grande volume de resíduos sólidos, que estão diretamente relacionados ao impacto ambiental (LANDIM et al., 2016).

A geração de resíduos provenientes de embalagens acompanha diretamente o aumento do consumo. À medida que as pessoas adquirem mais produtos, há um maior consumo de recursos naturais e uma crescente produção de resíduos. Embora a situação seja mais crítica nos países desenvolvidos, que são responsáveis pela maior parte desses resíduos, os países em desenvolvimento também enfrentam um cenário preocupante (Vilarinho; Souza; Costa, 2021).

1.2 Objetivos

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

1.2.1 Objetivo Geral

Este trabalho tem como objetivo, realizar o controle de qualidade da quantidade do desperdício de plástico (kg) utilizado na produção de queijo, em uma empresa situada no Rio Grande do Norte.

1.2.2 Objetivos Específicos

Sobre os objetivos específicos, pode-se incluir os seguintes tópicos:

- a) Mapear o processo de produção de queijo;
- b) Verificar se o desperdício de plástico nas embalagens está ou não sob controle estatístico;
- c) Diagnosticar as causas atribuíveis detectadas no processo de produção de acordo com o tipo de máquina utilizada;
- d) Analisar as estatísticas dos custos médios de desperdício por máquina e testar se as máquinas apresentam médias significativamente diferentes;
- e) Propor melhorias para minimizar ou erradicar as causas atribuíveis;

1.3 Problema

No Brasil, aproximadamente 20% do lixo é composto por embalagens, totalizando cerca de 25 mil toneladas descartadas diariamente. Esse volume seria suficiente para encher mais de dois mil caminhões de lixo, que, alinhados, ocupariam quase 20 quilômetros de estrada (BRASIL, 2025). Em 2012, o Brasil gerou cerca de 63 milhões de toneladas de resíduos sólidos urbanos (RSU), o que representa uma média de 383 kg de lixo por habitante ao ano. Esse volume foi 1,3% maior do que o registrado em 2011.

O desperdício de embalagens representa não apenas um grande desafio ambiental, mas também, gera impactos econômicos consideráveis para as empresas. A problemática do descarte inadequado de embalagens tem sido abordada em diversos estudos científicos, que ressaltam a importância da adoção de práticas sustentáveis na gestão desses materiais (APAMBIENTE, 2019). Ainda assim, cerca de 42% dos municípios brasileiros destinam seus resíduos de forma inadequada, seja em lixões ou aterros controlados, totalizando cerca de 24 milhões de toneladas por ano (ABRELPE, 2012). A falta de uma gestão adequada agrava ainda mais a questão, principalmente no que diz respeito às embalagens, que são responsáveis por uma grande parte desse desperdício.

Dados do Compromisso Empresarial para Reciclagem (CEMPRE, 2013) indicam que o Brasil gasta mais de 10 bilhões de reais anualmente com resíduos sólidos, descontando o que é reciclado. Aproximadamente um terço desses resíduos é composto por embalagens, tornando esse setor um dos maiores responsáveis pelo aumento da geração de lixo no país. Este desperdício de embalagens, além de comprometer os recursos financeiros, impacta significativamente o meio ambiente, especialmente em relação ao lixo plástico.

O descarte inadequado de resíduos plásticos causa um impacto ambiental profundo, com grande parte desse lixo indo parar nos oceanos, resultando na morte de inúmeros animais e prejudicando os seres humanos. Esse processo transforma várias áreas aquáticas em *habitats* irreversíveis, comprometendo a biodiversidade (BAIA et al., 2020). Embora as embalagens ofereçam benefícios como conservação, praticidade, armazenamento e transporte, seu uso excessivo e desordenado gera um grande volume de resíduos sólidos, que contribui para esses impactos ambientais (OLIVEIRA, 2007).

Segundo Food Connection (2020), a implementação de práticas eficientes de gestão de embalagens resulta em uma diminuição dos custos com materiais, beneficiando a empresa financeiramente. Isso reflete não apenas em um impacto positivo no orçamento, mas também em uma melhoria na competitividade e na eficiência da operação.

O uso excessivo de embalagens plásticas pode prejudicar a imagem da empresa, já que consumidores estão mais atentos às questões ambientais. De acordo com a Mintel (2020), muitos preferem marcas que adotam soluções sustentáveis, como embalagens recicláveis. Essa abordagem pode fortalecer a reputação da empresa e oferecer uma vantagem competitiva, especialmente no setor de laticínios.

Durante a produção de queijo, as embalagens plásticas são amplamente utilizadas para garantir a conservação e a qualidade dos produtos. No entanto, é inevitável que ocorra desperdício dessas embalagens ao longo do processo produtivo, seja devido a cortes, ajustes, falhas no manuseio ou até mesmo descartes de material inutilizado. Esse desperdício representa um impacto negativo não apenas econômico, aumentando os custos da produção, mas também ambiental. Diante desses desafios, este trabalho tem como objetivo, responder o seguinte problema de pesquisa: **Como minimizar o desperdício de embalagens plásticas na produção de queijo, em uma empresa do RN?**

1.4 Estrutura do Trabalho

Com o objetivo de melhorar a compreensão dos elementos que estão sendo abordados no trabalho, apresentando a seguir um fluxograma que ilustra a estrutura do projeto. A Figura 1 apresenta a sequência de etapas que serão apresentadas no trabalho, desde a definição do tema, objetivos, até a conclusão.

No Capítulo 1 (Introdução), é apresentado o tema abordado, os objetivos gerais e específicos, a problematização, a justificativa e a estrutura do trabalho.

No Capítulo 2 (Fundamentação Teórica), são elaborados os conceitos centrais do estudo, abordando a qualidade no setor alimentício, o Controle Estatístico da Qualidade (CEQ) e a utilização do gráfico da fração não conforme p .

No Capítulo 3 (Metodologia), são apresentados os métodos utilizados no estudo, incluindo a caracterização da empresa analisada, a variável estudada, o processo de coleta de dados e os softwares utilizados para a análise estatística.

No Capítulo 4 (Análise dos Resultados), são construídos os gráficos de controle, a avaliação dos custos do desperdício de embalagem e a identificação das causas especiais que afetam o processo produtivo, além de sugestões de melhorias.

No Capítulo 5 (Considerações Finais), contém o resumo dos principais pontos do estudo, sugestões para trabalhos futuros e as limitações da pesquisa.

Figura 1 : Estrutura do trabalho



Fonte: Elaborada pela autora (2025).

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Nesta seção da fundamentação teórica, são examinadas as referências relacionadas ao tema do estudo, as quais são fundamentais para a construção da pesquisa. No referencial teórico, são tratados assuntos como a produção de leite, a relevância da qualidade na indústria de alimentos e a importância da aplicação do controle estatístico da qualidade, com enfoque nos conceitos dos gráficos de controle. Essa abordagem possibilita uma compreensão mais detalhada sobre a gestão da qualidade e os benefícios de sua implementação nos processos produtivos das empresas.

2.1 Produção de leite

A produção de leite tem um papel importante na indústria alimentícia, fornecendo um dos alimentos mais consumidos em todo o mundo. Além disso, é uma fonte significativa de renda para muitos produtores rurais. Estima-se que mais de um milhão de agricultores estejam envolvidos diretamente na produção de leite, gerando ainda milhões de empregos nos diferentes segmentos da cadeia produtiva (Costa et al., 2023).

Atualmente, a melhoria dos processos de produção de leite se tornou uma necessidade global em todas as fazendas leiteiras, devido à pressão dos produtores em equilibrar grandes volumes de trabalho com margens de lucro cada vez mais reduzidas (Silva et al., 2024). Fatores como consumidores mais exigentes, mudanças climáticas, crescimento populacional e a crescente preocupação com a qualidade e segurança alimentar estão impactando esses processos e influenciando as decisões dos produtores.

Os bovinos são diretamente influenciados por diversos componentes do ambiente ao seu redor, sendo o clima e o solo os principais fatores a considerar. O clima, incluindo a temperatura do ar, umidade relativa, radiação solar e ventos, desempenha um papel crucial no bem-estar e na saúde dos animais. Condições climáticas extremas podem predispor os bovinos a doenças e infestações por parasitas, afetando sua alimentação, produção, reprodução e longevidade. Além disso, a qualidade e a fertilidade do solo, juntamente com a topografia do terreno, também têm impacto na saúde e no desempenho dos animais (Vilela et al., 2002).

O manejo alimentar desempenha um papel fundamental na pecuária leiteira, independentemente do sistema de produção utilizado. Garantir uma dieta adequada é essencial para promover a saúde e o bem-estar dos animais, além de otimizar os índices reprodutivos e a produção de leite. Um planejamento alimentar cuidadoso é essencial para todas as fazendas leiteiras, mesmo aquelas que adotam o sistema de produção a pasto. Isso garante que os bovinos

recebam os nutrientes necessários para atingir seu potencial máximo de produção leiteira, o que é o objetivo central de qualquer sistema de produção de leite (Maneje bem , 2024).

Vilela et al. (2002) destaca que o leite é considerado um alimento nobre devido à sua composição rica em proteínas, gorduras, carboidratos, sais minerais e vitaminas. Essa combinação fornece nutrientes essenciais e ajuda na proteção imunológica do ser humano. Como também as propriedades nutricionais, o leite contém elementos que têm efeitos anti cancerígenos, encontrados na gordura, como o ácido linoleico conjugado, esfingomielina, ácido butírico, β -caroteno, e as vitaminas A e D.

A análise da composição do leite envolve a avaliação dos teores de gordura, proteína, lactose e sólidos totais. Essa avaliação é realizada através de métodos modernos, como a absorção de radiação infravermelha, e métodos tradicionais, como o método de (Gerber para medição da gordura), ou os métodos (Kjeldahl e Micro-Kjeldahl para a proteína). Esses procedimentos são cruciais para assegurar a qualidade dos produtos lácteos oferecidos aos consumidores, de acordo com o Centro de Inteligência do Leite (Embrapa, 2012).

No Brasil, em 2002, o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento publicou a Instrução Normativa 51 (IN 51), que estabeleceu critérios para garantir a qualidade do leite. Esses critérios incluem aspectos físicos, químicos, microbiológicos, contagem de células somáticas (CCS) e detecção de resíduos químicos (BRASIL, 2002). De acordo com Nickerson (1998), células somáticas no leite compreendem todas as células presentes nesse fluido, incluindo aquelas provenientes da corrente sanguínea, como leucócitos, e células do epitélio glandular secretor que se desprendem. Na determinação da qualidade do leite, são considerados parâmetros como os teores de gordura, lactose e proteína, assim como a contagem bacteriana total (CBT) e a Contagem de Células Somáticas (CCS). As amostras de leite são coletadas diretamente do tanque de resfriamento para análise.

2.2 Qualidade no ramo alimentício

Ao longo da história, a busca pela qualidade tem sido uma constante, refletindo o progresso humano desde os tempos mais remotos, até os dias de hoje. Segundo Fernandes et al. (2008) , desde os primórdios, quando o homem começou a se preocupar com os resultados de seu trabalho, ele sempre se esforçou para alcançar um padrão de excelência. Essa busca pela qualidade tem sido uma jornada contínua, moldada pela evolução das diversas formas de organização ao longo dos tempos.

A qualidade muitas vezes está intrinsecamente ligada ao valor percebido do produto. Um produto de qualidade é aquele que atende às expectativas de desempenho a um preço justo, sendo apresentado pela empresa em um nível adequado de qualidade e com um custo aceitável (Martins et al., 2005). Na indústria alimentícia, as normas e práticas mais comuns para assegurar a segurança dos alimentos incluem as Boas Práticas de Fabricação (BPF), os Procedimentos Padrão de Higiene Operacional (PPHO) e a Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle - APPCC (Gobis et al., 2012).

Quando se trata de garantir a qualidade no setor alimentício, a questão se torna especialmente delicada. Produtos alimentícios não podem apresentar falhas de fabricação, pois isso, pode resultar em contaminação e não há tempo suficiente para retirá-los do mercado. Dessa forma, nesse setor específico, a implementação da Gestão da Qualidade deve ser realizada com extrema rigidez (Mendonça et al., 2004).

Conforme destacado por Gobis e Campanatti (2012), ao longo do tempo, a indústria sempre priorizou a qualidade dos alimentos, principalmente focando em sua segurança. Inicialmente, essa abordagem era conhecida como Controle de Qualidade. Com o passar dos anos, evoluiu para ser denominada Qualidade Assegurada ou Garantia da Qualidade, incorporando a inspeção de matérias-primas, etapas do processo e produto final para atender aos requisitos legislativos e de higiene estabelecidos.

Para que uma organização tenha uma certificação para seu Sistema de Gestão da Qualidade, ela precisa atender todos os requisitos da ISO 9001, a qual faz parte de um grupo de normas técnicas que estabelecem um modelo de gestão da qualidade para organizações em geral. Nesse viés, de acordo com Mello (2002, p. 7):

“a norma ISO 9001 é organizada em um formato amigável para o usuário, com termos que são facilmente reconhecidos por todas as áreas de negócios. A norma é usada para fins contratuais e de certificação/registro por organizações que procuram reconhecimento de seu sistema de GQ”.

Uma organização certificada conforme a NBR ISO 9001 não é imune a falhas ou problemas, porém, demonstra capacidade de controlar seus principais processos, gerenciar recursos de forma mais eficaz e buscar constantemente a satisfação do cliente. Ao estar comprometida com esses objetivos, ela se diferencia. A padronização dos processos, conforme a NBR 9001, também proporciona previsibilidade, reduzindo os riscos e custos operacionais, fatores cruciais para os resultados econômicos e sociais da organização (Valls, 2004).

2.3 Controle estatístico da qualidade

De acordo com Campos (2004), a qualidade se refere a oferecer um serviço ou processo que satisfaça completamente o que os clientes precisam. Isso significa que o produto deve inspirar confiança, ser seguro e fácil de adquirir para os consumidores.

Segundo Carvalho et al., (2012), a qualidade é muito importante no mercado. Ela vai além de como as coisas são feitas ou do próprio produto. A qualidade se estende para muito mais áreas do que apenas a produção ou os métodos de trabalho. Montgomery (2001) descreve a Engenharia da Qualidade como o grupo de ações responsável por controlar, gerenciar e observar os aspectos da qualidade. Isso é feito para garantir que eles atendam aos padrões mínimos necessários estabelecidos pelos consumidores.

Na visão clássica de Lins (2000), a engenharia da qualidade prioriza o controle, realizando inspeções nos produtos ou supervisionando o processo de produção. Contudo, a perspectiva moderna foca mais em prevenir problemas para assegurar a qualidade desde o começo. Neste caso, o controle é utilizado somente como um recurso adicional necessário, dentro de um conceito de gestão integral da qualidade que abrange todas as áreas da organização.

A gestão da qualidade abrange uma variedade de técnicas e metodologias destinadas a garantir que os produtos e serviços atendam ou excedam as expectativas dos clientes. Dentro desse campo, uma área fundamental é o Controle Estatístico de Qualidade (CEQ), que se concentra na análise estatística dos processos de produção para identificar e corrigir variações indesejadas que possam afetar a qualidade final do produto.

Para Costa (1977), o Controle Estatístico de Qualidade (CEQ) é uma parte do sistema de garantia da qualidade, que inclui outros subsistemas, como Administração para a Qualidade e Controle de Qualidade. Enquanto a inspeção da qualidade divide a produção em produtos perfeitos e fora de especificação, o Controle de Qualidade é um subsistema integrado que atua de forma contínua em todas as etapas da produção. Seu objetivo principal é evitar a produção de produtos que não atendam às especificações.

Segundo Montgomery (2003), em qualquer processo de produção, mesmo que seja planejado minuciosamente e mantido com cuidado, sempre haverá uma certa quantidade de variabilidade inerente ou natural. Um dos principais objetivos do controle estatístico da qualidade é identificar rapidamente a ocorrência de causas atribuídas também denominadas por causas especiais) ou mudanças no processo. Isso permite que uma investigação e ação corretiva sejam realizadas antes que muitas unidades não-conformes sejam fabricadas. O gráfico de

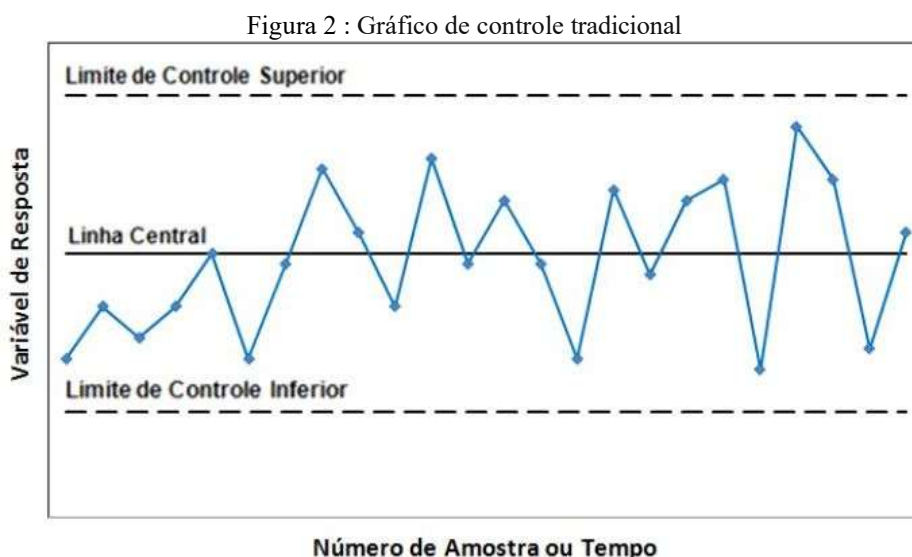
controle é uma técnica de monitoramento *on-line* do processo, amplamente utilizada para essa finalidade (Montgomery, 2001).

Montgomery (2001) explica que o Controle Estatístico de Processo (CEP) pode ser usado em qualquer tipo de processo. Ele se baseia em sete ferramentas principais que cobrem aspectos técnicos: Histograma, Folha de controle, Gráfico de Pareto, Diagrama de causa e efeito, Diagrama de localização de defeitos, Diagrama de dispersão e Gráficos de controle, sendo esta última ferramenta, uma das mais utilizadas na Engenharia da Qualidade. O CEP ajuda a criar um ambiente onde todos na organização buscam constantemente melhorar a qualidade.

2.3.1 Gráfico de Controle

Aguayo (1993) destaca que o gráfico de controle é uma ferramenta poderosa que ajuda os gestores a identificar e eliminar as causas especiais de um processo, possibilitando uma melhoria contínua em todo o sistema.

De acordo com Samohyl (2009), a construção de um gráfico de controle requer a organização dos dados coletados de acordo com os limites estabelecidos. Esses limites são representados pelo Limite de Controle Superior (LCS), o Limite de Controle Inferior (LCI) e a média das amostras, que é indicada pela linha central (LC). É apresentada na Figura 2, uma ilustração de um gráfico de controle.



Fonte : Adaptado de Montgomery e Runger (2003).

Quando pontos ultrapassam os limites superior e inferior, indica que o processo está instável, ou seja, fora de controle estatístico, tornando-se imprevisível. Isso ocorre devido a

causas atribuíveis que afetam o processo de maneira independente e descontrolada.

Por outro lado, quando os pontos estão dispersos aleatoriamente dentro dos limites, o processo é considerado estável, ou sob controle estatístico, sendo previsível. Nesse caso, as variações são causadas apenas por fatores comuns. Além disso, existem diversas regras que explicam o comportamento do processo, indo além da simples ocorrência de valores ultrapassando os limites de controle (Montgomery, 2003).

2.3.2 Gráfico da fração não-conforme p

O gráfico de controle p é uma ferramenta do controle estatístico de processos usada para acompanhar a proporção de itens defeituosos em uma amostra. Ele ajuda a identificar variações no processo e a detectar quando há instabilidade. Esse gráfico é especialmente útil quando o tamanho das amostras varia, permitindo uma análise clara da qualidade ao longo do tempo (Costa et al., 2005).

O gráfico, baseado na distribuição de probabilidade binomial, é usado para acompanhar a proporção de unidades não-conformes em uma amostra. Ele é aplicável tanto em amostras fixas, quando o tamanho das amostras varia (Montgomery; Runger, 2021).

A fração não-conforme indica a proporção de itens que não atendem aos padrões de qualidade em um conjunto de dados. Durante a inspeção, são verificadas características específicas e, se um item falhar em pelo menos uma delas, é considerado não-conforme ou fora das especificações. Essa medida permite avaliar a qualidade dos itens com base nos critérios estabelecidos (Montgomery, 2016). Dessa forma, de acordo com Costa et al. (2005), os limites de controle do Gráfico p podem ser determinados pelas Equações (1) a (3).

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

$$LM = p \quad (\text{Equação 2})$$

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

Em que p representa a fração média de itens fora das especificações, sendo calculada pela razão entre o número de itens defeituosos e o tamanho da amostra (n).

Quando o tamanho de amostra é variável no Gráfico p , como é o caso deste trabalho, se há uma coleta de “ m ” amostras, cada amostra podendo ter tamanho diferente, sendo este valor denominado de “ n_i ”, então, o gráfico de controle p com limite variável será dado de acordo com as Equações (4) a (6):

Nos gráficos p com limites variáveis, os valores do limite superior de controle (LSC) e do limite inferior de controle (LIC) são determinados individualmente para cada amostra, levando em consideração o total de itens inspecionados e a fração média de não conformes.

Essa abordagem permite identificar desvios no processo de maneira mais confiável, reduzindo o risco de interpretações equivocadas que poderiam ocorrer se utilizados limites fixos (Costa et al., 2005).

$$\text{LSC} = \bar{p}_i + 3 \sqrt{\frac{\bar{p}_i(1-\bar{p}_i)}{n_i}} \quad (\text{Equação 4})$$

$$\text{LM} = \bar{p}_i \quad (\text{Equação 5})$$

$$\text{LIC} = \bar{p}_i - 3 \sqrt{\frac{\bar{p}_i(1-\bar{p}_i)}{n_i}} \quad (\text{Equação 6})$$

Em que $\bar{p}_i$ representa a fração de itens fora das especificações para cada uma das “ m ” amostras, uma vez que “ i ” varia de 1 até m .

3 METODOLOGIA

Este capítulo tem como objetivo apresentar os métodos utilizados na pesquisa, divididos em quatro partes: Classificação da Pesquisa e os Procedimentos da Pesquisa, Variáveis Analisadas na Coleta de Dados e Softwares Utilizados.

3.1 Classificação da Pesquisa

Para a elaboração deste trabalho, adotou-se o conceito dedutivista, o qual se caracteriza por uma sequência de raciocínio lógico que parte de uma análise geral em direção ao conhecimento específico, utilizando hipóteses sobre o fenômeno em estudo (Gil, 2008).

Este estudo se caracteriza por uma pesquisa de natureza aplicada, uma vez que ao utilizar o Controle Estatístico de Qualidade, a empresa analisada auxiliou no monitoramento de forma sistemática e contínua a quantidade de embalagem desperdiçada, com o intuito de gerar conhecimento diretamente utilizável para melhorar processos, produtos e serviços, contribuindo para o desenvolvimento econômico (Gil, 2022).

O trabalho faz uso de uma abordagem quantitativa, conforme definido por Ramos et al. (2004), que emprega técnicas estatísticas para quantificar e explicar as relações entre as variáveis, as quais servirão como base para a construção dos Gráficos de Controle. Essa ferramenta foi escolhida para monitorar a estabilidade e o controle dos processos produtivos da organização.

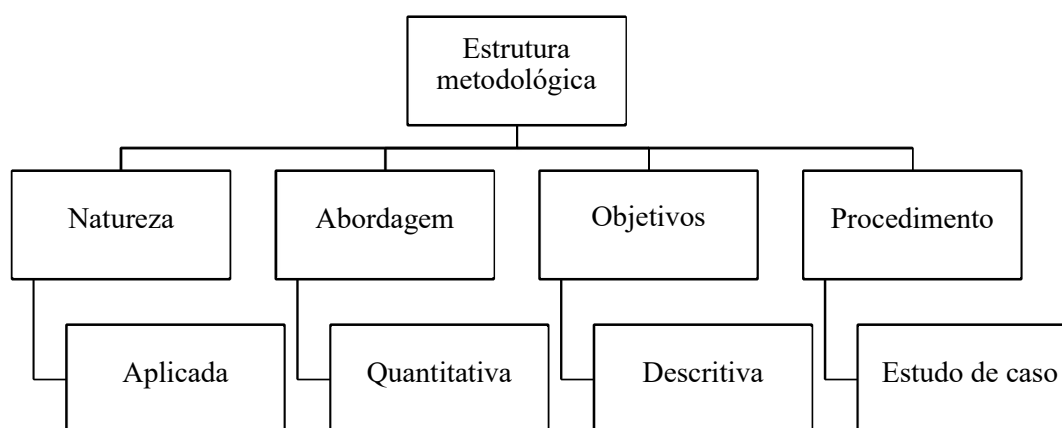
O objetivo principal desta monografia é conduzir uma investigação descritiva que busca detalhar o fenômeno em estudo, que consiste no controle de qualidade do desperdício de embalagens plásticas, utilizadas na produção de queijos em uma empresa de grande porte localizada no RN. De acordo com Silva et al. (2000), a pesquisa descritiva tem como propósito descrever as características de uma população ou fenômeno, estabelecendo relações entre variáveis por meio do uso de técnicas padronizadas de coleta de dados, como questionários e observação sistemática. Neste tipo de pesquisa, o pesquisador não interfere nos fenômenos estudados, os quais não são manipulados, concentrando-se apenas na análise objetiva e sistemática dos dados coletados.

O trabalho apresenta em sua abordagem, um de estudo de caso, que de acordo com Yin (2010), um estudo de caso é uma estratégia de pesquisa que investiga um fenômeno dentro de seu contexto real, quando os limites entre o fenômeno e o contexto não são claramente evidentes. Ele pode ser utilizado para estudar um caso único ou múltiplos casos, e a coleta de

dados pode envolver várias fontes, como entrevistas, observações, documentos e relatórios. O estudo de caso é particularmente útil quando o pesquisador busca compreender em profundidade um fenômeno complexo, explorando aspectos contextuais e interações dentro de um ambiente específico.

Focando no controle estatístico de qualidade do desperdício de embalagens plásticas, o objetivo é investigar os fatores e variáveis que influenciam nos processos produtivos, ocorrendo de forma interativa e com intervenção mínima dos envolvidos. Pretende-se realizar uma análise detalhada, partindo do princípio de que conhecimento significativo pode ser adquirido por meio do estudo de um único caso. É ilustrado na Figura 3 , a classificação desta pesquisa.

Figura 03: Estrutura metodológica.



Fonte: Elaborado pela autora (2025).

3.2 Caracterização da empresa

A empresa analisada está situada no estado do Rio Grande do Norte. Para fins desta pesquisa, optou-se por não revelar o nome da empresa, sendo referida, portanto, como *empresa estudada* ou a *organização*.

A empresa estudada está no mercado desde 1996 e, desde então, tem experimentado um crescimento contínuo ao lado de seus colaboradores. Atualmente, emprega mais de 500 famílias, tanto direta, quanto indiretamente, oferecendo oportunidades principalmente para a população local e o homem do campo. A empresa disponibiliza uma vasta variedade de produtos, como queijo de coalho, coalho light, coalho com orégano, queijo de manteiga, mussarela, mussarela light, minas frescal, ricota, bebidas lácteas, manteiga da terra, requeijão e creme do sertão. Diariamente, são fabricadas toneladas de produtos derivados do leite.

A organização se destaca como a maior produtora de queijos do estado do Rio Grande do Norte e uma das maiores do Nordeste. Esse sucesso é atribuído à visão empreendedora de seus fundadores, que conseguiram levar a marca a alcançar o *ranking* de melhor queijo do Nordeste, sendo premiada diversas vezes. Com a aquisição de outro laticínio, a empresa expandiu sua atuação, atendendo agora os estados do Rio Grande do Norte e da Paraíba.

A organização possui uma área específica de qualidade, voltada para o controle rigoroso do processo produtivo de produtos derivados do leite. Conta com um laboratório físico-químico e microbiológico para realizar análises de todos os seus produtos. A empresa também é inspecionada pelo Instituto de Defesa e Inspeção Agropecuária do Rio Grande do Norte (IDIARN). Para garantir a qualidade, são realizadas análises físico-químicas, microbiológicas e de contaminação da matéria-prima, o leite in natura, diariamente. Esse procedimento reflete o compromisso da empresa em oferecer produtos seguros que atendem às expectativas dos consumidores.

3.3 Variável analisada e Coleta de dados

Os dados coletados na empresa referem-se ao desperdício de embalagens plásticas, utilizadas no processo de embalagem, durante a produção de queijo. Foi relatado pela gerente de produção que uma quantidade significativa de embalagens era desperdiçada ao longo desse processo, o que gerava preocupação quanto à eficiência e ao impacto financeiro desse desperdício.

Antes da coleta dos dados, foi realizada uma observação durante dois dias para analisar como o processo de embalagem e o manuseio dos queijos eram realizados. Também foram verificadas as operações das máquinas responsáveis pela embalagem primária dos produtos analisados, a fim de entender as possíveis causas do desperdício e identificar oportunidades de melhoria.

A coleta de dados foi feita em tempo real, com acompanhamento do processo na sala de embalagem primária. A cada lote concluído, eram registradas imediatamente as informações sobre a quantidade de embalagem utilizada e o volume desperdiçado durante o processo. Ao final de cada dia, todas as informações coletadas eram organizadas em uma planilha desenvolvida no Excel para análise posterior.

Entre o período de 09/12/2024 até 17/01/2025, foram coletados dados de dois turnos diferentes, totalizando um banco de dados com 388 observações. Alguns queijos, como o queijo de coalho, manteiga e mussarela, eram produzidos em um dia e maturavam na câmara fria por dois dias antes de serem embalados. Esses queijos começavam a ser embalados pela manhã e o processo

se estendia até o turno da tarde. Já queijos como por exemplo, o de minas frescal e a ricota fresca, que eram produzidos e embalados no mesmo dia, geralmente eram embalados no turno da tarde.

A empresa estudada possui três tipos diferentes de máquinas utilizadas no processo de embalagem dos queijos. A primeira delas é a máquina denominada de Termoformadora, representada pela Figura 4, sendo esta responsável por formar embalagens a partir de bobinas de fundo e tampa.

Figura 4 -Maquina termoformadora



Fonte: Ulma (2025).

A termoformadora Ulma TFS 400 é uma máquina de alto desempenho, projetada para embalagens em filmes flexíveis e rígidos em atmosferas modificadas (MAP) ou a vácuo. Ela oferece fácil troca de formatos, sem necessidade de ferramentas, e conta com um sistema de controle UPC e uma tela sensível ao toque de 7 polegadas. A TFS 400 também permite a atualização de programas via USB ou Ethernet, otimizando a produção e garantindo eficiência (Ulma, 2025).

A segunda é a FG Selagem a vácuo representado pela Figura 5, e a terceira consiste em seis máquinas seladoras a vácuo menores, do modelo Vm 60 H, representadas pela Figura 6.

Figura 5 – FG selagem a vácuo



Fonte: FG INDMAQ (2025).

Figura 6 – VM 60 G seladora menor



Fonte: OVERD BROCK (2025).

A FG Selagem a Vácuo e a VM 60 H são máquinas projetadas para otimizar o processo de embalagem, oferecendo soluções eficientes para a preservação de produtos. A FG Selagem a Vácuo é ideal para criar vedação perfeita, removendo o ar das embalagens e garantindo maior durabilidade dos alimentos (FG INDMAQ, 2025).

Já a VM 60 H é uma máquina de termoformagem robusta, indicada para embalagens de médio porte, utilizando filmes plásticos com selagem a vácuo ou atmosfera modificada (MAP) (OVERD BROCK, 2025). Ambas são de fácil operação e manutenção, garantindo alta produtividade e qualidade no acabamento das embalagens.

A selagem a vácuo é um processo importante para aumentar a durabilidade dos alimentos, mantendo suas características e frescor. As seladoras a vácuo de câmara, perfeitas para produções em grande volume, operam removendo completamente o ar do saco e realizando a selagem, o que evita a entrada de micro-organismos e outros contaminantes.

Queijos como coalho em geral, manteiga (tamanho G), mussarela (tamanho G) e manteiga com raspa (tamanho G), passam pelo processo de embalagem na FG Selagem a vácuo e na Vm 60 H. Para esses produtos, a embalagem utilizada é inteira, sem a necessidade de formação adicional.

Já queijos como manteiga (tamanho P), manteiga com raspa (tamanho P), mussarela de 500g em geral, mussarela fatiada de 150g em geral, mussarela interfoliada de 500g, queijos minas e ricota todos esses produtos da empresa passam pela máquina Termoformadora. Nesse caso, a embalagem é formada a partir de bobinas de fundo e tampa, garantindo um fechamento seguro e adequado ao produto.

Os dados analisados e coletados incluíram informações sobre quais queijos estavam sendo embalados, o horário de embalagem, a quantidade de embalagens utilizadas no processo e a quantidade de embalagens desperdiçadas durante o processo de embalagem primária.

O Quadro 01 ilustra o banco de dados referente ao primeiro dia de observação da produção de queijo. Todo o período coletado (09/12/2024 a 17/01/2025) compreendeu 388 observações.

Quadro 01 - Coleta de dados para os dez primeiros lotes

Data	Embalagens utilizadas	Embalagens desperdiçadas	Motivo do desperdício	Máquina
09/12/2024	669	7	Embalagem sem vácuo	Vácuo menores
09/12/2024	250	50	Erro da máquina termoformadora , embalagem sem vácuo e desperdício na troca de embalagem	Termoformadora
09/12/2024	3.746	200	Erro da máquina termoformadora , embalagem sem vácuo e desperdício na troca de embalagem	Termoformadora
09/12/2024	3.168	140	Erro da máquina termoformadora , embalagem sem vácuo e desperdício na troca de embalagem	Termoformadora
09/12/2024	764	60	Erro da máquina termoformadora , embalagem sem vácuo e desperdício na troca de embalagem	Termoformadora
09/12/2024	2.490	5	Embalagem sem vácuo	FG selagem a vácuo
09/12/2024	1.666	5	Embalagem sem vácuo	FG selagem a vácuo
09/12/2024	3.332	15	Embalagem sem vácuo	Vácuo menores

Fonte: Elaborado pela autora (2025).

Para converter esses valores de unidade para grama, foi necessário determinar o peso de cada embalagem, considerando que os queijos possuem tamanhos diferentes e que a variação na fabricação das embalagens poderia influenciar seu peso.

No caso dos queijos processados pela Termoformadora, as embalagens eram formadas a partir de bobinas. Para evitar a necessidade de pesagem ao final de cada processo, o que poderia atrasar a produção, foi estabelecido um peso médio para as embalagens.

Foi informado que cada embalagem era composta por um fundo de 0,002 kg e uma tampa de 0,003 kg, totalizando, em média, 5 gramas por unidade. Também foram coletados dados sobre o valor de cada embalagem, permitindo calcular o custo total de embalagens por lote e estimar as perdas financeiras causadas pelo desperdício no processo.

Dessa forma, por meio das observações e coleta desses dados, foi possível verificar a causa do desperdício, permitindo assim, ter uma perspectiva mais clara do que está ocorrendo para aplicar uma solução que reduza o desperdício.

3.4 Softwares utilizados

Todos os dados foram coletados e organizados no *Microsoft Excel*. Os diagramas foram elaborados a partir do mapeamento dos processos utilizando o *software* Bizagi Modeler (2024). Essa ferramenta permite a criação e documentação de processos em um ambiente centralizado na nuvem, facilitando a compreensão de cada etapa operacional. Com isso, é possível identificar oportunidades de melhoria e aumentar a eficiência dos processos. O Bizagi Modeler auxilia na automação das operações, tornando a modelagem de processos mais acessível, mesmo para usuários sem conhecimento avançado em programação (Bizagi Modeler, 2024).

Para a construção dos gráficos p da fração não-conforme, utilizou-se o *software* R Core Team (2025) – Versão 4.3.2, empregando o pacote *qcc*, desenvolvido por Scrucca (2004).

O R é uma linguagem de programação e um ambiente para cálculos estatísticos, amplamente empregado em vários cenários científicos, incluindo ciência de dados, estatística e controle de qualidade. Ele oferece uma vasta coleção de pacotes e funções para manipulação, visualização e análise de dados, sendo altamente flexível e personalizável.

Além de sua versatilidade, o R é um *software* de código aberto, mantido por uma comunidade ativa de desenvolvedores e estatísticos, o que garante sua constante atualização e aprimoramento. Sua capacidade de integração com outras linguagens e ferramentas o torna uma escolha popular para análise estatística e desenvolvimento de modelos preditivos. Ele pode ser gratuitamente adquirido em www.r-project.org.

Após a compreensão do problema e a análise do processo de fabricação da empresa, os dados foram coletados e aplicados no *software* R para identificar o problema por meio do gráfico de controle da fração não conforme p . Com isso, foi possível diagnosticar tanto causas especiais quanto prováveis. Em seguida, foram levantados dados sobre o custo das embalagens para a empresa, incluindo o valor unitário, permitindo a mensuração do impacto financeiro desse desperdício.

4 ANALISE DOS RESULTADOS

Esta parte trata de temas ligados ao processo produtivo da empresa, incluindo diagramas das etapas operacionais, além de imagens, gráficos de controle e tabelas com dados relevantes. Também é feita uma análise detalhada do problema identificado, acompanhada de sugestões de melhorias para aprimorar a produção e reduzir desperdícios.

4.1 Processo de produção

A empresa estudada produz com base nas demandas do setor de vendas, adotando um sistema de produção ajustado às solicitações específicas. Sua estratégia considera as necessidades do mercado e as previsões de vendas, garantindo que a produção esteja sempre alinhada ao consumo. Como seus clientes preferem produtos com validade mais recente, manter um grande estoque não é vantajoso. Dessa forma, a empresa busca minimizar o armazenamento prolongado, evitando desperdícios e garantindo a qualidade dos produtos entregues.

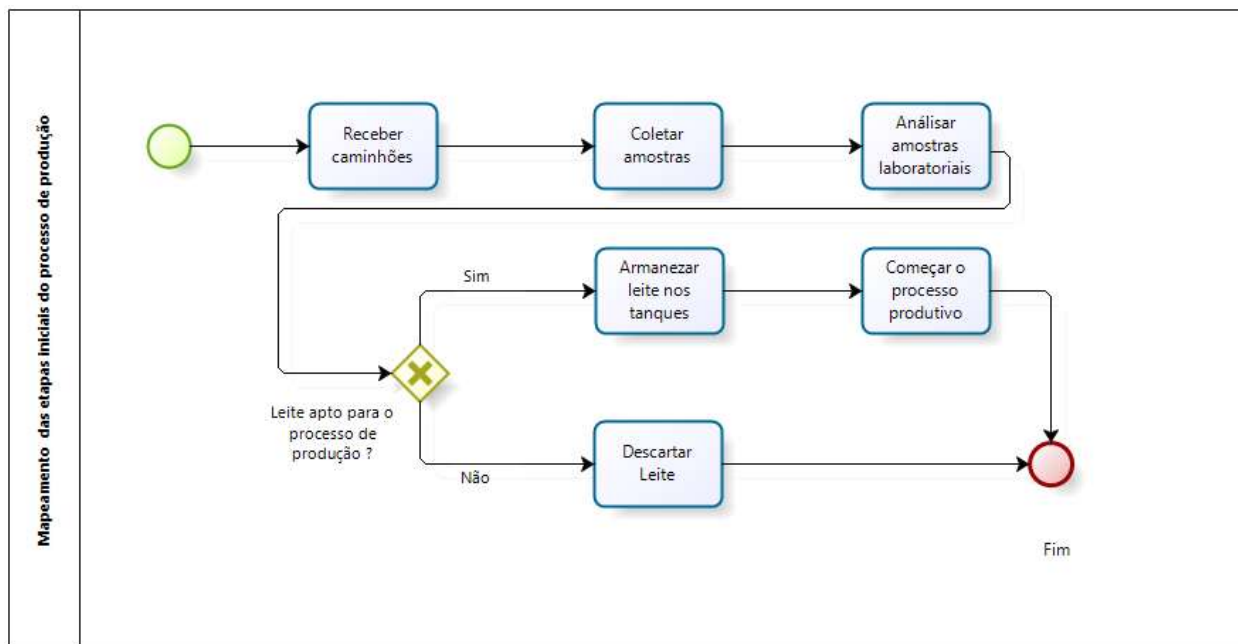
A produção de embalagens e a venda de queijos aumentam significativamente no final do ano, impulsionadas pelas festividades de Natal e Ano Novo. Além disso, a demanda por queijos tem crescido devido à popularização do estilo de vida saudável (*fitness*), com mais pessoas buscando opções alimentares mais saudáveis e viáveis. Devido ao reconhecimento do mercado, a empresa apresenta em sua produção e comercialização de queijos, a produção mensal de queijos da organização é superior a 165 mil quilos, considerando uma produção diária de 5,5 mil quilos e um mês com 30 dias.

O processo de produção de queijo começa com o recebimento dos caminhões que transportam o leite. Ao chegar, uma amostra de leite de cada caminhão é coletada para análise no laboratório. No laboratório, são realizadas análises físico-químicas, como a verificação de gordura, proteína e pH, além de análises microbiológicas para detectar possíveis contaminantes. O Teste do Alizarol também é aplicado para identificar se o leite está normal, ácido ou alcalino, além de estimar sua estabilidade térmica e verificar a acidez.

Se o leite apresentar resultados dentro dos padrões exigidos, ele é considerado apto e pode ser transferido para os tanques de armazenamento, onde será mantido sob temperatura controlada até ser utilizado na produção dos queijos. Caso o leite não atenda aos requisitos de qualidade, ele pode ser descartado ou tratado conforme necessário. Após essa etapa, o leite aprovado é utilizado

no processo de fabricação dos queijos, como manteiga, coalho, mussarela, ricota e Minas, conforme o tipo de queijo a ser produzido. O Diagrama 1, mostra o mapeamento dessas etapas.

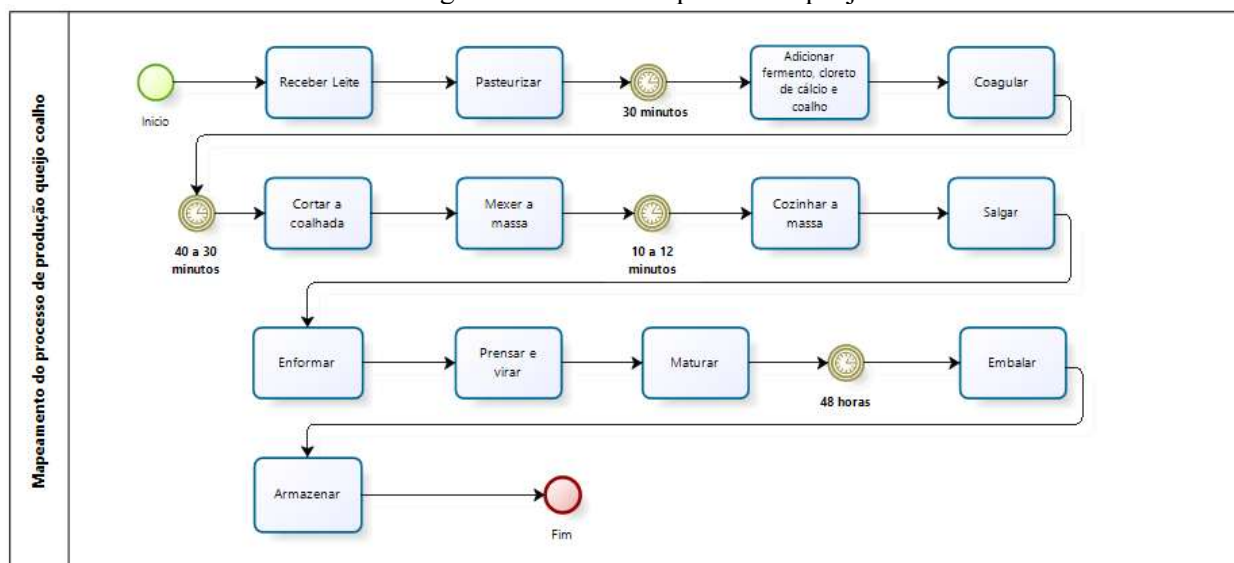
Diagrama 1 – Mapeamento das etapas iniciais do processo de produção



Fonte: Elaborado pela autora (2025).

Levando em consideração a diversificação de queijos produzidos pela empresa, para um melhor entendimento, será apresentado o processo de produção do queijo de maior saída da organização, que é o queijo coalho. Na sequência, o Diagrama 2 ilustra esse processo .

Diagrama 2 – Processo produtivo queijo coalho



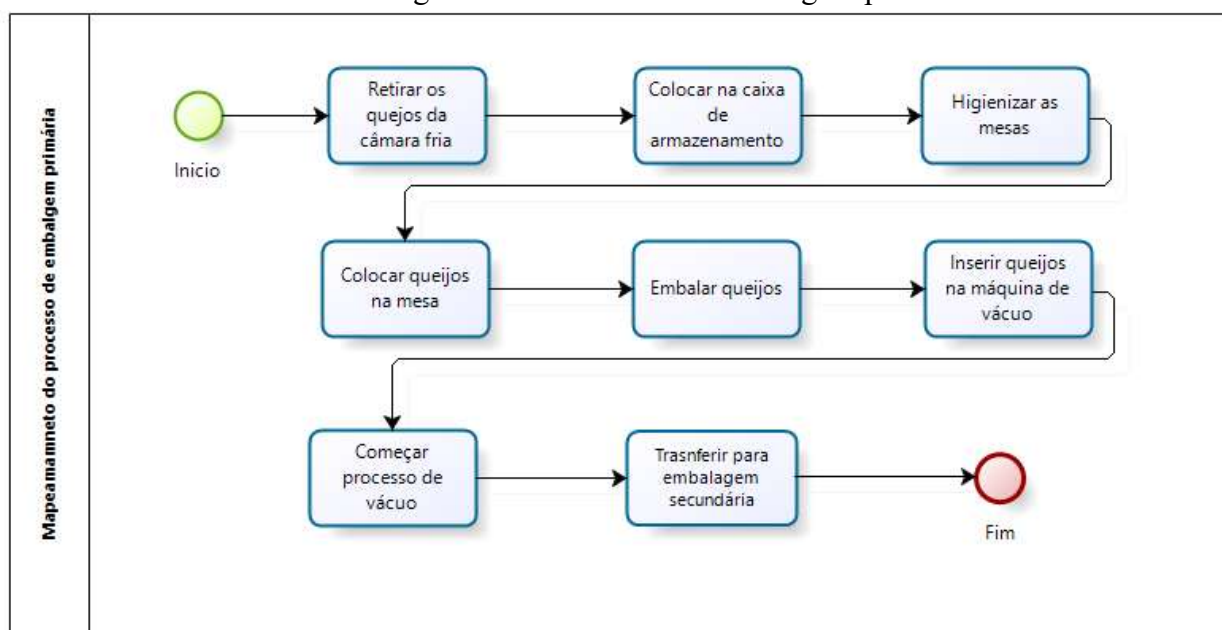
Fonte: Elaborado pela autora (2025).

O processo de produção do queijo coalho começa com a pasteurização do leite, que é aquecido a cerca de 70°C para eliminar possíveis micro-organismos. Em seguida, adicionam-se fermento, cloreto de cálcio e coalho, para promover a coagulação do leite. Após a formação da coalhada, ela é cortada em pedaços para permitir a liberação do soro. A coalhada é então aquecida novamente e mexida para ajudar na separação do soro.

Em seguida, ocorre a prensagem e viragem da coalhada, que é moldada e pressionada para retirar mais soro. O queijo é então resfriado e curado por algumas horas ou dias, dependendo da textura desejada. Por fim, as mesas e utensílios utilizados são cuidadosamente higienizados para garantir a qualidade e a segurança alimentar.

Para um melhor entendimento do processo como um todo, o Diagrama 3 ilustra a última parte do processo de produção, que é a embalagem primária. Este estágio final envolve o acondicionamento do queijo em embalagens adequadas para garantir sua preservação, qualidade e facilitar a distribuição ao consumidor.

Diagrama 3 – Processo de embalagem primária



Fonte: Elaborado pela autora (2025).

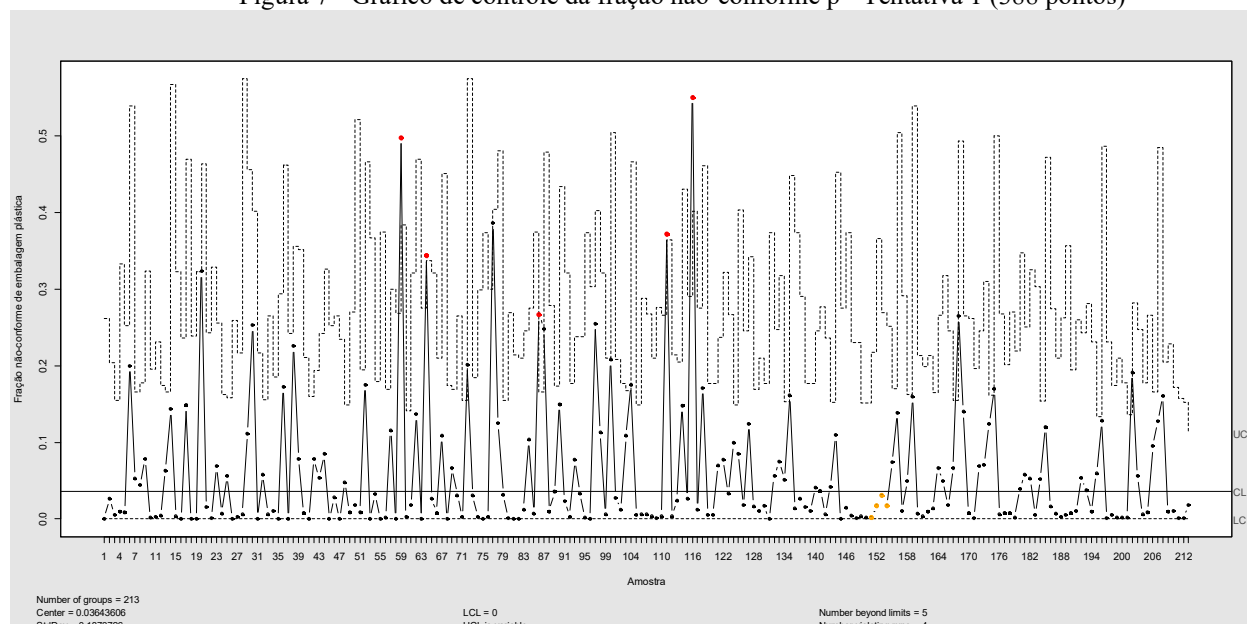
4.2 Gráfico de Controle p

Com os dados coletados, foram criados gráficos de controle para a fração não conforme p , a fim de avaliar o controle de qualidade no processo de embalagem primária e identificar as possíveis causas do desperdício, considerando tanto as causas especiais, quanto as prováveis.

No total, foram analisados 388 pontos, os quais foram utilizados na primeira tentativa de controle de qualidade. A Figura 7 ilustra o comportamento da fração não-conforme das embalagens, permitindo uma melhor compreensão do desempenho do processo e possíveis pontos de melhoria.

Como retratado na Sessão 2.3.2, o gráfico de controle p foi calculado a partir das Equações 04, 05 e 06. Como pode ser visto na Figura 7, os limites de controle são variáveis, uma vez que cada amostra apresentava tamanhos distintos. A empresa estudada fabrica o produto sob demanda, por isso, há lotes maiores e lotes menores, portanto, foi calculado um par de limites de controle para cada amostra, ou seja, para cada lote. Os gráficos de controle p , também estão ilustrados no Apêndice deste trabalho, em maior resolução.

Figura 7 - Gráfico de controle da fração não-conforme p - Tentativa 1 (388 pontos)



Fonte: Elaborado pela autora (2025).

No gráfico (Figura 7), foi diagnosticado pontos em vermelho, sendo elas, as causas especiais, visto que estão acima do limite superior de controle. Na tentativa 1, de 388 pontos, foram detectados 5 pontos fora de controle, restando 383. Cada um destes pontos, foram diagnosticados, tendo essas causas especiais identificadas, assim como o percentual de defeituosos do subgrupo racional.

O Quadro 2 apresenta informações sobre o produto que a embalagem houve mais desperdício, que foi o queijo de manteiga (Tamanho P), incluindo a máquina responsável (Termoformadora), todas as causas especiais foram dessa máquina, a fração p e o motivo da causa especial identificada. Observou-se que erros no manuseio da máquina resultaram em embalagens saindo sem vácuo, além de desperdício durante a troca de embalagem. Esses dados permitem uma

análise mais precisa das variações no processo e auxiliam na implementação de melhorias para reduzir perdas e aumentar a eficiência.

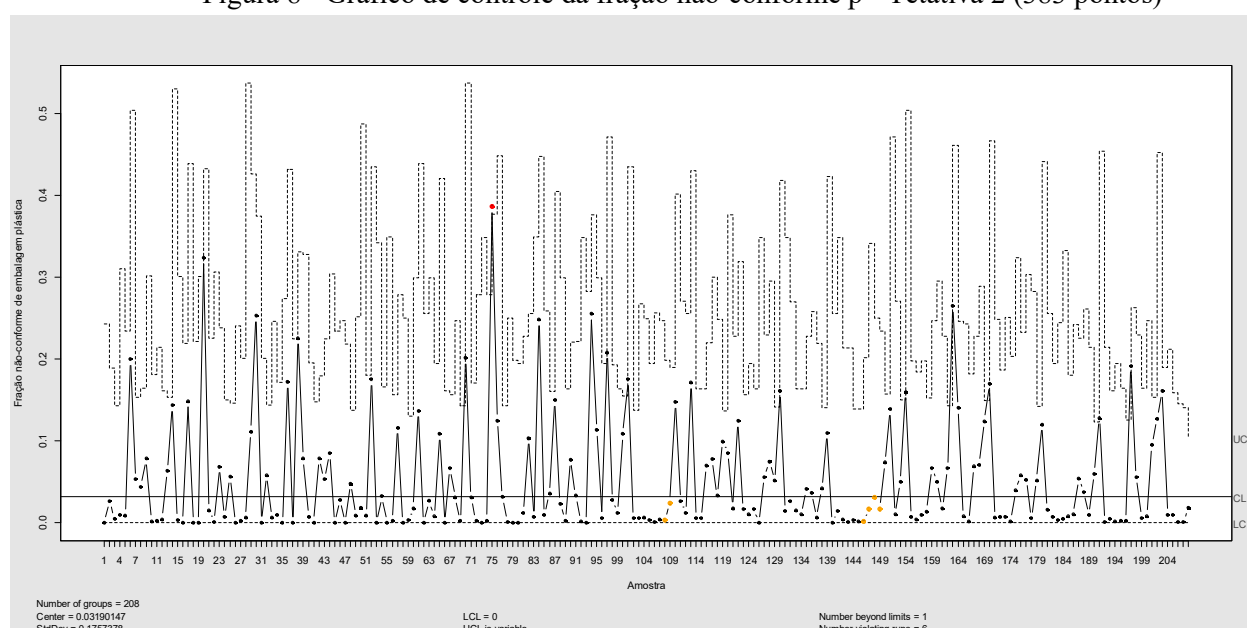
Quadro 02 - Diagnóstico das causas especiais Termoformadora (Tentativa 1)

Data	Produto	Fração p	Máquina	Motivo do desperdício
17/12/2024	Queijo de manteiga p	0,498	Termoformadora	Erro na máquina termoformadora, embalagens sem o vácuo e desperdiçadas na troca de embalagem.
18/12/2024	Queijo de manteiga p	0,344	Termoformadora	Erro na máquina termoformadora, embalagens sem o vácuo e desperdiçadas na troca de embalagem
23/12/2024	Queijo de manteiga p	0,267	Termoformadora	Erro na máquina termoformadora, embalagens sem o vácuo e desperdiçadas na troca de embalagem
30/12/2024	Queijo de manteiga p	0,372	Termoformadora	Erro na máquina termoformadora, embalagens sem o vácuo e desperdiçadas na troca de embalagem
31/12/2024	Queijo de manteiga p	0,551	Termoformadora	Erro na máquina termoformadora, embalagens sem o vácuo e desperdiçadas na troca de embalagem

Fonte: Elaborada pela autora (2025).

Após o diagnóstico de todos os pontos apresentados na Figura 7, aqueles que excederam os limites de controle poderão ser removidos do gráfico. Com essa exclusão, os limites foram recalculados, considerando os 383 pontos restantes, caracterizando assim, a segunda tentativa de controle de qualidade. Dessa maneira, foi possível gerar um novo gráfico de controle da fração não conforme p , conforme ilustrado na Figura 8.

Figura 8 - Gráfico de controle da fração não-conforme p - Tetativa 2 (383 pontos)



Fonte: Elaborado pela autora (2025).

Na segunda tentativa, apenas um ponto permaneceu fora dos limites de controle. No entanto, devido o gráfico ainda apresentar um ponto fora de controle, isso indica que o processo continua operando fora dos limites estabelecidos e não está funcionando como esperado. No total, foram identificadas seis causas especiais ao longo das duas primeiras tentativas. O Quadro 3, mostra a unica causa especial fora de controle, detectado na Figura 8.

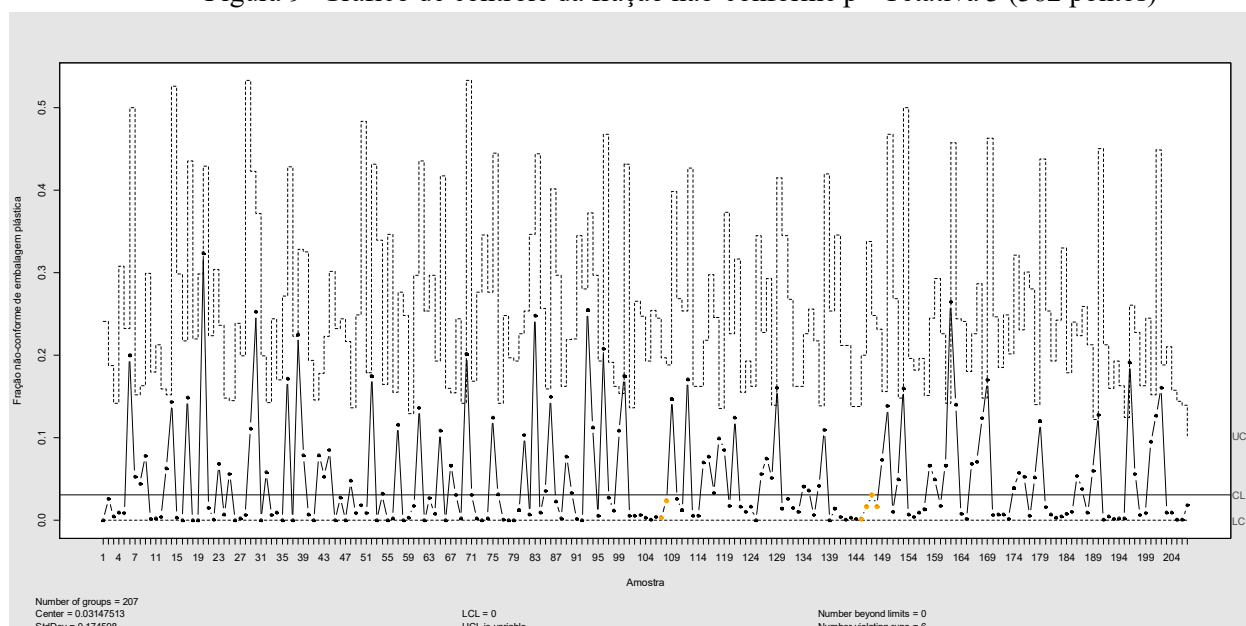
Quadro 03 - Diagnóstico das causas especiais (Tentativa 2)

Data	Produto	Fração p	Máquina	Motivo do desperdício
20/12/2024	Queijo de Manteiga p	0,386	Termoformadora	Erro na máquina termoformadora, embalagens sem o vácuo e desperdiçadas na troca de embalagem

Fonte: Elaborado pela autora (2025).

Após a identificação das causas especiais, a análise foi aprofundada com a construção de um novo gráfico de controle, agora considerando um total de 382 pontos. Conforme ilustrado na Figura 9, todos os pontos ficaram abaixo do limite inferior de controle. Dessa forma, nenhum ponto ultrapassou os limites superiores de controle, permitindo assim, concluir que o processo está sob controle em relação à fração não-conforme do desperdício de embalagens, evidenciando que o processo está sob controle estatístico, a partir da retirada dessas causas especiais, todas diagnosticadas.

Figura 9- Gráfico de controle da fração não-conforme p - Tetativa 3 (382 pontos)



Fonte: Elaborado pela autora (2025).

Após a análise das causas especiais, constatou-se que a máquina que apresentou mais inconformidades foi a Termoformadora. Diante disso, concluiu-se que é necessário dedicar maior atenção ao processo dessa máquina. No entanto, também foi realizada uma análise do impacto financeiro das demais máquinas utilizadas na produção, permitindo uma comparação mais precisa.

4.3 Análise dos custos do desperdício de embalagem

Na etapa seguinte, foi realizada uma análise para investigar o impacto financeiro do desperdício das embalagens plásticas. Para isso, foram levantados dados sobre o custo das embalagens para a empresa, considerando o valor unitário de cada uma, conforme apresentado no Quadro 04.

Quadro 04 – Preço unitário das embalagens

Preço unitário das embalagens	
Queijo de coalho G	R\$ 0,20
Queijo de coalho P	R\$ 0,12
Queijo de coalho ligh	R\$ 0,12
Queijo de coalho com oregano	R\$ 0,12
Queijo de coaho 0% lactose	R\$ 0,12
Queijo coalho médio	R\$ 0,20
Queijo de Manteiga G	R\$ 0,37
Queijo de Manteiga P	R\$ 0,16
Queijo de Manteiga P com raspa	R\$ 0,17
Queijo Minas Frescal	R\$ 0,14
Queijo Ricota Fresca	R\$ 0,14
Queijo Mussarela Sertão G	R\$ 0,63
Queijo Mussarela 500g Tradicional	R\$ 0,16
Queijo Mussarela 500g ligh	R\$ 0,17
Queijo Mussarela 500g 0% lactose	R\$ 0,17

Fonte: Elaborado pela autora (2025).

Após essa etapa, a quantidade de embalagens desperdiçadas foi convertida em seu valor financeiro, permitindo uma análise mais precisa do impacto econômico das perdas. Esse levantamento contribuiu para a tomada de decisões voltadas à redução do desperdício e possibilitou que a empresa avaliasse se o impacto era significativo, conforme apresentado no Quadro 05.

Quadro 05 – Custo do desperdício por máquina

Estatísticas	FG	Termoformadora	Vácuo
Menor	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00
Maior	R\$ 17,00	R\$ 75,60	R\$ 32,00
Q1	R\$ 0,24	R\$ 7,57	R\$ 0,78
Mediana	R\$ 1,08	R\$ 11,20	R\$ 2,02
Q3	R\$ 1,92	R\$ 32,00	R\$ 3,04
Média	R\$ 1,86	R\$ 19,14	R\$ 3,27
Desvio Padrão	R\$ 2,82	R\$ 16,26	R\$ 5,35
% de lotes com Desperdício	16,90%	1,20%	2,10%
Amostra	77	86	47

Fonte: Elaborado pela autora (2025)

A análise do Quadro 05 revela que o maior custo registrado para FG durante o período analisado foi de R\$ 17,00, indicando que, em alguns lotes, houve perdas significativas. No primeiro quartil (Q1), 25% dos menores custos variaram entre R\$ 0,24 e valores próximos, evidenciando que uma parte considerável dos lotes apresentou desperdícios baixos.

A mediana dos custos foi de R\$ 1,08, o que significa que metade dos lotes teve um desperdício inferior a esse valor, enquanto a outra metade apresentou custos superiores, variando entre R\$ 1,08 e R\$ 17,00. No terceiro quartil (Q3), 75% dos menores custos ficaram entre R\$ 0,24 e R\$ 1,92, enquanto os 25% dos maiores custos oscilaram entre R\$ 1,92 e R\$ 17,00, demonstrando que parte dos lotes registrou desperdícios elevados.

O desperdício médio por lote na FG foi de R\$ 1,86, um impacto financeiro relativamente baixo em comparação com outros processos. No entanto, o desvio padrão de R\$ 2,82 indica uma variação considerável nos custos, sugerindo a necessidade de maior controle para minimizar oscilações e otimizar o uso das embalagens. Além disso, apenas 16,9% dos lotes apresentaram desperdício, mostrando que o processo apresenta um índice relativamente baixo de perdas em relação ao total analisado.

Já no que se diz respeito a Termoformadora, revela que o menor custo registrado durante o período analisado foi de R\$ 0,00, indicando que, em alguns lotes, não houve desperdício financeiro. No primeiro quartil (Q1), 25% dos menores custos variaram entre R\$ 0,00 e R\$ 7,57, mostrando que uma parte significativa dos lotes apresentou perdas relativamente baixas.

A mediana dos custos foi de R\$ 11,20, o que significa que metade dos lotes teve um desperdício inferior a esse valor, enquanto a outra metade apresentou custos superiores, variando de R\$ 11,20 a R\$ 75,60. No terceiro quartil, 75% dos menores custos ficaram entre R\$ 0,00 e R\$ 32,00, enquanto os 25% dos maiores custos variaram de R\$ 32,00 a R\$ 75,60, evidenciando que uma parte dos lotes registrou desperdícios consideráveis.

O desperdício médio por lote na Termoformadora foi de R\$ 19,14. Além disso, o desvio padrão de R\$ 16,26 indica uma grande variação nos custos, sugerindo a necessidade de maior controle e padronização do processo para reduzir oscilações e perdas financeiras.

Por fim, o maior custo registrado para a máquina a vácuo, durante o período analisado, foi de R\$ 32,00, demonstrando que, em alguns lotes, ocorreram desperdícios consideráveis. No primeiro quartil (Q1), 25% dos menores custos variaram entre R\$ 0,78 e valores próximos, indicando que parte significativa dos lotes apresentou perdas reduzidas.

A mediana dos custos foi de R\$ 2,02, o que significa que metade dos lotes teve um desperdício inferior a esse valor, enquanto a outra metade apresentou custos superiores, variando entre R\$ 2,02 e R\$ 32,00. No terceiro quartil (Q3), 75% dos menores custos ficaram entre R\$ 0,78 e R\$ 3,04, enquanto os 25% dos maiores custos oscilaram entre R\$ 3,04 e R\$ 32,00, evidenciando que alguns lotes registraram desperdícios elevados.

O desperdício médio por lote da máquina a vácuo foi de R\$ 3,27. O desvio padrão de R\$ 5,35 indica uma variação relevante nos custos, sugerindo a necessidade de controle mais rigoroso para minimizar oscilações e reduzir perdas. Além disso, apenas 2,1% dos lotes apresentaram desperdício, o que mostra um índice relativamente baixo de perdas em relação ao total analisado, reforçando a eficiência do processo nesse aspecto.

Apesar das três máquinas, apresentadas no Quadro 05, terem custos médios diferentes, observa-se que as máquinas à vácuo e FG apresentam médias muito próximas, assim, para verificar quais máquinas apresentam médias diferentes, foi realizado um teste a partir de uma Análise de Variância – ANOVA (Fisher, 1925).

A Análise de Variância de um fator único, apresentada no Quadro 06, tem como objetivo verificar se existem diferenças estatisticamente significativas entre as médias das máquinas (FG, Termoformadora e à Vácuo) em relação à variável resposta, que é o custo de embalagens plásticas desperdiçadas. O resultado do teste F de Snedecor indicou um valor elevado (58,87), o que sugere fortemente que pelo menos duas dessas máquinas apresentam médias de desperdício significativamente distintas. Essa suposição é reforçada pelo p-valor extremamente baixo, inferior a 1% ($p\text{-valor} < 2 \times 10^{-16}$).

Quadro 06 – Análise de Variância por máquina.

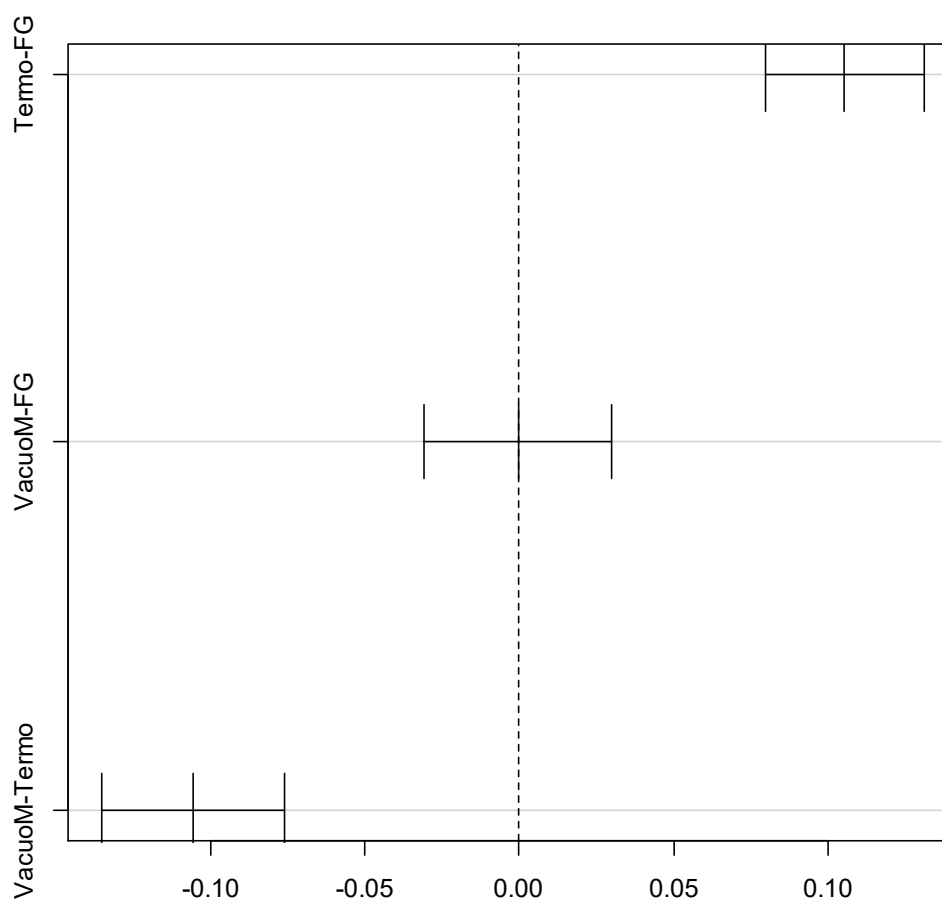
Fonte de variação	Graus de liberdade	Soma de quadrados	Quadrado médio	F-Snedecor	p-valor
Especialidade	2	0,5678	0,2839	58,87	$< 2 \times 10^{-16}$
Erro	207	0,9983	0,0048	-	-

Fonte: Elaborado pela autora (2025).

De acordo com o Quadro 06, a ANOVA confirmou a existência de uma diferença estatística entre pelo menos duas das máquinas analisadas, levando em consideração o custo de desperdício. Diante disso, foi aplicado o Teste de Tukey para múltiplas comparações (Tukey, 1949), a fim de identificar quais máquinas possuem médias significativamente diferentes.

A Figura 10 exibe os resultados do Teste de Tukey para todas as combinações possíveis entre as três máquinas. O gráfico apresenta os intervalos de confiança de 95% das diferenças entre as médias. No eixo Y, estão representadas as comparações entre os diferentes grupos analisados, enquanto no eixo X são ilustradas as diferenças entre as médias de cada par de grupos. A linha horizontal com um traço central simboliza o intervalo de confiança para cada comparação, enquanto a linha vertical em zero representa a referência para a inexistência de diferença estatisticamente significativa – ou seja, quando os custos médios de desperdício das máquinas são estatisticamente equivalentes. Ao analisar a Figura 10, percebe-se que apenas as máquinas à Vácuo e FG possuem custos médios de desperdício estatisticamente iguais, pois o intervalo de confiança de 95% intercepta a linha vertical em zero. Em contrapartida, a máquina Termoformadora apresentou um custo médio de desperdício estatisticamente distinto das outras duas máquinas.

Figura 10 – Teste de Tukey para comparações múltiplas, tendo como único fator.



Fonte: Elaborado pela autora (2025).

De acordo com o Quadro 05 e Figura 10, a análise comparativa dos custos de desperdício entre as três máquinas — FG, Termoformadora e Vácuo revela diferenças significativas em relação ao impacto financeiro e à frequência de perdas.

A Termoformadora apresentou o maior custo médio de desperdício por lote, com R\$ 19,14, além de um desvio padrão elevado de R\$ 16,26, indicando uma grande variação nos valores. Isso sugere que, apesar de alguns lotes apresentarem desperdício zero, outros tiveram perdas financeiras expressivas, tornando essa máquina a mais crítica em termos de impacto econômico para a empresa. No entanto, apenas 1,2% dos lotes da termoformadora registraram desperdícios, o que sugere que o problema, apesar de alto em valor, ocorre com menor frequência.

Já a máquina a vácuo apresentou um custo médio de desperdício significativamente menor, de R\$ 3,27, com um desvio padrão de R\$ 5,35. Isso indica que as perdas foram mais estáveis e controladas do que na termoformadora, mas ainda assim, 2,1% dos lotes tiveram algum nível de desperdício. Apesar do menor impacto financeiro em valores absolutos, a frequência de desperdício foi maior do que na termoformadora.

Por outro lado, a máquina FG registrou o menor impacto financeiro, com um custo médio de desperdício de R\$ 1,86 e um desvio padrão de R\$ 2,82, mostrando variações mais controladas. No entanto, a taxa de lotes com desperdício foi a mais alta entre as três, atingindo 16,9%, o que indica que, apesar das perdas menores por lote, elas ocorrem com muito mais frequência.

Dessa forma, em termos de custo financeiro, a termoformadora é a que mais prejudica a empresa, pois os lotes que apresentam desperdício têm valores mais elevados. No entanto, em termos de frequência de desperdício, a FG é a mais problemática, já que quase 17% dos lotes apresentam perdas, mesmo que os valores absolutos sejam menores. A máquina a vácuo fica em uma posição intermediária, com valores moderados e frequência de desperdício relativamente baixa.

Portanto, para minimizar o impacto do desperdício, a empresa pode focar em estratégias para reduzir as grandes oscilações da termoformadora e implementar ações para controlar a recorrência das perdas na FG.

4.4 Proposição de melhorias

Com base nas razões identificadas através dos dados avaliados, tornou-se possível avaliar o impacto financeiro das perdas e identificar a necessidade de medidas para sua redução e otimização do processo.

Para reduzir o impacto financeiro do desperdício nas três máquinas, algumas ações podem ser implementadas de forma específica para cada uma delas. Na Termoformadora, que apresenta o maior custo de desperdício por lote, uma análise detalhada do processo e ajustes técnicos podem ser feitos para evitar as grandes oscilações. Isso inclui a calibração precisa das máquinas, ajustes nos parâmetros como tempo, temperatura e pressão, além de manutenção preventiva mais frequente para evitar falhas.

Também é importante oferecer treinamento contínuo para a equipe, garantindo que o manuseio da máquina seja feito de forma eficiente, especialmente no ajuste da largura e avanço do filme, aproveitando a tecnologia Width-Flex disponível no equipamento. Esse sistema permite uma configuração mais precisa dos formatos de embalagem, reduzindo ao mínimo as perdas de filme, podendo gerar economia superior a 80% em embalagem, como afirma o fabricante reduzindo a ocorrência de desperdícios. Implementar um sistema de monitoramento contínuo pode ajudar a identificar rapidamente quando o desperdício começa a aumentar, permitindo ajustes em tempo real.

Além do mais, considerando a ocorrência de falhas na termoformadora ao longo do período analisado (cerca de três vezes), torna-se importante implementar um plano de manutenção preventiva. Esse plano deve englobar inspeções periódicas para identificar e corrigir possíveis falhas, a realização de limpezas regulares para evitar o acúmulo de resíduos que possam comprometer o funcionamento do equipamento e o treinamento contínuo da equipe para garantir uma operação correta e eficiente. Essas ações visam reduzir as interrupções no processo produtivo, minimizar desperdícios financeiros e otimizar a eficiência da produção.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo teve como objetivo responder à seguinte questão de pesquisa: **"Como minimizar o desperdício de embalagens plásticas na produção de queijo, em uma empresa do RN?"**.

Através da análise dos dados, constatou-se que a maior parcela do desperdício de embalagens plásticas está relacionada a falhas operacionais, principalmente na máquina Termoformadora. O estudo demonstrou que as perdas ocorrem devido a embalagens saindo sem vácuo, desperdício na troca de embalagens e ineficiência no manuseio do equipamento.

A importância da redução do desperdício de plástico nos processos produtivos vai além do impacto econômico. Como discutido no referencial teórico, a indústria de embalagens tem um papel significativo na geração de resíduos sólidos, sendo fundamental que as empresas busquem estratégias sustentáveis para otimizar o uso desses materiais. O desperdício de embalagens plásticas não apenas gera custos desnecessários, mas também contribui para os impactos ambientais associados ao descarte inadequado de resíduos. Assim, minimizar essas perdas torna-se essencial tanto para a eficiência operacional quanto para a responsabilidade ambiental da empresa.

Através da aplicação do controle estatístico da qualidade, com o uso dos gráficos de controle p , foi possível identificar pontos fora de controle no processo produtivo e diagnosticar as causas especiais que estavam gerando desperdício significativo. O estudo confirmou que o processo de embalagem da empresa não estava sob controle estatístico e necessitava de melhorias para reduzir as perdas. O impacto financeiro dessas perdas também foi avaliado, demonstrando que a Termoformadora representava a maior fonte de desperdício em termos de valor monetário, mesmo que a frequência de lotes afetados fosse menor em comparação com outras máquinas. Através da ANOVA, foi constatado que a Termoformadora apresenta custos médios de desperdício estatisticamente diferente das outras duas máquinas.

Com base nesses resultados, foram propostas melhorias para otimizar o processo produtivo e reduzir o desperdício de embalagens plásticas. As principais proposições incluem a implementação de um plano de manutenção preventiva para a Termoformadora, o aprimoramento do treinamento dos operadores para garantir o manuseio adequado do equipamento, e a adoção de um monitoramento mais rigoroso dos parâmetros de operação da máquina.

Dentre as limitações do estudo, destaca-se a necessidade de coletar dados sem interferir no processo produtivo, o que pode ter influenciado a precisão das medições. Além disso, o período

de análise foi relativamente curto, e um estudo mais prolongado poderia fornecer uma visão mais abrangente das variações sazonais no desperdício de embalagens.

Para pesquisas futuras, seria interessante avaliar o impacto da padronização dos procedimentos na redução do desperdício. Esse estudo poderia comparar os índices de desperdício antes e depois da implementação de listas de verificação e treinamentos, verificando se essas ações realmente melhoram o controle do processo. Também seria relevante analisar os impactos ambientais da redução do desperdício, explorando soluções mais sustentáveis para o uso e descarte de embalagens plásticas.

Conclui-se, portanto, que a adoção de medidas de controle de qualidade e a implantação de melhorias no processo produtivo são essenciais para reduzir o desperdício de embalagens plásticas na indústria de laticínios. Além de contribuir para a sustentabilidade da empresa, essas mudanças também resultam em ganhos financeiros e operacionais, garantindo maior eficiência e competitividade no mercado.

REFERÊNCIAS

ABRELPE - Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais. (2012). Panorama dos resíduos sólidos no Brasil. São Paulo. Disponível em : <<http://www.abrelpe.org.br/Panorama/panorama2012.pdf>>. Acesso em : 01,mar.2025.

AGUAYO, R. **Dr. Deming: o americano que ensinou a qualidade total aos japoneses**. Rio de Janeiro: Record, 1993.

ÁLVARES, J.G. Pagamento do leite por sólidos. In: **VISÃO TÉCNICA E ECONÔMICA DA PRODUÇÃO LEITEIRA**, 5., 2005, Piracicaba, SP. Anais, Piracicaba: FEALQ, 2005. p.129-140.

APAMBIENTE. Relatório Final - Análise do Mercado de Embalagens. 2019. Disponível em: <https://apambiente.pt/sites/default/files/_Residuos/FluxosEspecificosResiduos/ERE/Relat%C3%B3rio%20Final_An%C3%A1lise_Mercado_Embalagens_22022019_0.pdf>. Acesso em: 1 mar. 2025.

BADIN, K. B.; NADER FILHO, A.; AMARAL, L. A.; GERMANO, E. P. M. L. Risco à saúde representado pelo consumo de leite cru comercializado clandestinamente. **Rev. Saúde Pública**, São Paulo, v. 552, n. 549, p. 1-4, 29 maio 1996.

BAIA, B. G. F. et al. Plástico e seus impactos ambientais. **International Studies Coepta**, p. 3-4, 2020. Acesso em: 14 jul. 2023.

BIZAGI MODELER. **Plataforma**. Disponível em: <<https://www.bizagi.com/pt/plataforma>>. Acesso em: 22 abr. 2024.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Prorrogada mudança na norma de qualidade do leite**. Notícias - legislação, 30 jun. 2002.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Impacto das embalagens no meio ambiente. Disponível em: <https://antigo.mma.gov.br/responsabilidade-socioambiental/producao-e-consumo-sustentavel/consumo-consciente-de-embalagem/impacto-das-embalagens-no-meio-ambiente.html>. Acesso em: 1 mar. 2025.

BRASIL. Embrapa Gado de Leite, 2012. Disponível em: <http://guernsey.cnpgl.embrapa.br/content/pecuarista-ter%C3%A1-que-se-adaptar-para-produzir-leite-b-no-brasil>. Acesso em: 10,fev.2024.

CAMPOS, V. F. **TQC Controle da qualidade total (no estilo japonês)**. 8 ed. Belo Horizonte: Desenvolvimento Gerencial, 2004.

CARVALHO, M. M. et al. **Gestão da qualidade: teoria e casos**. 2 ed. Elsevier: ABEPRO, 2012.

Compromisso Empresarial para Reciclagem – CEMPRE. (2013). CEMPRE Review. São Paulo. Disponível em: <<http://cempre.org.br/download.php?arq=b18xO TVhNmJvOHExNHNkazZsMW42bzFzdTFxMGxhLnBkZg==>>. Acesso em: 1º mar. 2025.

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, J. J. da S. **Controle de qualidade: aspectos organizacionais e modelo estatístico**. Rio de Janeiro: Editora Rio, 1977.

COSTA, R; SILVA, P; MELO, S. Redução da produtividade leiteira no Brasil, em Minas Gerais e no Município de João Pinheiro -MG. **Revista Contemporânea**, [S.l],v. 3, n. 11, p.22560 -22592, 2023. DOI: 10.56083/RCV3N11-130. Disponível em: 27 <https://ojs.revistacontemporanea.com/ojs/index.php/home/article/view/2228/1599>. Acesso em: 30 mar. 2025.

EMBRAPA. **Visão 2014-2034: o futuro do desenvolvimento tecnológico da agricultura brasileira**. Brasília, DF: Embrapa, 2014.

FERNANDES, E. M. R.; GUERRA, J. G. Gestão pela qualidade total em empresas turísticas. **Tourism & Management Studies**,v. 1, n. 4, p. 40-49, 2008.

FG INDMAQ. Seladora a Vácuo Univac700. Disponível em: <<https://www.fgindmaq.com.br/loja/p/131809/seladora-a-vacu---univac700>>. Acesso em: 23 mar. 2025.

FISHER, R. A. **Statistical Methods for Research Workers**. Oliver & Boyd, 1925.

Food Connection. **7 coisas que você precisa saber para reduzir custos com embalagem**. Disponível em: <https://www.foodconnection.com.br/artigos/7-coisas-que-voce-precisa-saber-para-reduzir-custos-com-embalagem>. Acesso em: 30 mar. 2025.

GIL, A. C. **Como Elaborar Projetos de Pesquisa**. 7. ed. São Paulo: Atlas, 2022.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

GOBIS, M. A.; CAMPANATTI, R. Os benefícios da aplicação de ferramentas de gestão de qualidade dentro das indústrias do setor alimentício. **Revista Hórus**. Vol. 7, n. 1, p. 26-40, 2012.

GUERREIRO, P. K. et al.. Qualidade microbiológica de leite em função de técnicas profiláticas no manejo de produção. **Ciência e Agrotecnologia, Lavras**, v. 29, n. 1, p. 216-222, 2005.

GUERREIRO, P. K.; MACHADO, M. R. F.; BRAGA, G. C.; GASPARINO, E.; FRANZENER, A. S. L. A., VILLA, F. **COMPORTAMENTO PRÓ-AMBIENTAL: o pós-consumo de embalagens de alimentos utilizadas em restaurantes**. 2007.

IBGE. **Pesquisa da pecuária municipal e censo agropecuário**. Rio de Janeiro: Sidra, 2016. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/agricultura-e-pecuaria/9107-producao-da-pecuaria-municipal.html>. Acesso em: 30 mar. 2025.

LANDIM, A. P. M. et al. Sustentabilidade quanto às embalagens de alimentos no Brasil. **Polímeros**, v. 26, n. spe, p. 82-92, 2016.

Leite é fonte barata de nutrientes. Embrapa, 2017. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/23657273/leite-e-fonte-barata-de-nutrientes>. Acesso em : 10, fev .2024.

LINS, B. E. Breve história da engenharia da qualidade. **Cadernos Aslegis**, v. 12, n. 4, p. 53-65, dez. 2000.

MANTILLA, S. P. S. et al. Atmosfera modificada na conservação de alimentos. **Revista acadêmica Ciência animal**, v. 8, n. 4, p. 437-448, 2010.

Mapa do Leite: Políticas públicas e privadas para o leite. Ministério da Agricultura e Pecuária, 2021. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/producao-animal/mapa-do-leite>. Acesso em: 01, fev. 2024.

MARTINS, P. G.; LAUGENI, F. P.. **Administração da produção**. 2. ed., rev. aum. e atual. São Paulo: Saraiva, 2005.

MELLO, C. H. P.; SILVA, C. E. S.; TURRIONI, J. B.; SOUZA, L. G. M. **ISO 9001:2000: Sistemas de gestão da qualidade para operações de produção e serviços**. São Paulo: Atlas S.A, 2002.

MENDONÇA, M. M. F.; JOSÉ, E. B.; COSTA, S. R. R. **Estudo da Gestão da Qualidade aplicada na produção de alimentos**. ENEGEP. v.1, n. 24, p. 7, 2004.

Mintel. **As embalagens de laticínio na América Latina devem abordar o impacto ambiental**. Disponível em: <https://brasil.mintel.com/blog/as-embalagens-de-laticinio-na-america-da-america-latina-devem-abordar-o-impacto-ambiental>. Acesso em: 30 mar. 2025.

MONARDES, H.; DÜRR JW, CARVALHO, M.P.; SANTOS, M.V. Reflexões sobre a qualidade do leite. In: **O compromisso com a qualidade do leite no Brasil**; Universidade Passo Fundo. Passo Fundo: 2004. p.11-37.

MONTGOMERY, D. C. **Introdução ao controle estatístico da qualidade**. 4 ed. Rio de Janeiro: TLC - Livros Técnicos e Científicos Editora, 2001.

MONTGOMERY, D. C. **Introdução ao Controle Estatístico da Qualidade**, 7ª edição. Grupo GEN, 2016.

MONTGOMERY, D. C., Runger, G. C. **Estatística Aplicada e Probabilidade para Engenheiros**. Rio de Janeiro: LTC. 2ª edição, 2003.

MONTGOMERY, D.; RUNGER, G. **Estatística aplicada e probabilidade para engenheiros**. 7. ed. Brasil: LTC, 2021.

NICKERSON, S. C. **Estratégias para controlar a mastite bovina**. In: Simpósio Internacional sobre Qualidade do Leite, 1, 1998, Curitiba-PR Anais..., Curitiba-PR 1998, p. 20-27.

OLIVEIRA, L. G. B. The conscientious consumption of sustainable packings. In: **Congresso Internacional de Pesquisa em Design**. 2007. p. 7.

ORVED BROCK. Seladora a Vácuo VM 60 HLS. Disponível em: <<https://orvedbrock.com.br/produtos/seladora-a-vacuvm-60hls/>>. Acesso em: 23 mar. 2025.

PALADINI, E. P. **Gestão da Qualidade: teoria e prática**. São Paulo: Atlas, 2000.

PENNA, A. L.; GIGANTE, M. L.; TODOROV, S. D. Artisanal Brazilian Cheeses—History, Marketing, Technological and Microbiological Aspects. **Foods**, v. 10, n. 7, p. 1562, jul. 2021.

PIMENTEL, E. T. **Qualidade de queijo coalho comercializado em Manaus, AM**. Manaus, 2019. 51 f. Dissertação (Ciência Animal) - Faculdade de Ciências Agrárias, UFAM, 2019.

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>> , 2025.

RAMOS, P.; RAMOS, M. M.; BUSNELLO, S. J. **Manual prático de metodologia da pesquisa: artigo, resenha, projeto, TCC, monografia, dissertação e tese**. 2005.

SAMOHYL, R. W. **Controle estatístico da qualidade**. Rio de Janeiro: ED Campus, 2009.

SCRUCCA, L. qcc: an R package for quality control charting and statistical process control. **R News** 4/1, 11-17, 2004.

SILVA, Abias Santos et al. **Adoção de tecnologias de precisão em fazendas leiteiras no Brasil**. 2024.

SILVA, E. L.; MENEZES, E. M. **Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação**. Florianópolis: UFSC/ PPGEF/LED, 2000, 118 P.

TUKEY, J. W. Comparing Individual Means in the Analysis of Variance. **Biometrics**, 5(2), 99–114, 1949.

ULMA PACKAGING. Seladora a Vácuo TFS 400. Disponível em: <<https://www.ulmapackaging.com.br/pt-br/maquinas-de-embalagem/termoformagem/tfs-400>>. Acesso em: 23 mar. 2025.

VALLS, V. M. **O enfoque por processos da NBR ISO 9001 e sua aplicação nos serviços de informação.** Brasília, v. 33, n. 2, p. 172-178, ago. 2004.

VENTURE, E. **Embaladoras a Vácuo: tecnologia eficiente na conservação de alimentos.** 2024. Disponível em: <<https://revistamaisleite.com.br/embaladoras-a-vacuotecnologia-eficiente-na-conservacao-de-alimentos>>. Acesso em: 1 mar. 2025.

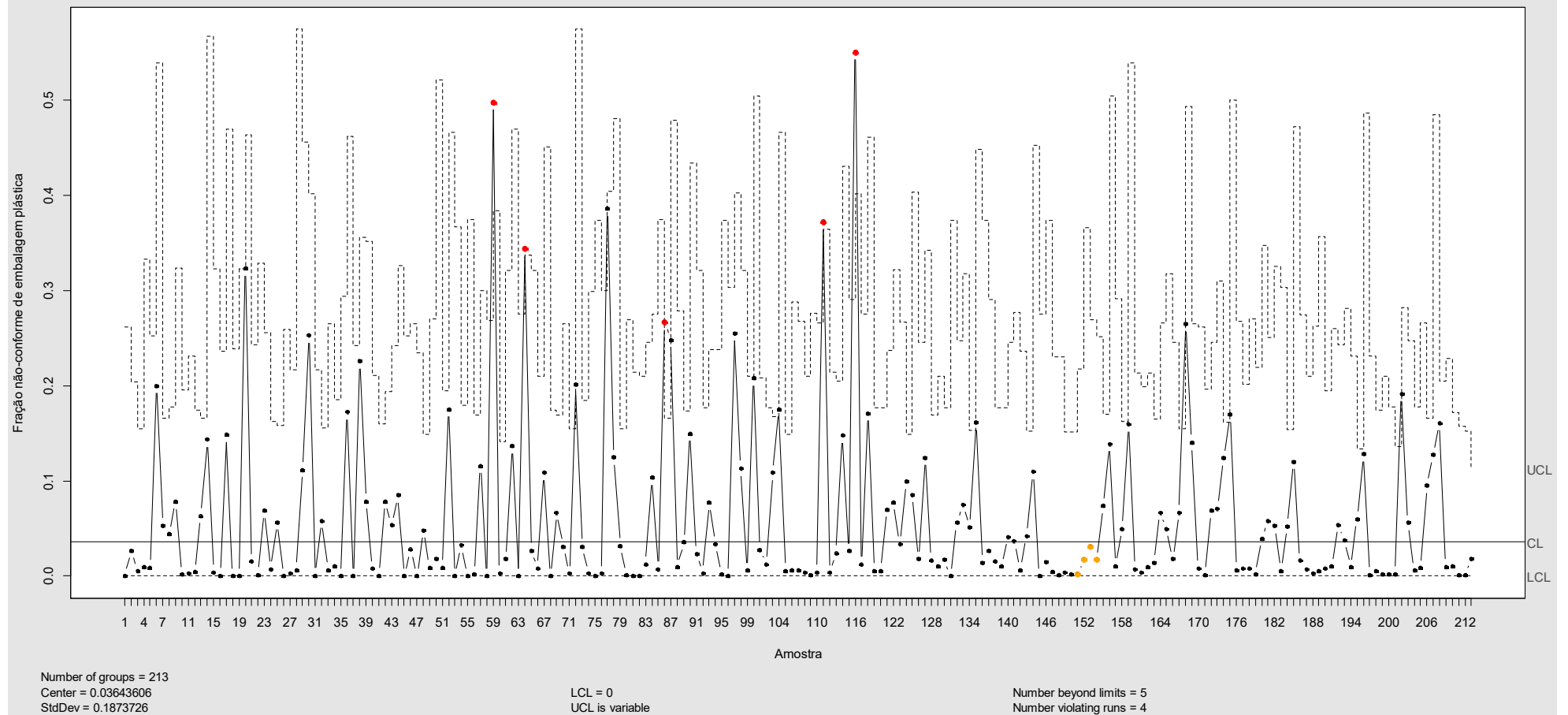
VILARINHO, S. M.; SOUZA, L. F.; COSTA, R. P. Gestão de resíduos sólidos no Brasil: uma análise da indústria de embalagens e suas implicações ambientais e econômicas. **Revista de Administração e Inovação**, v. 16, n. 2, p. 56-67, 2021.

VILELA, D.; LEITE, J. L. B.; RESENDE, J. C. **Políticas para o leite no Brasil: passado, presente e futuro.** In: SANTOS, G. T.; JOBIM, C. C.; DAMASCENO, J. C. (Org.). Anais do Sul Leite: Simpósio sobre Sustentabilidade da Pecuária Leiteira na Região Sul do Brasil, 2002, Maringá. Maringá: UEM/CCA/DZO-NUPEL, 2002.

YIN, Robert K. **Estudo de caso: planejamento e métodos.** 4. ed. Porto Alegre:Bookman, 2010.

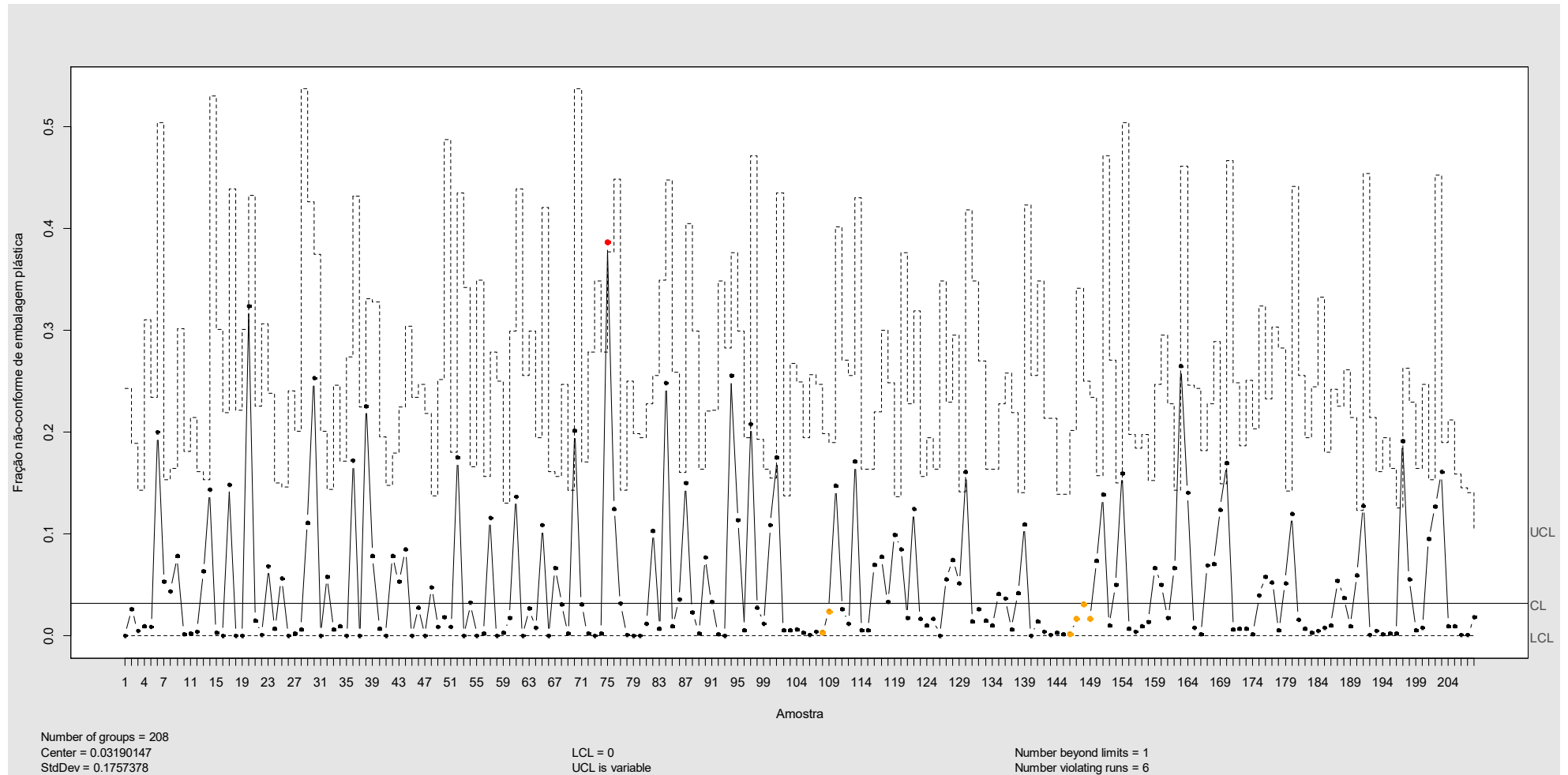
APÊNDICE

Figura 7 - Gráfico de controle da fração não-conforme p - Tentativa 1 (388 pontos)



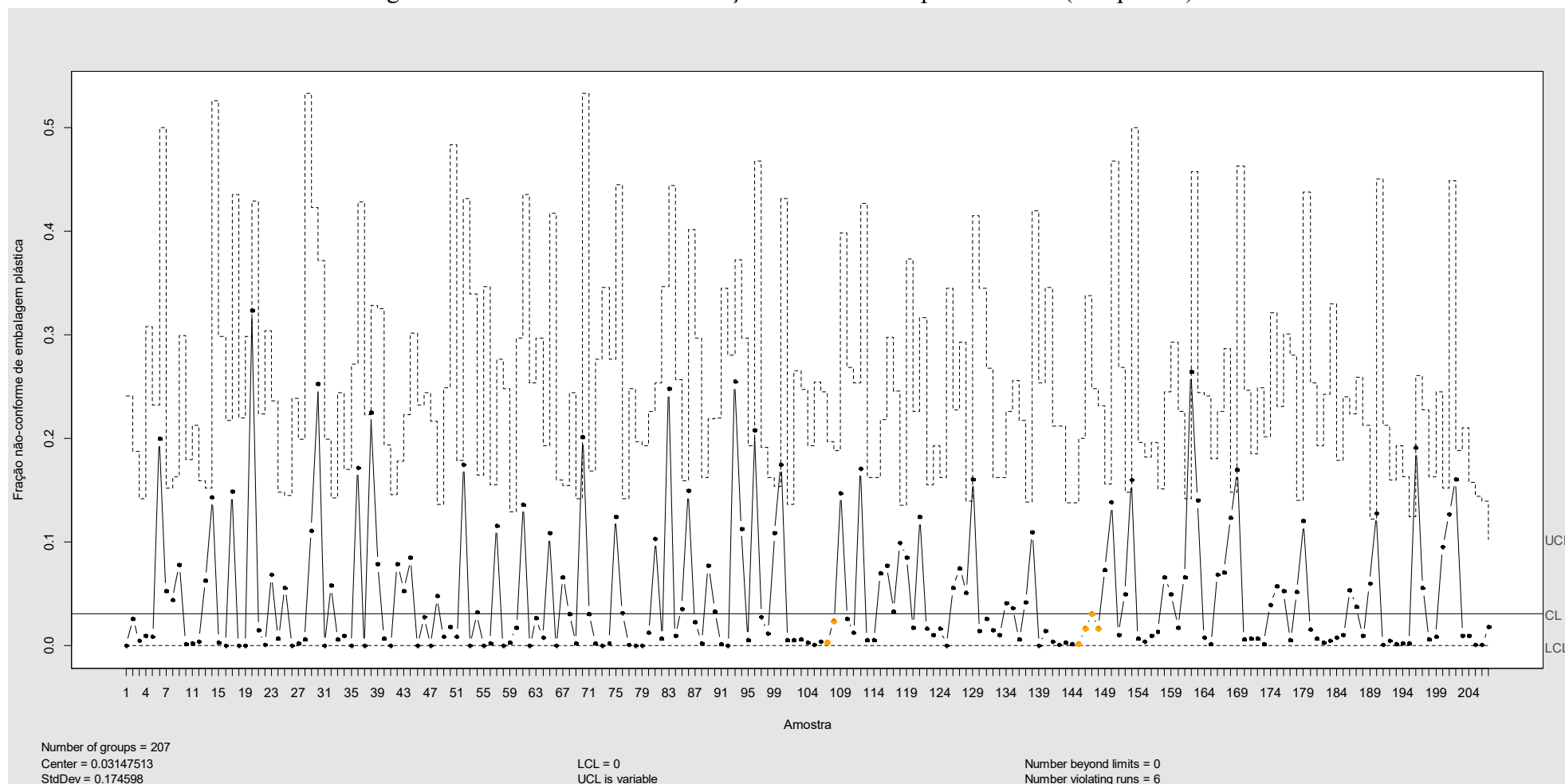
Fonte: Elaborado pela autora (2025).

Figura 8 - Gráfico de controle da fração não-conforme p - Tetativa 2 (383 pontos)



Fonte: Elaborado pela autora (2025).

Figura 9- Gráfico de controle da fração não-conforme p - Tetativa 3 (382 pontos)



Fonte: Elaborado pela autora (2025).