



**CENTRO ESTADUAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA PAULA SOUZA**  
**FACULDADE DE TECNOLOGIA DE LINS PROF. ANTONIO SEABRA**  
**CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM GESTÃO DA QUALIDADE**

**MARCELA CAROLINE DE SOUZA VIANNA**

**ESTUDO DO SHELF LIFE DE PRODUTOS LÁCTEOS: ANÁLISE DAS  
ALTERAÇÕES MICROBIOLÓGICAS, FÍSICO-QUÍMICAS E  
SENSORIAIS**

Escaneie a imagem para verificar a autenticidade do documento  
Hash SHA256 do PDF original 9ae549ec1b302cca0d65a1a8de0d77ae8a96c58a92f948b911059c54ec9fd355  
<https://valida.ae/b9f2b9079647410a83c334cf122a7783bf4b936828b8dd21c>

**LINS/SP**  
**2º SEMESTRE/2024**





**CENTRO ESTADUAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA PAULA SOUZA**  
**FACULDADE DE TECNOLOGIA DE LINS PROF. ANTONIO SEABRA**  
**CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM GESTÃO DA QUALIDADE**

**MARCELA CAROLINE DE SOUZA VIANNA**

**ESTUDO DO SHELF LIFE DE PRODUTOS LÁCTEOS: ANÁLISE DAS  
ALTERAÇÕES MICROBIOLÓGICAS, FÍSICO-QUÍMICAS E  
SENSORIAIS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à  
Faculdade de Tecnologia de Lins Prof. Antônio  
Seabra, para obtenção do Título de Tecnólogo em  
Gestão da Qualidade

Orientador: Prof. Dr Roberto Outa.

**LINS/SP**  
**2º SEMESTRE/2024**

Escaneie a imagem para verificar a autenticidade do documento  
Hash SHA256 do PDF original 9ae549ec1b302cca0d65a1a8de0d77ae8a96c58a92f948b911059c54ec9fd355  
<https://valida.ae/b9f2b9079647410a83c334cf122a7783bf4b936828b8dd21c>





Escaneie a imagem para verificar a autenticidade do documento  
Hash SHA256 do PDF original 9ae549ec1b302cca0d65a1a8de0d77ae8a96c58a92f948b911059c54ec9fd355  
<https://valida.ae/b9f2b9079647410a83c334cf122a7783bf4b936828b8dd21c>

Vianna, Marcela Caroline de Souza

V617e ESTUDO DO SHELF LIFE DE PRODUTOS LÁCTEOS: ANÁLISE DAS  
ALTERAÇÕES MICROBIOLÓGICAS, FÍSICO-QUÍMICAS E  
SENSORIAIS / Marcela Caroline de Souza Vianna. — Lins, 2024.

38f.

Trabalho de Conclusão de Curso (Tecnologia em Gestão da  
Qualidade) — Faculdade de Tecnologia de Lins Professor Antonio  
Seabra: Lins, 2024.

Orientador(a): Dr. Roberto Outa

1. Controle Estatístico de Processo (CEP). 2. Segurança alimentar. 3.  
Análises físico-químicas. 4. Qualidade sensorial. 5. Queijo. I. Outa,  
Roberto. II. Faculdade de Tecnologia de Lins Professor Antonio Seabra.  
III. Título.

CDD 658.562

Gerada automaticamente pelo módulo web de ficha catalográfica da FATEC Lins  
mediante dados fornecidos pelo(a) autor(a).





MARCELA CAROLINE DE SOUZA VIANNA

## ESTUDO DO SHELF LIFE DE PRODUTOS LÁCTEOS: ANÁLISE DAS ALTERAÇÕES MICROBIOLÓGICAS, FÍSICO-QUÍMICAS E SENSORIAIS

Escaneie a imagem para verificar a autenticidade do documento  
Hash SHA256 do PDF original 9ae549ec1b302cca0d65a1a8de0d77ae8a96c58a92f948b911059c54ec9fd355  
<https://valida.ae/b9f2b9079647410a83c334cf122a7783bf4b936828b8dd21c>

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Faculdade de Tecnologia de Lins Prof. Antônio Seabra, como parte dos requisitos para obtenção do título de Tecnólogo em Gestão da Qualidade sob orientação do Prof. Dr Roberto Outa.

Data de aprovação: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

---

Orientador: Roberto Outa

---

Examinador: Ma. Alyssa Carolina Barbosa Marques Gedo

---

Examinador: Me. Reinaldo de Oliveira Nocchi





Escaneie a imagem para verificar a autenticidade do documento  
Hash SHA256 do PDF original 9ae549ec1b302cca0d65a1a8de0d77ae8a96c58a92f948b911059c54ec9fd355  
<https://valida.ae/b9f2b9079647410a83c334cf122a7783bf4b936828b8dd21c>

## SUMÁRIO

1.	<b>INTRODUÇÃO À QUALIDADE DE PRODUTOS LÁCTEOS</b> .....	5
2.	ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS EM PRODUTOS LÁCTEOS .....	5
3.	ANÁLISES MICROBIOLÓGICAS EM QUEIJOS .....	6
4.	ANÁLISES SENSORIAIS EM PRODUTOS ALIMENTÍCIOS .....	8
5.	APLICAÇÃO DO CEP NO MONITORAMENTO DA QUALIDADE DE ALIMENTOS .....	8
6.	METODOLOGIA EXPERIMENTAL .....	10
7.	CONTROLE ESTATÍSTICO DO PROCESSO .....	19
8.	DISCUSSÃO DOS RESULTADOS .....	33
9.	CONCLUSÃO .....	34
	REFERÊNCIAS .....	35





# ESTUDO DO SHELF LIFE DE PRODUTOS LÁCTEOS: ANÁLISE DAS ALTERAÇÕES MICROBIOLÓGICAS, FÍSICO-QUÍMICAS E SENSORIAIS

Marcela Caroline de Souza Vianna <sup>1</sup>  
Dr. Roberto Outa <sup>2</sup>

<sup>1,2</sup> Acadêmicos do Curso de Gestão da Qualidade da Faculdade de Tecnologia de Lins Prof. Antônio Seabra – Fatec, Lins – SP, Brasil

<sup>3</sup> Docente do Curso de Gestão da Qualidade da Faculdade de Tecnologia de Lins Prof. Antônio Seabra – Fatec, Lins – SP, Brasil

## RESUMO

Este trabalho tem como objetivo avaliar a qualidade do queijo ao longo do tempo por meio de análises físico-químicas, microbiológicas e sensoriais. O estudo monitorou os principais parâmetros que influenciam a segurança alimentar e a aceitação do produto, utilizando o Controle Estatístico de Processo (CEP) para identificar variações e garantir que o queijo permanecesse dentro dos padrões estabelecidos durante sua vida útil. Os resultados revelaram variações significativas no pH, teor de gordura e umidade, além de aumentos nos níveis de coliformes e estafilococos, evidenciando falhas no armazenamento e manipulação. As análises sensoriais mostraram deteriorações na consistência, cor, aroma e sabor. O estudo demonstrou a importância do CEP para monitorar e ajustar o processo produtivo, garantindo a qualidade do queijo e a segurança para o consumidor. Os resultados proporcionam subsídios para melhorias na produção industrial e oferecem avanços no conhecimento científico sobre a preservação de alimentos perecíveis.

**Palavras-chave:** Controle Estatístico de Processo (CEP); Segurança alimentar; Análises físico-químicas; Qualidade sensorial; Queijo.

## ABSTRACT

This study aimed to evaluate the quality of cheese over time through physicochemical, microbiological, and sensory analyses. The research monitored key parameters influencing food safety and product acceptance, employing Statistical Process Control (SPC) to identify variations and ensure the cheese remained within established standards throughout its shelf life. Results indicated significant changes in pH, fat content, and moisture, along with increases in coliform and staphylococci levels, which pointed to issues in storage and handling. Sensory analyses revealed a decline in consistency, color, aroma, and flavor. The findings emphasize the importance of SPC in monitoring and adjusting the production process to ensure both cheese quality and consumer safety. This study provides valuable insights for improving industrial production practices and contributes to scientific knowledge on the preservation of perishable foods.

**Keywords:** Statistical Process Control (SPC); Food Safety; Physicochemical Analyses; Sensory Quality; Cheese





## 1. INTRODUÇÃO À QUALIDADE DE PRODUTOS LÁCTEOS

A qualidade de produtos lácteos tem sido amplamente discutida em relação à segurança alimentar e à saúde pública. Como alimentos de consumo diário e de reconhecido valor nutricional, os lácteos, especialmente os queijos e iogurtes, requerem uma série de cuidados rigorosos em todas as fases de produção, distribuição e armazenamento para assegurar sua qualidade. A manutenção dessa qualidade está diretamente ligada ao controle de parâmetros físico-químicos, microbiológicos e sensoriais, os quais devem atender às expectativas do consumidor e garantir a segurança do alimento (Silva et al., 2020). As características organolépticas, como sabor, textura e aparência, têm um papel importante na aceitação desses produtos, mas a sua deterioração pode comprometer a segurança alimentar, especialmente devido ao crescimento microbiano, que afeta sua integridade e eleva os riscos à saúde (Ferreira & Oliveira, 2019).

Além disso, a indústria de alimentos enfrenta desafios constantes no cumprimento das regulamentações que asseguram a qualidade e inocuidade dos produtos perecíveis. A preservação de alimentos lácteos envolve práticas de controle que buscam reduzir ao mínimo o risco de contaminação microbiológica, preservando as propriedades físicas e químicas adequadas ao longo do seu ciclo de vida (Silva et al., 2020). Um dos mecanismos mais eficazes para garantir essa segurança é a aplicação de sistemas como a Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle (HACCP), que visam monitorar e corrigir processos críticos para a manutenção da qualidade (Ferreira & Oliveira, 2019). No caso de produtos lácteos, o controle da temperatura e umidade, bem como a manutenção de boas práticas de higiene, são fatores que impactam diretamente a preservação de sua qualidade, reduzindo o risco de contaminação e garantindo que os produtos mantenham sua segurança ao longo da cadeia produtiva.

Os queijos, em particular, enfrentam desafios específicos em relação à sua conservação, devido à sua composição rica em proteínas, gorduras e teor de umidade, que favorecem a rápida deterioração. A atividade microbiológica, juntamente com as transformações bioquímicas durante a maturação, impacta diretamente a qualidade sensorial do produto. A maturação envolve reações como proteólise e lipólise, que contribuem para o desenvolvimento de sabores e texturas característicos, mas também podem gerar deterioração caso o armazenamento não seja adequado (Dutcosky, 2019). Dessa forma, o controle de processos microbiológicos e enzimáticos torna-se um fator importante na preservação do queijo, uma vez que qualquer desequilíbrio pode resultar na perda de qualidade.

Outro desafio significativo está relacionado às condições de armazenamento e transporte, que exigem rigoroso controle de temperatura e umidade. De acordo com Almeida e Pereira (2018), a falta de controle adequado nessas etapas pode levar à proliferação de microrganismos patogênicos, como Salmonella e Listeria, que representam riscos severos à saúde pública. Para mitigar esses riscos, a indústria utiliza métodos de conservação, como a atmosfera modificada, que visa estender a vida útil do produto e retardar o processo de deterioração. No entanto, a implementação eficaz dessas práticas ao longo da cadeia de distribuição e a garantia da sua aplicação de forma constante continuam sendo barreiras enfrentadas pela indústria de laticínios.

## 2. Análises Físico-Químicas em Produtos Lácteos





As análises físico-químicas são fundamentais na avaliação da qualidade de produtos lácteos, pois permitem o monitoramento de parâmetros essenciais que influenciam tanto a segurança quanto as características sensoriais desses alimentos. Esses testes fornecem informações sobre a composição química, como teor de gordura, umidade e pH, que afetam diretamente a qualidade e a estabilidade dos produtos ao longo do tempo (Dutcosky, 2019). Além disso, essas análises são indispensáveis para garantir que os produtos atendam às exigências legais e mantenham padrões de qualidade que satisfaçam os consumidores (BRASIL, 2021).

O pH é um dos parâmetros mais importantes nas análises físico-químicas de produtos lácteos, pois ele influencia diretamente a acidez, que, por sua vez, impacta o envelhecimento e a estabilidade microbiológica. Um pH mais baixo, indicando maior acidez, pode inibir o crescimento de microrganismos patogênicos, aumentando a vida útil do produto (Fox & MC Sweeney, 2016). No entanto, o desequilíbrio no pH também pode prejudicar a textura e o sabor, especialmente em queijos, onde o controle da acidez é necessário para o desenvolvimento de suas características sensoriais (Rosa et al., 2022). O pH também afeta o processo de coagulação durante a fabricação de lácteos, influenciando a qualidade final do produto (Walstra; Wouters & Geurts, 2006).

A umidade também desempenha um papel crítico na qualidade dos produtos lácteos, especialmente no que diz respeito aos queijos. O teor de umidade não apenas afeta a textura, mas também tem impacto direto na vida útil do produto. Altos níveis de umidade podem tornar o queijo mais suscetível à deterioração microbiológica, reduzindo sua durabilidade (Walstra; Wouters & Geurts, 2006). Além disso, a umidade afeta a maturação, sendo determinante na obtenção da textura e consistência desejadas (Dutcosky, 2019). Assim, o controle da umidade é indispensável para garantir a estabilidade dos produtos durante o armazenamento.

O teor de gordura nos produtos lácteos influencia diretamente as características sensoriais, como sabor, aroma e consistência. Nos queijos, a gordura é responsável por proporcionar uma textura mais cremosa e por intensificar o sabor do produto, uma vez que atua como veículo para os compostos aromáticos (Fox & MC Sweeney, 2016). Variações no teor de gordura podem modificar substancialmente a experiência sensorial do consumidor, tornando importante o controle desse parâmetro para garantir que o produto final atenda às expectativas de qualidade e palatabilidade (BRASIL, 2021).

### 3. Análises Microbiológicas em Queijos

As análises microbiológicas desempenham um papel fundamental na avaliação da qualidade e segurança alimentar dos queijos. Como os queijos são alimentos perecíveis e frequentemente associados ao desenvolvimento de microrganismos, essas análises são necessárias para identificar possíveis contaminações que possam comprometer a saúde do consumidor e a qualidade do produto final. O estudo microbiológico dos queijos permite o monitoramento contínuo de bactérias, fungos e outros microrganismos que podem se desenvolver durante a produção, armazenamento e comercialização. Essas análises garantem o cumprimento das normas sanitárias, que estabelecem limites máximos para a presença de determinados microrganismos nos alimentos, contribuindo para a segurança alimentar e a prevenção de doenças transmitidas por alimentos (Franco & Landgraf, 2008). Assegurar que o produto esteja livre de patógenos é uma prática necessária em todas as etapas da cadeia produtiva.





A presença de microrganismos indicadores, como os coliformes e os estafilococos, é um dos principais fatores de risco para a segurança dos queijos. Os coliformes, como *Escherichia coli*, são utilizados como indicadores de contaminação fecal e, conseqüentemente, de falhas nas práticas de higiene durante a produção ou manipulação dos alimentos (BRASIL, 2021). A presença desses microrganismos não apenas indica a necessidade de melhorias nas condições sanitárias da produção, mas também alerta para possíveis falhas na pasteurização do leite, um dos processos mais importantes para eliminar bactérias patogênicas. A contaminação por coliformes em queijos pode ocorrer em diferentes pontos da cadeia produtiva, desde a ordenha até o armazenamento, sendo fundamental o monitoramento constante para garantir que o produto atenda aos padrões microbiológicos estabelecidos pela legislação (Silva et al., 2020).

Por outro lado, a presença de estafilococos, como *Staphylococcus aureus*, apresenta um risco ainda mais significativo à saúde pública. Esses microrganismos produzem toxinas que podem causar graves intoxicações alimentares, mesmo quando presentes em pequenas quantidades. A detecção de *Staphylococcus aureus* em queijos indica falhas nas práticas de higiene, tanto na produção quanto na manipulação do alimento. Em muitos casos, a contaminação por estafilococos está associada ao contato humano, uma vez que esses microrganismos fazem parte da microbiota normal da pele e das mucosas de indivíduos saudáveis (Forsythe, 2020). Portanto, a detecção de estafilococos nos queijos exige uma avaliação cuidadosa dos procedimentos de higienização e manipulação durante todas as fases da produção e distribuição.

Para evitar a contaminação microbiológica nos queijos, são implementados métodos de controle e prevenção que envolvem desde a seleção de matérias-primas até o controle das condições de higiene em todas as etapas do processo de fabricação. A pasteurização do leite é um dos principais métodos de controle de microrganismos patogênicos, eliminando bactérias como coliformes e estafilococos que possam estar presentes no leite cru (Silva et al., 2020). Além disso, o monitoramento das condições de armazenamento, como temperatura e umidade, é necessário para evitar a proliferação de microrganismos durante a maturação dos queijos. A implementação de boas práticas de fabricação (BPF) e o uso do sistema de análise de perigos e pontos críticos de controle (APPCC) são estratégias fundamentais para a prevenção de contaminações ao longo de toda a cadeia produtiva (Franco & Landgraf, 2008). O uso adequado de detergentes e sanitizantes, a higienização correta de equipamentos e instalações, além da capacitação contínua dos trabalhadores envolvidos no processo de produção, são ações preventivas que contribuem diretamente para a redução dos riscos de contaminação microbiológica.

Os métodos de controle devem ser continuamente revisados e atualizados, de acordo com os avanços tecnológicos e as exigências sanitárias. Em muitos casos, a simples adoção de medidas corretivas, como a melhoria das práticas de higiene e a utilização de tecnologias mais avançadas de detecção de microrganismos, pode resultar em uma significativa redução dos riscos de contaminação. O monitoramento constante do ambiente de produção e a realização periódica de análises microbiológicas são práticas que permitem identificar falhas no processo e implantar ações corretivas imediatas, garantindo a produção de queijos seguros e de alta qualidade (Forsythe, 2020). A adoção dessas medidas visa não só a conformidade com as legislações sanitárias, mas também a promoção da confiança do consumidor no produto final.





## 4. Análises Sensoriais em Produtos Alimentícios

As análises sensoriais possuem um papel central na avaliação da qualidade dos produtos alimentícios, uma vez que características como consistência, cor, aroma e sabor são os principais fatores que influenciam a aceitação do consumidor. No caso dos queijos, a consistência pode variar desde a cremosidade dos queijos frescos até a firmeza dos queijos maturados, influenciando diretamente a percepção de qualidade e a escolha de compra (Silva et al., 2020). A cor do produto também é um atributo sensorial relevante, pois transmite ao consumidor informações sobre o estado de maturação ou adição de ingredientes, como corantes e especiarias (Mendonça & Gonçalves, 2021).

Aroma e sabor são os elementos mais marcantes na análise sensorial, sendo responsáveis por criar a experiência gustativa completa. No caso dos queijos, o aroma é derivado da ação de micro-organismos e enzimas que atuam no processo de maturação, gerando compostos voláteis que conferem diferentes intensidades e notas aromáticas ao produto (Costa et al., 2018). O sabor, por sua vez, é uma combinação de fatores que envolve tanto a sensação gustativa quanto a percepção olfativa, influenciada pelos ingredientes utilizados, tempo de maturação e condições de armazenamento (Fernandes & Lima, 2020). Essas características sensoriais são decisivas para determinar a qualidade percebida pelos consumidores e, conseqüentemente, a competitividade no mercado.

As alterações nas características sensoriais dos queijos ao longo de sua vida útil podem impactar de maneira significativa a aceitação do produto no mercado. Mudanças na textura, por exemplo, podem ocorrer em função da perda de umidade, o que compromete a experiência do consumidor e, em muitos casos, leva à rejeição do produto (Oliveira et al., 2019). O desenvolvimento de aromas indesejados, como notas rançosas ou de deterioração, também pode surgir devido a falhas no armazenamento ou transporte inadequado, prejudicando a qualidade percebida e a imagem do produto perante o consumidor (Souza & Cardoso, 2021). Assim, a manutenção das características sensoriais originais é fundamental para o sucesso comercial dos queijos.

O monitoramento sensorial durante a vida útil do queijo é importante para assegurar a qualidade do produto ao longo do tempo. A realização de testes periódicos permite identificar alterações nas propriedades sensoriais, como a textura, o sabor e o aroma, possibilitando intervenções corretivas antes que essas mudanças impactem negativamente a percepção do consumidor (Silva & Pereira, 2020). Além disso, esse controle contribui para determinar o prazo de validade e garantir que o produto mantenha seus atributos sensoriais de forma satisfatória até o consumo final (Mendonça & Gonçalves, 2021). Dessa maneira, o monitoramento sensorial é um instrumento necessário na gestão da qualidade e no sucesso comercial dos produtos alimentícios.

## 5. Aplicação do CEP no monitoramento da qualidade de alimentos

O Controle Estatístico de Processo (CEP) é uma ferramenta fundamental na indústria alimentícia, utilizada para monitorar e melhorar a qualidade dos produtos. A aplicação do CEP no monitoramento da qualidade de alimentos permite que as empresas mantenham a conformidade com os padrões estabelecidos, reduzindo a variabilidade nos processos produtivos. De acordo com Montgomery (2020), o CEP





utiliza técnicas estatísticas para identificar, monitorar e controlar processos, possibilitando que a empresa reaja de maneira proativa a possíveis desvios de qualidade. Essa abordagem sistemática é especialmente importante na produção de queijos, onde a uniformidade garante a aceitação do consumidor e a segurança alimentar.

Uma das principais vantagens do uso do CEP é a sua capacidade de identificar e corrigir variações no processo produtivo antes que elas resultem em produtos defeituosos. A implementação de gráficos de controle, por exemplo, permite que os produtores visualizem tendências e flutuações em tempo real, possibilitando ações corretivas imediatas (Keller; Kauffman, 2019). Conforme afirmam Lima e Silva (2021), o CEP ajuda a estabelecer limites de controle que indicam se um processo está sob controle estatístico ou se existem causas especiais de variação que precisam ser investigadas.

**Os limites de controle** para um gráfico de controle, como o gráfico X-barra, são calculados com as seguintes equações:

$$LCS = \bar{X} + 3 \frac{\sigma}{\sqrt{n}} \quad (1)$$

$$LCS = \bar{X} - 3 \frac{\sigma}{\sqrt{n}} \quad (2)$$

Onde:

- *LCS* é o Limite de Controle Superior,
- *LCI* é o Limite de Controle Inferior,
- $\bar{X}$  é a média das amostras,
- $\sigma$  é o desvio padrão do processo,
- $n$  é o tamanho da amostra.

Esses limites de controle são fundamentais para determinar se o processo está operando dentro dos parâmetros aceitáveis ou se há variações que exigem correções.

Com isso, as empresas podem não apenas melhorar a qualidade do produto final, mas também aumentar a eficiência operacional e reduzir custos associados a retrabalhos e desperdícios.

- Além disso, o cálculo da média ( $\bar{X}$ ) e do desvio padrão ( $\sigma$ ) de um conjunto de dados é essencial no CEP.

**Essas medidas estatísticas são calculadas** pelas equações abaixo:

$$\bar{X} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_i \quad (3)$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2} \quad (4)$$

Onde:

- $X_i$  são os valores individuais da amostra,
- $n$  é o número total de observações.

Essas equações fornecem uma visão clara da variabilidade do processo e são essenciais para acompanhar a performance do processo produtivo ao longo do tempo.

Diversos estudos demonstram como o CEP pode ser eficaz na manutenção da qualidade e segurança dos queijos. Por exemplo, um estudo realizado por Oliveira e Santos (2022) destacou a implementação de gráficos de controle na produção de queijos frescos, onde a monitorização dos parâmetros de pH e temperatura durante o





processo de maturação resultou em uma redução significativa na taxa de rejeição dos produtos. Além disso, a análise estatística permitiu identificar as causas de variação relacionadas a práticas de higienização inadequadas, levando a melhorias nos protocolos de limpeza e sanitização. Essas medidas não apenas aumentaram a qualidade do queijo, mas também garantiram a segurança do produto, reduzindo a incidência de contaminações microbiológicas.

## 6. METODOLOGIA EXPERIMENTAL

A metodologia experimental descrita no trabalho utiliza uma combinação de análises físico-químicas, microbiológicas e sensoriais para avaliar a qualidade do queijo ao longo do tempo. O objetivo dessa metodologia é monitorar parâmetros que influenciam a segurança e aceitação do produto, garantindo que ele permaneça dentro dos padrões estabelecidos durante sua vida útil.

A utilização de técnicas de análise, como as análises físico-químicas, microbiológicas e sensoriais, é importante para garantir a qualidade, segurança e aceitação do queijo ao longo de sua produção, armazenamento e distribuição. Essas análises monitoram os principais parâmetros que influenciam as características sensoriais e a segurança alimentar do produto. As análises físico-químicas avaliam a composição e as propriedades do queijo. O pH é um indicador que influencia a acidez, estabilidade microbiológica e o sabor do queijo. Monitorar o pH ao longo do tempo evita que o produto se torne ácido demais, o que poderia comprometer sua qualidade e permitir o crescimento de micro-organismos indesejáveis. A umidade afeta a textura, firmeza e vida útil do produto. Controlar a umidade impede que o queijo fique muito seco ou favoreça o crescimento microbiano. O teor de gordura impacta diretamente a consistência, sabor e aroma do queijo, sendo necessário para garantir que o produto mantenha suas propriedades sensoriais. As análises microbiológicas garantem a segurança do queijo. A detecção de coliformes permite identificar possíveis falhas na higiene ou contaminação durante o processo de produção. Níveis elevados de coliformes indicam que o produto não está dentro dos padrões sanitários adequados. A presença de estafilococos coagulase positivo é um sinal de alerta, pois essa bactéria pode liberar toxinas prejudiciais à saúde. Garantir que o queijo esteja livre desses micro-organismos evita riscos à saúde do consumidor. As análises sensoriais verificam se o produto mantém suas características organolépticas – como consistência, cor, aroma e sabor – dentro dos padrões esperados. Essas características são importantes para a aceitação do queijo pelo consumidor, uma vez que mudanças no perfil sensorial podem comprometer a percepção de qualidade e levar à rejeição do produto. Monitorar esses atributos garante que o queijo mantenha sua estabilidade sensorial ao longo do tempo, proporcionando uma experiência satisfatória ao consumidor.

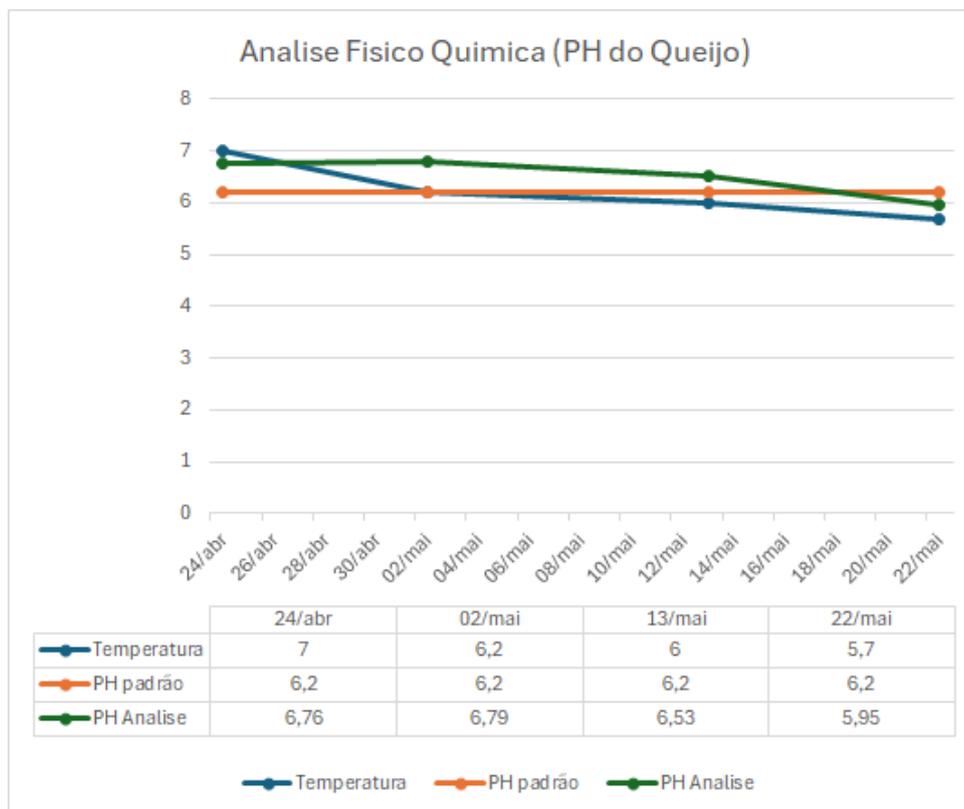
O experimento foi estruturado para garantir que o queijo fosse avaliado de forma abrangente em suas características físico-químicas, microbiológicas e sensoriais.

A figura 1 mostra a Análise Físico-Química do pH do Queijo ao longo do tempo.





Figura 1- Análise Físico-Química do pH do Queijo.



Fonte: Elaborada pela autora, 2024.

Note que, no gráfico o queijo está se tornando progressivamente mais ácido, o que pode impactar suas características sensoriais e microbiológicas à medida que se aproxima do final do shelf life, em relação a três variáveis:

1. **Temperatura (linha azul):** Mostra a variação da temperatura em diferentes dias, começando com 7 no dia 24/abril e diminuindo progressivamente até alcançar 5,7 no dia 22/maio. Isso indica que houve uma ligeira queda na temperatura durante o período de análise.

2. **pH Padrão (linha laranja):** Representa um valor fixo de pH considerado ideal para o queijo, que permaneceu constante em 6,2 durante todo o período de análise, de 24/abril a 22/maio.

3. **pH Analisado (linha verde):** Refere-se aos valores de pH medidos ao longo do tempo. No início, o pH estava em 6,76, e, ao final, caiu para 5,95 no dia 22/maio. Isso indica que o pH do queijo diminuiu ao longo do tempo, o que é um comportamento esperado, pois a acidez tende a aumentar com o tempo, levando à diminuição do pH.

#### Interpretação:

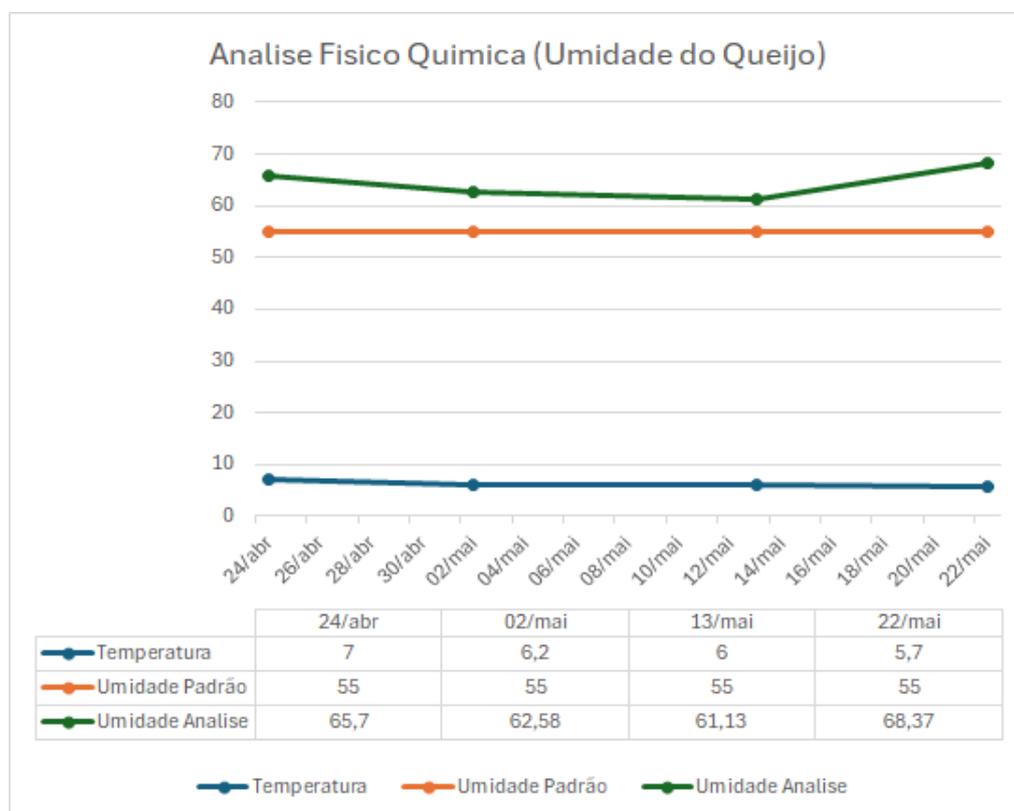
A diminuição do pH analisado sugere uma acidificação do queijo ao longo do tempo, que pode ser consequência da ação de microrganismos, fermentação ou deterioração, dependendo das condições de armazenamento. A temperatura também mostra uma leve queda ao longo do período, o que pode ter alguma correlação com o comportamento do pH, já que a temperatura pode afetar a taxa de fermentação e crescimento microbiano. O pH padrão permaneceu constante, servindo como referência para o valor esperado de pH ideal.





A figura 2 mostra a Análise Físico-Química da Umidade do Queijo ao longo do tempo.

Figura 2 – Análise Físico Química da Umidade do Queijo



Fonte: Elaborada pela autora, 2024.

Note que, o gráfico indica uma variação na umidade do queijo ao longo do tempo, com um comportamento não linear. Essa variação pode afetar a qualidade sensorial e microbiológica do produto, sugerindo a necessidade de um controle mais rigoroso nas condições de armazenamento para evitar que a umidade ultrapasse os níveis ideais.

1. **Temperatura (linha azul):** Representa a variação da temperatura ao longo do período de análise, mostrando uma ligeira queda de 7°C no dia 24/abril para 5,7°C em 22/maio. A temperatura aparentemente foi mantida relativamente estável durante o período.

2. **Umidade Padrão (linha laranja):** Refere-se ao valor esperado ou ideal de umidade para o queijo, que permaneceu constante em 55% ao longo do período de análise, servindo como referência.

3. **Umidade Analisada (linha verde):** Esta linha representa os valores medidos de umidade do queijo ao longo do tempo. Inicialmente, o queijo apresentava um valor de umidade de 65,7% no dia 24/abril, com uma leve queda para 62,58% no início de maio, e um aumento para 68,37% no final do período de análise, no dia 22/maio.

#### Interpretação:

A temperatura se manteve relativamente constante com uma pequena queda, o que pode ter algum impacto nas propriedades físico-químicas do queijo. A umidade analisada variou ao longo do tempo. A queda inicial pode estar

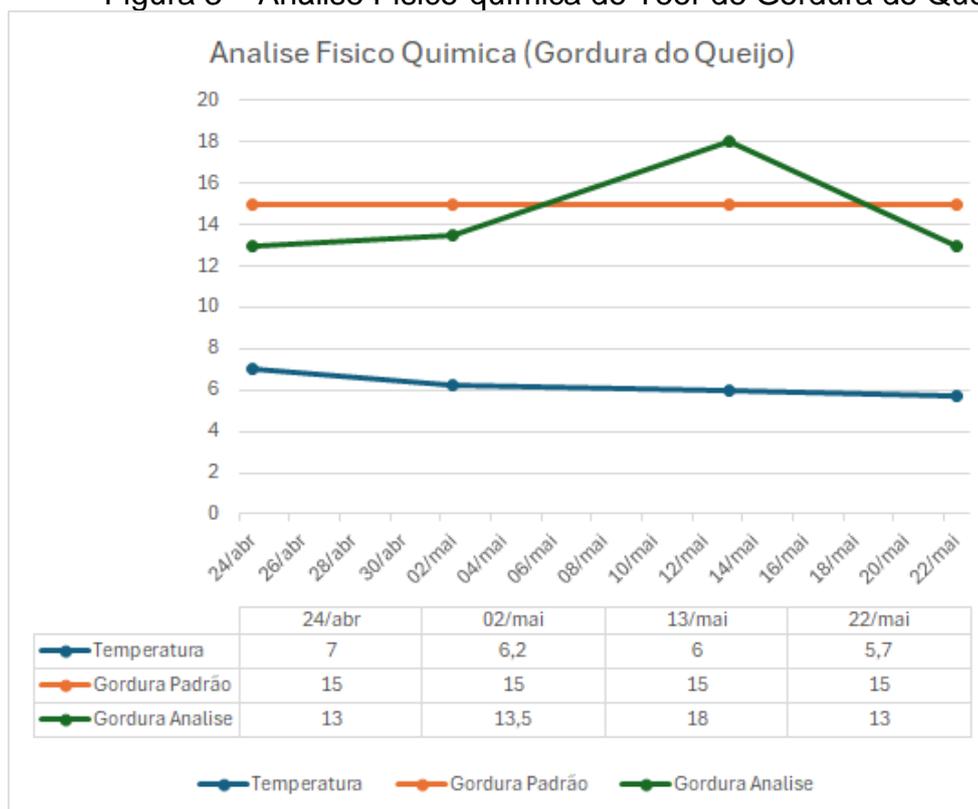




associada à perda de água no início do armazenamento, o que é comum, mas o aumento de umidade no final do período pode sugerir algum tipo de alteração ou absorção de umidade por parte do queijo, possivelmente relacionada à mudança nas condições ambientais ou no próprio comportamento do produto. O valor da umidade padrão serve como um parâmetro de comparação, indicando que o queijo, em alguns momentos, estava com um nível de umidade acima do esperado, o que pode impactar sua textura e estabilidade.

A figura 3 mostra a Análise Físico-química do Teor de Gordura do Queijo.

Figura 3 – Análise Físico-química do Teor de Gordura do Queijo



Fonte: Elaborada pela autora, 2024.

Note que, o gráfico indica uma variação incomum no teor de gordura do queijo ao longo do tempo, sugerindo que algo está afetando a estabilidade da composição do produto, o que pode impactar suas propriedades sensoriais e de qualidade.

1. **Temperatura (linha azul):** Assim como nos gráficos anteriores, a temperatura começa em 7°C no dia 24/abril e vai caindo levemente até atingir 5,7°C em 22/maio. A variação da temperatura é relativamente estável ao longo do período.

2. **Gordura Padrão (linha laranja):** Representa o valor de referência ou ideal para o teor de gordura no queijo, que permanece constante em 15% durante todo o período analisado.

3. **Gordura Analisada (linha verde):** Refere-se ao teor de gordura medido ao longo do tempo. O gráfico mostra que o teor de gordura analisado começa em 13% no dia 24/abril, aumenta gradualmente até atingir um pico de 18% em 13/maio, e depois cai novamente para 13% no final do período de análise em 22/maio.

#### Interpretação:

O teor de gordura analisado varia de forma significativa ao longo do tempo, com um aumento considerável até o dia 13/maio, seguido por uma redução acentuada até

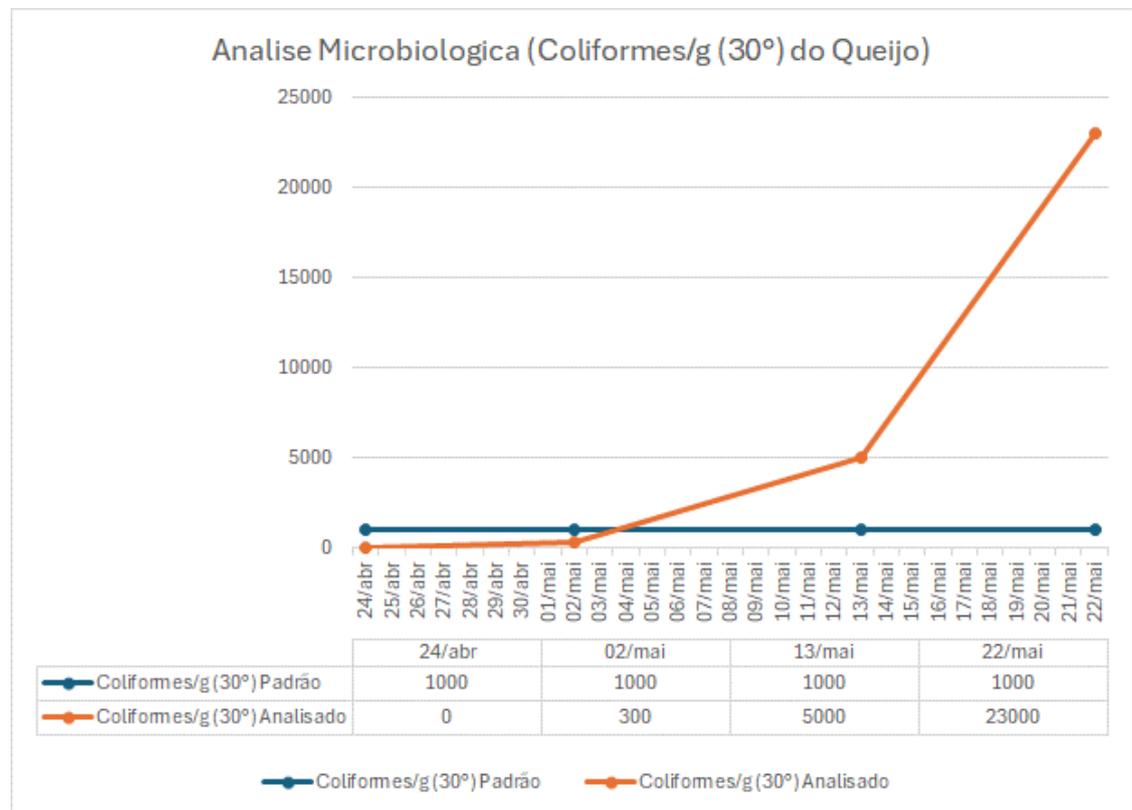




o dia 22/maio. Isso pode ser consequência de alterações no processo de maturação do queijo ou na metodologia de análise, ou até mesmo de mudanças nas condições de armazenamento. O teor de gordura padrão, que é mantido estável em 15%, sugere que o valor ideal esperado para o produto não foi atingido consistentemente ao longo do período. A temperatura parece ter se mantido relativamente estável, mas como o teor de gordura variou, isso pode indicar que outros fatores estão afetando o comportamento da gordura no queijo, como a separação de fases ou a absorção/evaporação de água, o que pode interferir na concentração aparente de gordura.

A figura 4 mostra a Análise Microbiológica do número de Coliformes/g (30°) no queijo ao longo do tempo.

Figura 04- Análise Microbiológica Coliformes/g (30°)



Fonte: Elaborada pela autora, 2024.

Note que, o gráfico demonstra que o produto ultrapassou os níveis aceitáveis de coliformes, sugerindo que ações corretivas precisam ser implementadas para evitar contaminação, garantir a segurança do produto e mantê-lo dentro dos parâmetros de qualidade esperados.

1. **Coliformes/g (30°) Padrão (linha azul):** Representa o valor máximo permitido ou esperado de coliformes por grama, definido como 1000 coliformes/g em todos os dias analisados. Este é o valor de referência para verificar se o produto está dentro dos limites aceitáveis de contaminação microbiológica.

2. **Coliformes/g (30°) Analisado (linha laranja):** Representa a quantidade de coliformes/g encontrada nas análises microbiológicas realizadas ao longo do tempo. No início, de 24/abril até 01/maio, a contagem de coliformes foi zero, indicando que o queijo estava livre de contaminação. Entretanto, a partir do dia 02/maio, os





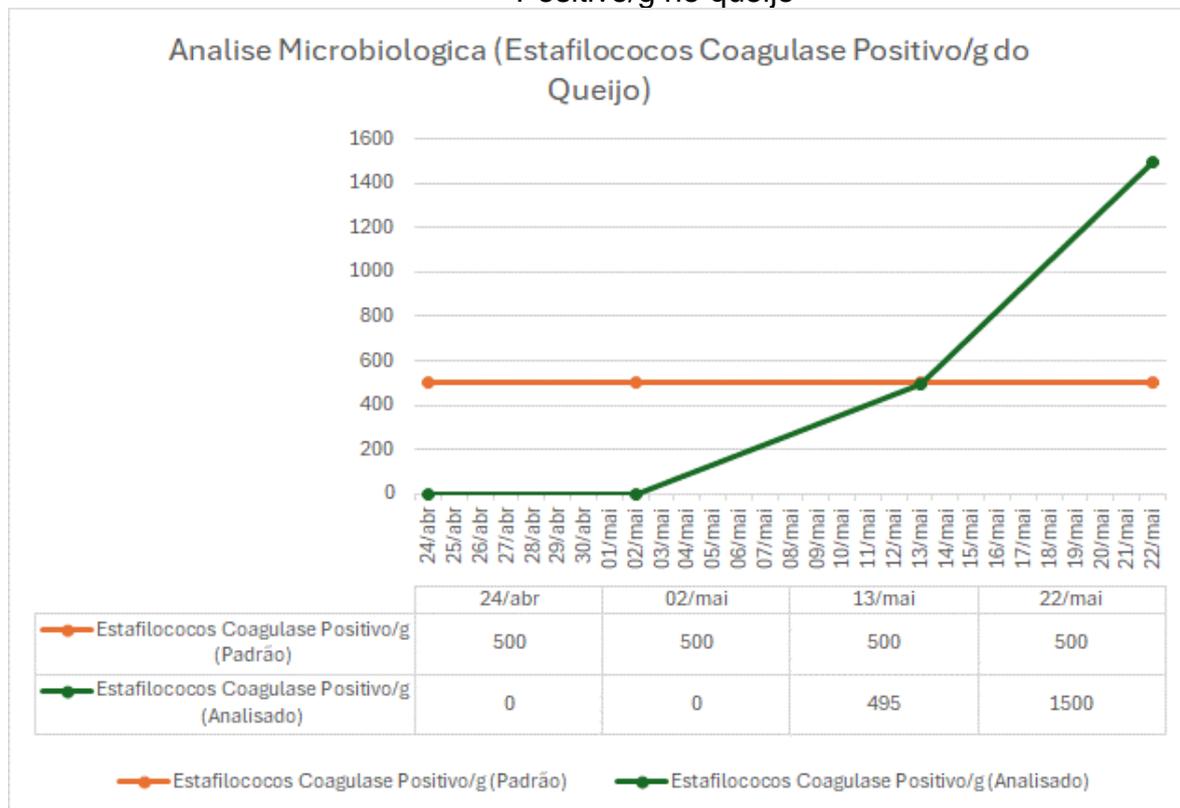
valores começaram a subir, atingindo 300 coliformes/g, chegando a 5000 coliformes/g no dia 13/maio, e finalmente disparando para 23000 coliformes/g no dia 22/maio.

#### Interpretação:

O aumento abrupto de coliformes observado entre 13/maio e 22/maio indica uma contaminação progressiva e severa no queijo, ultrapassando os limites de segurança microbiológica. A contagem de coliformes/g (23000) no último dia de análise está muito acima do limite padrão de 1000 coliformes/g, o que representa um risco significativo para a segurança alimentar e a qualidade do produto. A fase inicial de ausência de coliformes, seguida por um aumento rápido, pode indicar um problema de armazenamento, manipulação inadequada ou falhas no controle de temperatura e condições higiênicas no ambiente de processamento e conservação.

A figura 5 mostra a Análise Microbiológica do número de Estafilococos Coagulase Positivo/g no queijo ao longo do tempo.

Figura 5 - Análise Microbiológica do número de Estafilococos Coagulase Positivo/g no queijo



Fonte: Elaborada pela autora, 2024.

Note que, este gráfico indica um aumento perigoso na contaminação por estafilococos no queijo ao longo do tempo, com a última medição superando em três vezes o limite de segurança. Esse comportamento sugere que o produto está em estado de deterioração microbiológica e requer ação imediata, como a interrupção da distribuição e o ajuste nos processos de produção ou armazenamento para prevenir contaminação futura.

1. **Estafilococos Coagulase Positivo/g (Padrão) (linha laranja):** Representa o valor máximo permitido de estafilococos coagulase positiva por grama, definido em **500/g** durante todo o período de análise. Este é o limite de segurança



microbiológica para garantir que o produto esteja dentro dos padrões aceitáveis de contaminação.

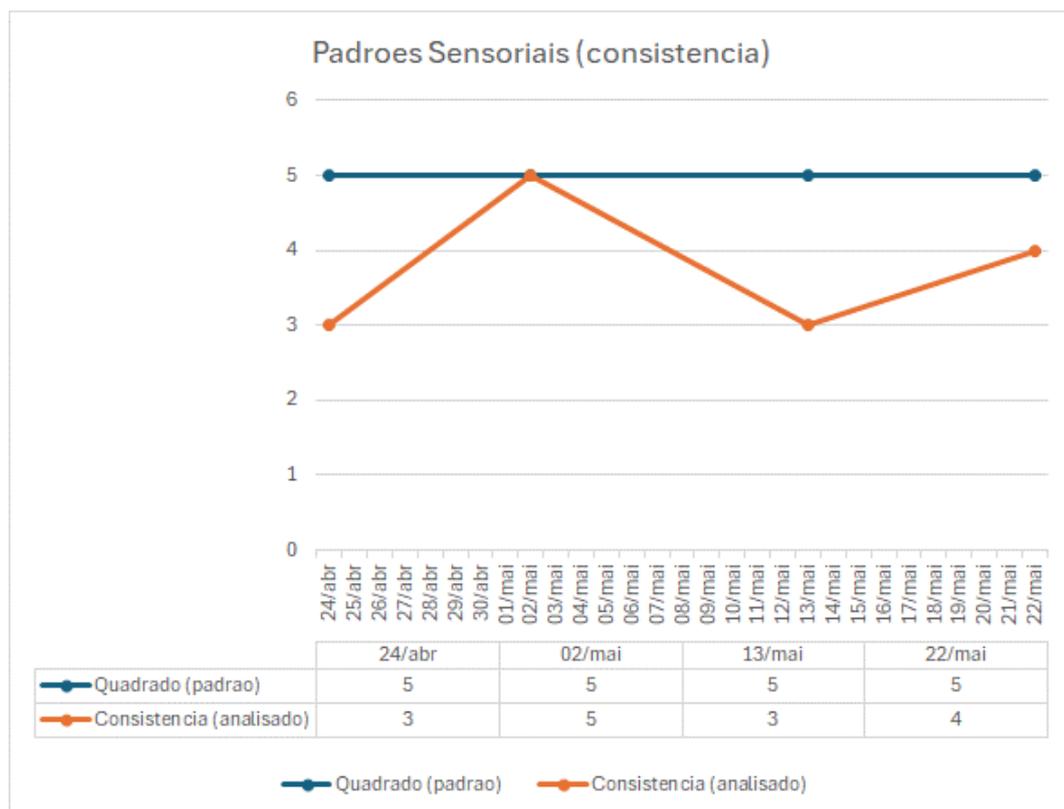
2. **Estafilococos Coagulase Positivo/g (Analisado) (linha verde):** Refere-se à quantidade real de estafilococos coagulase positivo medida ao longo do tempo. A análise mostra que o queijo não apresentava estafilococos no início, com **0/g** até o dia 02/maio. No entanto, a contaminação começou a aparecer em 13/maio com **495/g**, um valor próximo ao limite permitido. Em 22/maio, houve um aumento significativo para **1500/g**, superando de forma expressiva o valor padrão.

**Interpretação:**

Inicialmente, o queijo estava livre de estafilococos coagulase positiva, mas, a partir de 13/maio, a contaminação começou a se manifestar e rapidamente ultrapassou o limite permitido. O valor de 1500/g em 22/maio representa uma situação preocupante, já que excede consideravelmente o valor padrão de 500/g, sugerindo que o queijo está seriamente contaminado por estafilococos coagulase positiva, o que pode representar um risco para a saúde do consumidor.

A figura 6 mostra a análise dos Padrões Sensoriais de Consistência do queijo ao longo do tempo.

Figura 6 – Padrões Sensoriais de Consistência do Queijo



Fonte: Elaborada pela autora, 2024.

Note que, o gráfico evidencia que a consistência do queijo sofreu oscilações sensoriais ao longo do tempo, possivelmente devido a fatores como armazenamento inadequado, maturação ou variações no processo de produção. Isso pode afetar a aceitação do consumidor, especialmente em períodos nos quais a consistência está abaixo do valor ideal (nota 5).

1. **Consistência Padrão (linha azul):** Representa o valor de referência esperado para a consistência do queijo, que permanece constante com a nota **5** durante





todo o período de análise. Esse valor sugere que a consistência ideal ou esperada do queijo é a mais alta possível dentro de uma escala de 0 a 5.

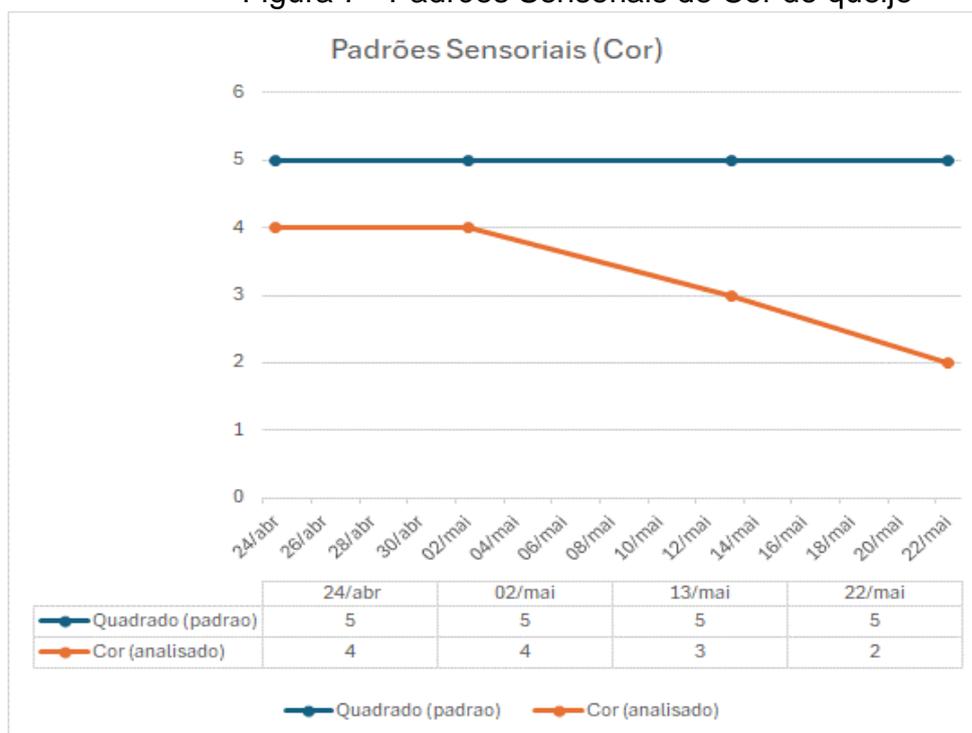
2. **Consistência Analisada (linha laranja):** Refere-se à avaliação sensorial da consistência do queijo ao longo do tempo, realizada por provadores. No início, no dia **24/abril**, a consistência foi avaliada como **3**, sugerindo que o queijo estava abaixo do padrão esperado. No dia **02/maio**, a consistência alcançou a nota **5**, indicando que o produto atingiu a consistência ideal, igualando-se ao padrão. Entretanto, houve uma queda para **3** no dia **13/maio**, e uma recuperação parcial para **4** no dia **22/maio**.

#### Interpretação:

**Consistência Analisada:** Houve flutuações na consistência do queijo ao longo do tempo, o que pode indicar variações na qualidade do produto ou mudanças nas condições de armazenamento. Embora a consistência tenha atingido o valor ideal em 02/maio, a queda subsequente para 3 em 13/maio pode sugerir degradação ou alteração da textura, que foi parcialmente recuperada para 4 no final do período, mas ainda abaixo do ideal. **Consistência Padrão:** O valor padrão permanece estável, indicando que o queijo deveria manter uma consistência nota 5 ideal ao longo de todo o shelf life. No entanto, o comportamento real (analisado) mostrou que o queijo não conseguiu manter essa consistência em boa parte do período analisado.

O gráfico 7 mostra a análise dos Padrões Sensoriais de Cor do queijo ao longo do tempo.

Figura 7 - Padrões Sensoriais de Cor do queijo



Fonte: Elaborada pela autora, 2024.

Note que, A redução na nota de **cor** pode indicar um processo de envelhecimento ou degradação visual do queijo, o que pode influenciar negativamente sua aceitação pelos consumidores. A queda acentuada na avaliação visual, de **4** para **2** ao longo de um mês, sugere que o produto perdeu parte de suas características estéticas desejáveis, o que pode comprometer sua qualidade percebida.





1. **Cor Padrão (linha azul):** Refere-se ao valor ideal esperado para a cor do queijo, que permanece constante com uma nota de **5** durante todo o período. Esse valor representa o padrão de cor ideal, considerado o mais adequado ou desejável.

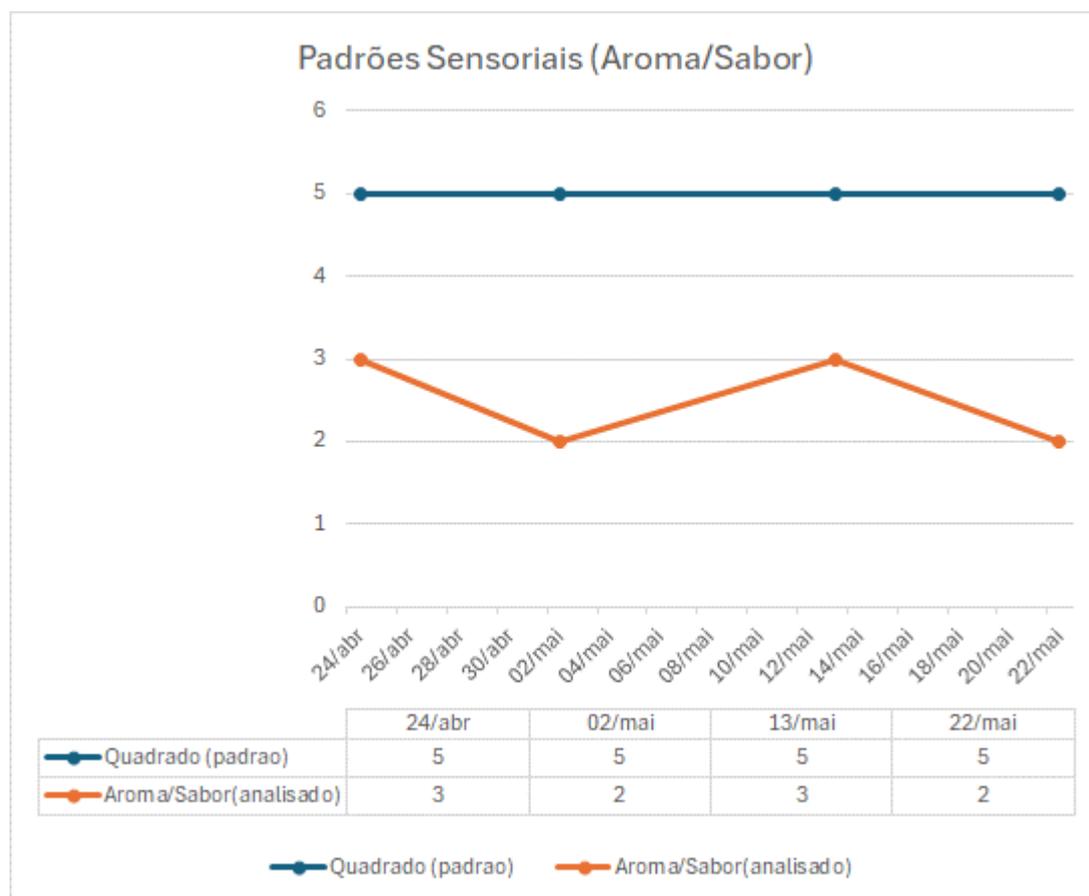
2. **Cor Analisada (linha laranja):** Representa a avaliação real da cor do queijo ao longo do tempo, conforme realizada por provadores. Inicialmente, em **24/abril**, o queijo foi avaliado com nota **4**, abaixo do valor padrão. Essa avaliação permaneceu constante até **02/maio**. Após esse período, a cor do queijo começou a apresentar uma queda gradual, passando para nota **3** em **13/maio** e terminando com uma nota **2** em **22/maio**.

#### Interpretação:

**Cor Analisada:** A queda gradual da nota ao longo do tempo indica uma deterioração da cor do queijo. Isso pode ser consequência de mudanças físicas ou químicas no produto, como oxidação, perda de frescor ou outros fatores que afetem a aparência visual. **Cor Padrão:** O valor ideal de cor é mantido estável em 5, sugerindo que o queijo deveria, em condições normais, manter uma cor considerada ideal durante todo o shelf life. No entanto, o comportamento real indica que o produto está se afastando desse padrão conforme o tempo

A figura 8 mostra a análise dos Padrões Sensoriais de Aroma/Sabor do queijo ao longo do tempo.

Figura 8 - Padrões Sensoriais de Aroma/Sabor do queijo



Fonte: Elaborada pela autora, 2024.

Note que, a flutuação nos valores de aroma e sabor indica uma deterioração sensorial do queijo ao longo do tempo, com quedas significativas na qualidade





percebida pelos provadores. Essa variação pode estar relacionada a fatores como envelhecimento do produto, mudanças nas condições de armazenamento, ou até mesmo processos microbiológicos que afetam o aroma e o sabor. A incapacidade de manter uma nota estável próxima ao valor padrão (5) sugere que o queijo estava longe de atender às expectativas sensoriais ideais para o consumidor.

1. **Aroma/Sabor Padrão (linha azul):** Refere-se ao valor de referência esperado para o aroma e sabor do queijo, que permanece constante com a nota **5** durante todo o período de análise. Este é o padrão de excelência para esses atributos sensoriais.
2. **Aroma/Sabor Analisado (linha laranja):** Representa a avaliação sensorial real do aroma e sabor do queijo ao longo do tempo. O gráfico mostra que a nota inicial para aroma e sabor foi de **3** em **24/abril**, caindo para **2** em **02/maio**. No dia **13/maio**, houve uma leve recuperação para **3**, mas essa melhora foi temporária, já que no dia **22/maio** a nota voltou a cair para **2**.

#### **Interpretação:**

**Aroma/Sabor Analisado:** O gráfico evidencia uma variação no aroma e sabor do queijo ao longo do tempo, mas com uma tendência predominante de queda. O fato de a avaliação ter começado em 3 já mostra que o queijo estava abaixo do padrão ideal desde o início. A queda para 2 e a recuperação temporária indicam que o queijo não manteve sua qualidade sensorial e apresentou flutuações que impactaram negativamente esses atributos. **Aroma/Sabor Padrão:** A nota ideal de 5 permaneceu constante, indicando que o queijo deveria manter um aroma e sabor excepcionais ao longo de todo o período. Entretanto, os valores analisados mostram que o produto não conseguiu alcançar ou manter essa qualidade em nenhum momento.

## **7. Controle Estatístico do Processo**

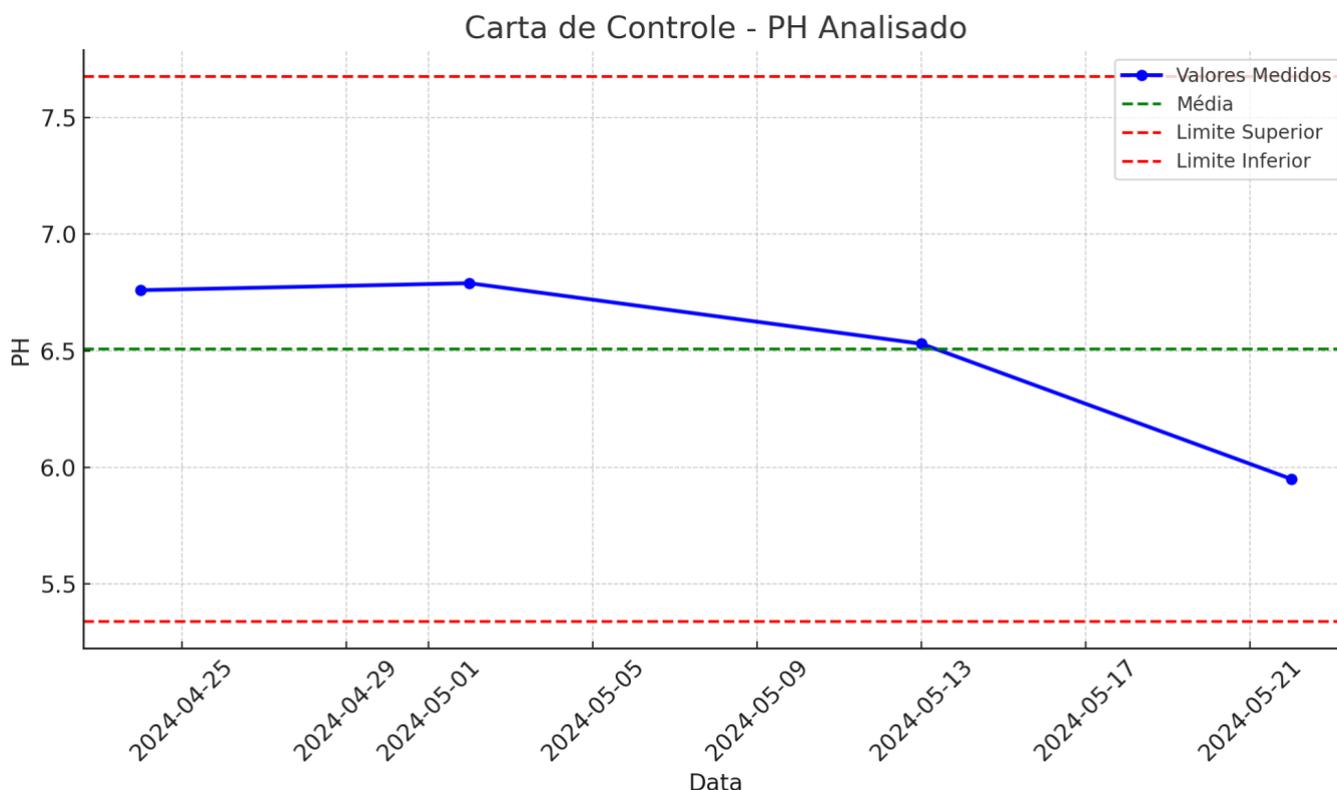
O Controle Estatístico de Processo (CEP) é utilizado neste processo de análise de qualidade do queijo para monitorar e controlar variáveis críticas durante a produção e armazenamento do produto, garantindo que ele permaneça dentro dos padrões de qualidade definidos. O CEP é uma ferramenta estatística que permite identificar variações no processo e agir preventivamente antes que ocorram problemas que possam comprometer a qualidade do produto.

A figura 9 mostra uma Carta de Controle que apresenta a variação do pH analisado do queijo ao longo do tempo.





Figura 9 – Carta de Controle da Variação do pH do Queijo



Fonte: Elaborada pela autora, 2024.

Note que, este gráfico indica uma tendência de acidificação do queijo ao longo do tempo, o que pode ser normal durante o envelhecimento, mas está se aproximando do limite inferior. Caso essa tendência continue, o produto pode ficar fora dos padrões de qualidade aceitáveis em termos de pH, indicando a necessidade de ajustes no processo de conservação ou armazenamento.

1. **Valores Medidos (linha azul):** Representa os valores reais de pH medidos nas datas indicadas no eixo horizontal. O pH começa em torno de **7,0** no dia 25/abril e vai diminuindo gradualmente, até atingir aproximadamente **5,6** no dia 21/maio. Isso indica uma **acidificação** do queijo ao longo do tempo, o que é esperado à medida que o produto envelhece ou ocorre fermentação.
2. **Média (linha verde tracejada):** Indica o valor médio do pH ao longo do período analisado, que está em torno de **6,5**. A média serve como referência central para avaliar se o processo está sob controle.
3. **Limite Superior (linha verde tracejada):** Refere-se ao limite aceitável máximo para o pH do queijo, que está próximo de **7,5**. Valores acima desse limite indicariam que o produto não está dentro dos padrões de qualidade esperados.
4. **Limite Inferior (linha vermelha tracejada):** Refere-se ao limite aceitável mínimo para o pH, que está em **5,5**. Valores abaixo desse limite indicariam que o queijo se tornou muito ácido, o que pode comprometer a qualidade ou a segurança do produto.

#### Interpretação:

Os valores medidos de pH estão diminuindo progressivamente e se aproximam do limite inferior, indicando que o queijo está se tornando cada vez mais ácido. Se continuar nessa trajetória, o pH pode cair abaixo do limite aceitável, o que indicaria

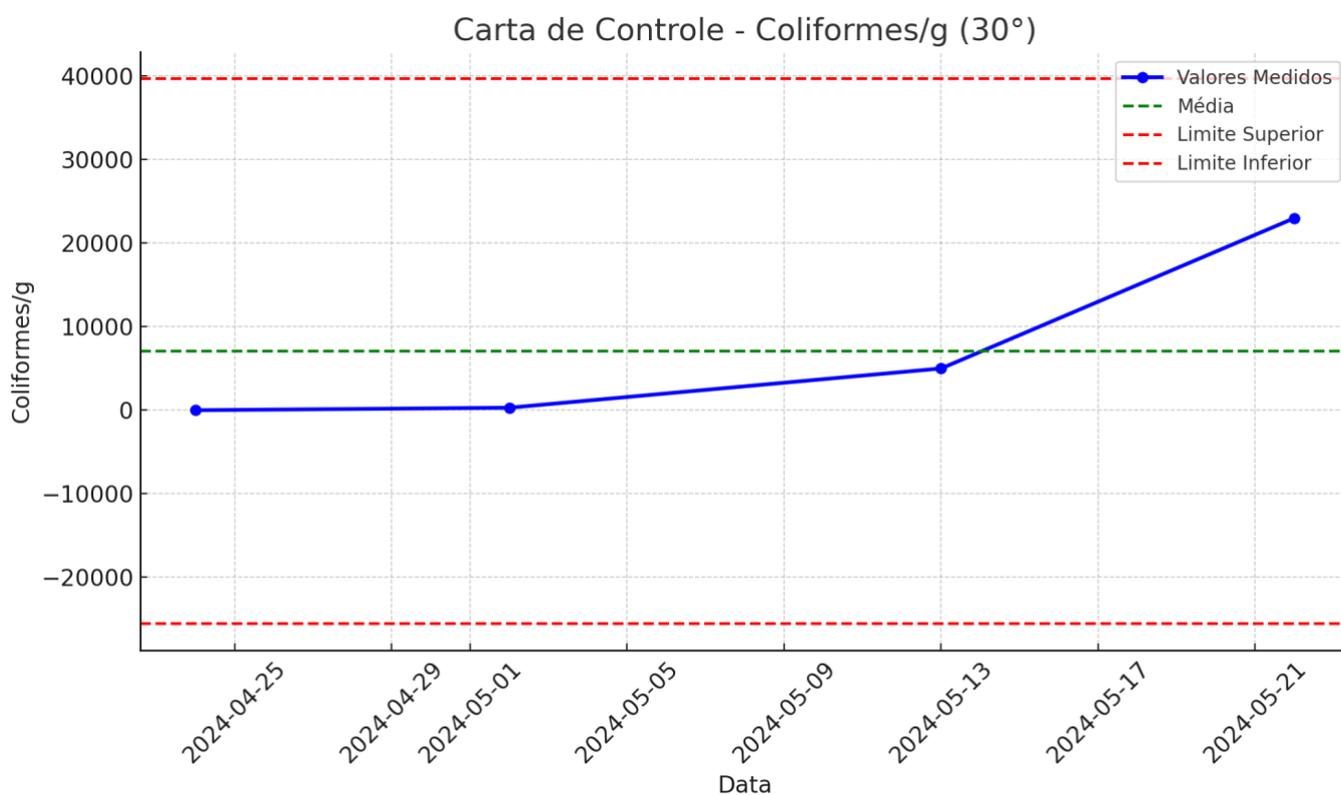




um problema de qualidade. Até o dia 21/maio, o pH ainda está dentro dos limites de controle, embora já esteja próximo do limite inferior. Isso sugere que o processo de produção ou conservação está começando a se desviar da normalidade, e seria prudente monitorar mais de perto para evitar que o produto ultrapasse os limites aceitáveis.

A figura 10 mostra uma Carta de Controle que apresenta a variação da contagem de Coliformes/g (30°) no queijo ao longo do tempo.

Figura 10 - Carta de Controle que apresenta a variação da contagem de Coliformes/g (30°) no queijo



Fonte: Elaborada pela autora, 2024.

Note que,este gráfico mostra uma deterioração progressiva do queijo em termos de contaminação microbológica. O aumento da contagem de coliformes/g, especialmente após 13/maio, indica que o produto está se deteriorando rapidamente e pode não ser seguro para consumo se essa tendência continuar. Medidas corretivas imediatas são necessárias para controlar o processo e reduzir os níveis de coliformes.

1. **Valores Medidos (linha azul):** Representa a quantidade real de coliformes/g medida em cada data. No início, os valores eram praticamente zero, mas a partir de **13/maio**, houve um aumento significativo, culminando em um valor acima de **30000 coliformes/g** no dia **21/maio**.
2. **Média (linha verde tracejada):** Indica o valor médio esperado ou aceitável de coliformes ao longo do tempo. Está em torno de **10000 coliformes/g**, sugerindo um nível que pode ser considerado aceitável para um produto alimentício em boas condições.





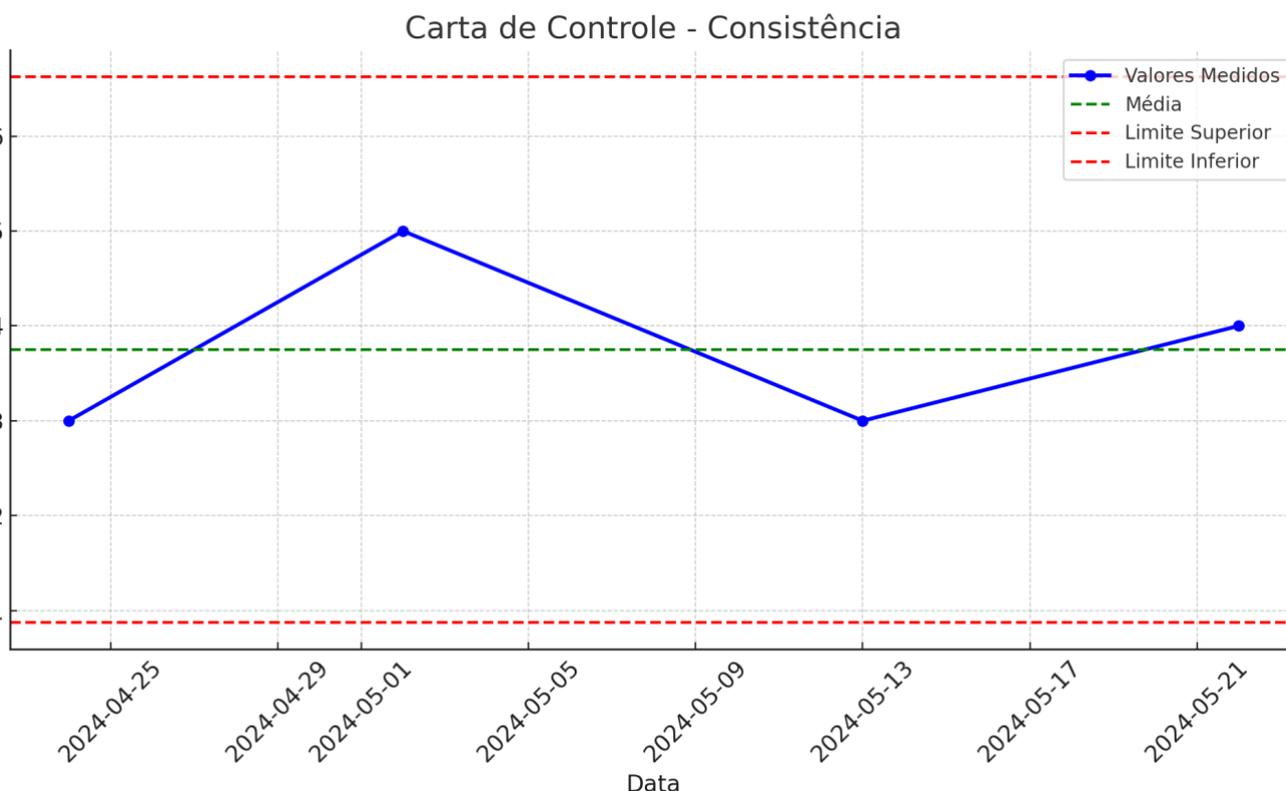
3. **Limite Superior (linha vermelha tracejada):** Representa o valor máximo de coliformes aceitável antes de o produto ser considerado fora de controle ou inaceitável. Esse limite está em **40000 coliformes/g**.
4. **Limite Inferior (linha vermelha tracejada na parte inferior):** Teoricamente, o valor de coliformes não deve ser negativo, e o limite inferior é representado por **0 coliformes/g**. Valores abaixo desse ponto não fazem sentido.

#### Interpretação:

Valores Medidos: A contagem de coliformes permaneceu controlada e perto de 0 coliformes/g no início do período analisado, mas a partir de 13/maio, houve um aumento acentuado na quantidade de coliformes, culminando com um valor muito alto próximo ao limite superior em 21/maio. Tendência de aumento: O gráfico indica que, a partir do meio do período analisado, a contaminação por coliformes começou a crescer rapidamente, ultrapassando a média aceitável e se aproximando do limite superior, o que sugere uma contaminação severa. Isso pode comprometer a segurança do produto.

A figura 11 mostra uma Carta de Controle que apresenta a variação da consistência do queijo ao longo do tempo.

Figura 11 - Carta de Controle que apresenta a variação da consistência do queijo



Fonte: Elaborada pela autora, 2024.

Note que, na figura, a flutuação na consistência ao longo do tempo sugere um problema de controle de qualidade. A consistência não se manteve estável, o que pode impactar a aceitação do produto pelo consumidor. A melhoria final indica que a situação pode ser recuperável, mas a variabilidade observada sugere que ajustes no processo ou nas condições de conservação devem ser considerados para garantir uma consistência mais uniforme e dentro dos padrões esperados.



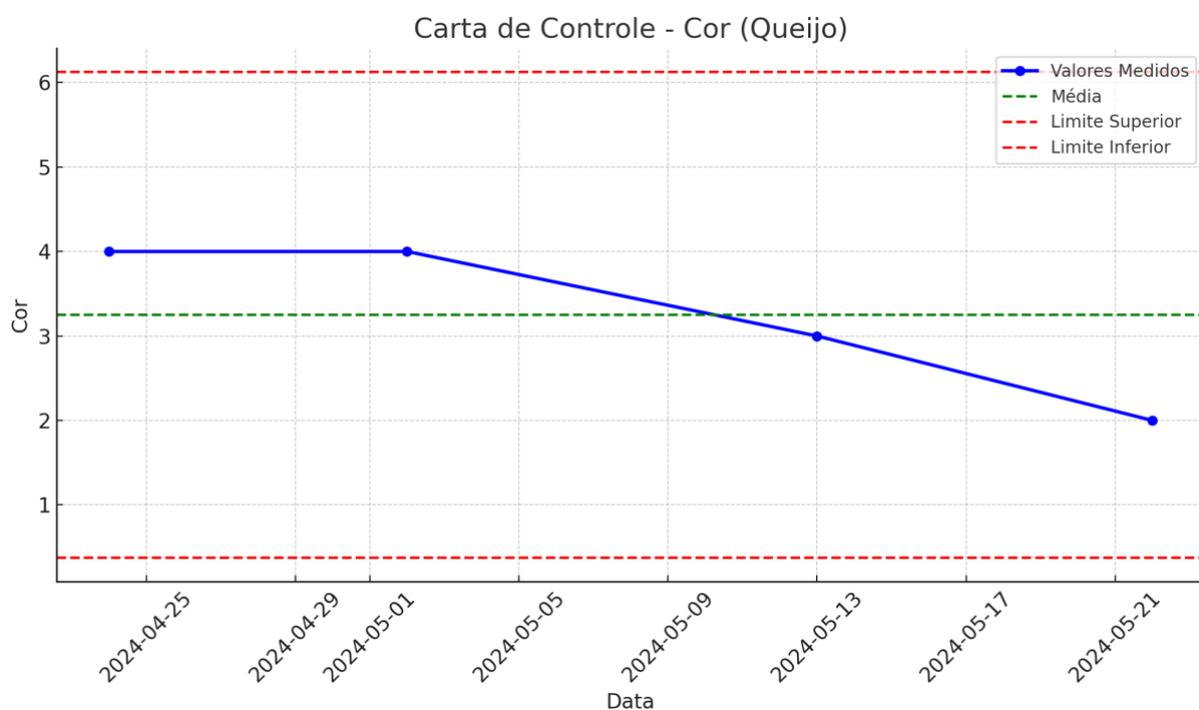


1. **Valores Medidos (linha azul):** Representa as medições reais da consistência do queijo em diferentes datas. No início, a consistência é de **3** no dia 25/abril, depois sobe para **5** no início de maio, seguida por uma queda gradual para **3** no dia 13/maio e depois para **2** em 17/maio. Por fim, em 21/maio, a consistência volta a aumentar para **4**.
2. **Média (linha verde tracejada):** Indica o valor médio esperado ou aceitável para a consistência do queijo ao longo do período analisado. Está em torno de **4**.
3. **Limite Superior (linha vermelha tracejada):** Representa o valor máximo de consistência aceitável antes de o produto ser considerado fora dos padrões. Esse limite está próximo de **6**.
4. **Limite Inferior (linha vermelha tracejada):** Representa o valor mínimo de consistência aceitável. O valor está próximo de **1**.

#### Interpretação:

**Valores Medidos:** A consistência do queijo apresenta uma flutuação considerável ao longo do tempo. Inicialmente, começou abaixo da média, subiu para o valor ideal (5) em 01/maio, mas caiu drasticamente para 2 em meados de maio, indicando uma possível deterioração ou mudança nas características do produto. Contudo, a consistência voltou a melhorar para 4 no final do período. **Tendência de variabilidade:** A variabilidade na consistência indica que o produto não manteve uma qualidade estável ao longo do tempo. Essas flutuações podem ser resultado de diferentes condições de armazenamento, maturação do produto ou variações no processo de produção.

Figura 12 - Carta de Controle que apresenta a variação da cor do Queijo



Fonte: Elaborada pela autora, 2024.

Na figura de cor, observa-se uma variação nos valores ao longo do período, indicando instabilidade no controle da qualidade visual do queijo. A flutuação nos valores de cor sugere que o processo de produção ou as condições de





armazenamento não estão sendo suficientemente controlados para manter a consistência visual do produto. Embora os valores permaneçam dentro dos limites de controle, a oscilação observada aponta para a necessidade de ajustes no processo, nas condições de conservação ou até mesmo na formulação do produto, a fim de garantir que a cor do queijo se mantenha estável e dentro dos padrões estabelecidos.

1. **Valores Medidos (linha azul):** as medições da **cor** do queijo ao longo do período analisado, evidenciando uma tendência decrescente. Em **25/abril**, a cor inicial é avaliada em **4**, indicando conformidade com o padrão estabelecido, e permanece estável em **01/maio**. Contudo, em **09/maio**, há uma redução para **3**, sugerindo o início de uma possível alteração nas características do produto. A degradação torna-se mais evidente em **13/maio**, com o valor caindo para **2**, e atinge uma condição crítica em **21/maio**, quando a cor é avaliada em **1**, próxima do limite inferior aceitável. Essa tendência de queda progressiva pode refletir alterações químicas, microbiológicas ou condições inadequadas de armazenamento, comprometendo a qualidade visual do queijo.
2. **Média (linha verde tracejada):** O valor médio esperado para a cor é de **3**, indicando o padrão ideal para o produto.
3. **Limite Superior (linha vermelha tracejada):** O limite máximo aceitável para a cor é **6**. Valores acima disso estariam fora do padrão de qualidade.
4. **Limite Inferior (linha vermelha tracejada):** O limite mínimo aceitável é **1**. Valores próximos ou abaixo desse limite indicam perda significativa da qualidade.

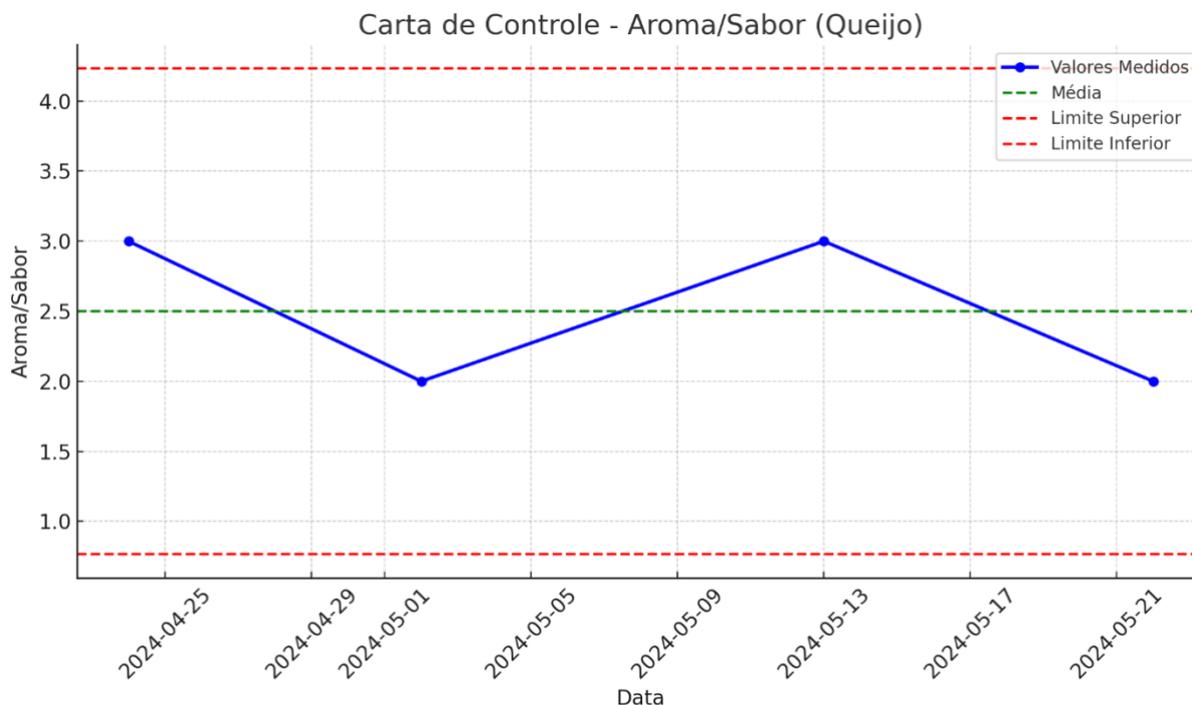
#### Interpretação:

- **Tendência dos Valores Medidos:** A cor do queijo apresenta uma queda progressiva ao longo do tempo, começando dentro da média esperada (**4**) e descendo até próximo do limite inferior (**1**) no final do período analisado.
- **Análise de Qualidade:** A redução contínua na cor indica uma possível **alteração negativa** no produto. Isso pode ser associado a fatores como degradação da qualidade visual, mudanças químicas ou microbiológicas, ou condições inadequadas de armazenamento.
- **Ponto Crítico:** O valor de **1** em **21/maio** é preocupante, pois está muito próximo do limite inferior aceitável, o que sugere que o produto está próximo de ser considerado fora do padrão.
- **Variabilidade:** A queda consistente demonstra que o produto não manteve a estabilidade esperada. Essa tendência pode refletir variações no processo produtivo, exposição a condições inadequadas ou outras causas que precisam ser investigadas.





Figura 13 - Carta de Controle que apresenta a variação do Aroma/Sabor do Queijo



Fonte: Elaborada pela autora, 2024

Note que, na figura, o processo revela flutuações nos valores de aroma e sabor do queijo, indicando instabilidade no controle de qualidade sensorial. A variabilidade observada sugere que o processo produtivo ou as condições de armazenamento não estão suficientemente controlados para garantir a uniformidade do produto. Embora os valores se mantenham dentro dos limites de controle, as oscilações frequentes indicam que ajustes são necessários, seja na formulação, no processo de produção ou nas condições de conservação, para assegurar que o produto final permaneça dentro dos padrões esperados ao longo do tempo.

#### Elementos do Gráfico:

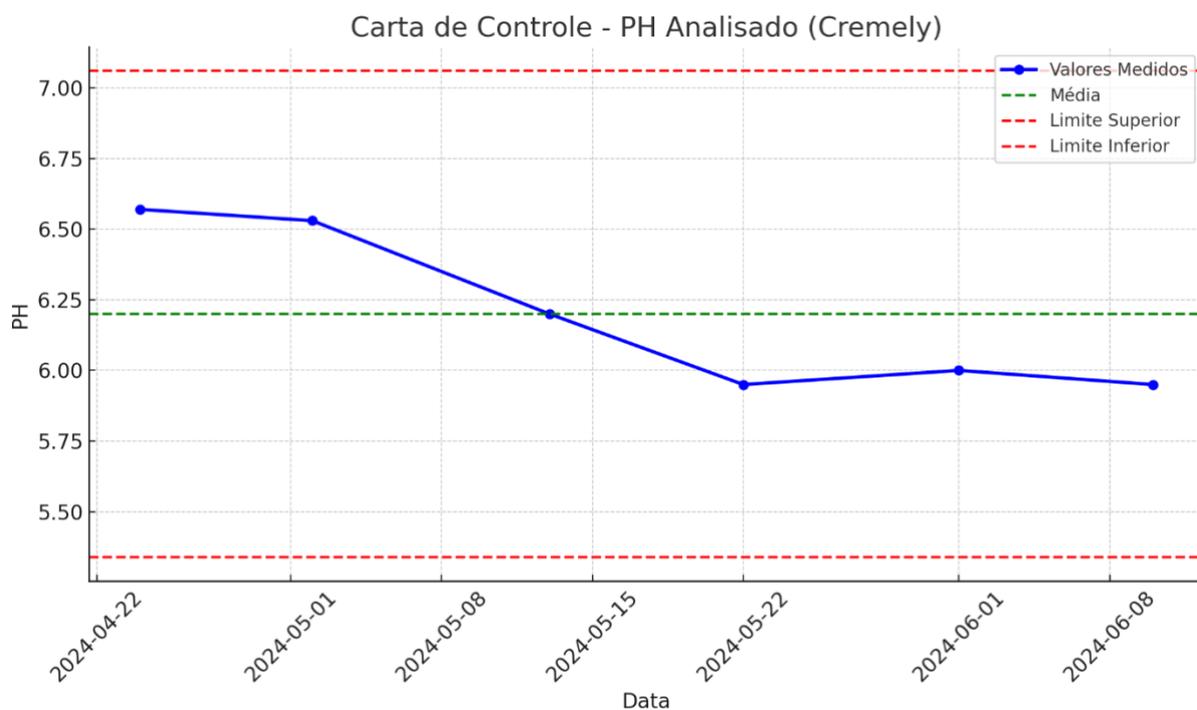
- Valores Medidos (linha azul):** Representam as avaliações reais do aroma e sabor do queijo ao longo do tempo, evidenciando flutuações. Em **25/abril**, o valor inicial é de **3**, próximo à média esperada. Em **01/maio**, observa-se uma queda para **2**, abaixo do padrão ideal, indicando uma possível alteração negativa nas características sensoriais. Posteriormente, em **13/maio**, há um aumento para **3,5**, ultrapassando a média e sugerindo uma recuperação temporária. Por fim, em **21/maio**, o valor retorna a **2**, demonstrando instabilidade sensorial e reforçando a necessidade de controle mais rigoroso no processo produtivo ou nas condições de armazenamento.
- Média (linha verde tracejada):** O valor médio esperado para aroma e sabor é de **2,5**, que representa o padrão ideal do produto.
- Limite Superior (linha vermelha tracejada):** O limite máximo aceitável para o aroma e sabor é **4**, acima do qual o produto seria considerado fora do padrão.
- Limite Inferior (linha vermelha tracejada):** O limite mínimo aceitável é **1**. Valores próximos ou abaixo desse limite indicam perda significativa da qualidade sensorial.

#### Interpretação:



- **Tendência dos Valores Medidos:** O aroma e sabor do queijo apresentam variações significativas ao longo do tempo, com oscilações acima e abaixo da média esperada. A queda em **01/maio** e novamente em **21/maio** sugere alterações que impactam negativamente o produto, embora os valores permaneçam dentro dos limites de controle.
- **Análise de Qualidade:** As flutuações indicam inconsistência nas características sensoriais do queijo, o que pode ser associado a fatores como variações no processo produtivo, mudanças químicas ou microbiológicas, ou condições inadequadas de armazenamento.
- **Ponto Crítico:** A queda para **2** em dois momentos diferentes requer atenção, pois está abaixo da média e indica uma possível perda na aceitação sensorial do produto.
- **Variabilidade:** A oscilação nos valores medidos reflete uma instabilidade no controle do aroma e sabor. Essa variabilidade sugere que ajustes no processo produtivo ou nas condições de armazenamento podem ser necessários para garantir maior consistência no perfil sensorial do queijo.

Figura 14 - Carta de Controle que apresenta a PH do Cremely



Fonte: Elaborada pela autora, 2024

Na figura de pH analisado, observa-se uma tendência de queda nos valores ao longo do período. Essa variação indica uma instabilidade no controle da acidez do produto, sugerindo que o processo de produção ou as condições de armazenamento não estão suficientemente controlados para manter o pH dentro de uma faixa ideal e estável. Embora os valores medidos permaneçam dentro dos limites de controle, a diminuição constante do pH ao longo do tempo indica que ajustes no processo, como controle de temperatura ou condições de fermentação, devem ser considerados para garantir a manutenção da qualidade do produto.





Essa tendência de queda pode afetar negativamente as características sensoriais e a vida útil do produto.

#### Elementos do Gráfico:

1. **Valores Medidos (linha azul):** Representam os valores reais do pH do produto ao longo do tempo. Inicialmente, observa-se uma leve queda do pH de 6,75 para 6,50. Ao longo do período, a tendência continua a diminuir, chegando a valores de 6,20 e, por fim, 5,80. Essa redução sugere uma acidificação progressiva do produto, o que pode ser indicativo de alterações no processo de fabricação ou em condições de conservação.
2. **Média (linha verde tracejada):** O valor médio esperado para o pH do produto é de 6,50, que representa o valor ideal para garantir as características de qualidade e estabilidade do produto.
3. **Limite Superior (linha vermelha tracejada):** O limite máximo aceitável para o pH é 7,0, além do qual o produto seria considerado fora dos padrões de qualidade desejáveis.
4. **Limite Inferior (linha vermelha tracejada):** O limite mínimo aceitável para o pH é 5,5, abaixo do qual o produto pode apresentar características de acidez excessiva, impactando negativamente o sabor e a qualidade do produto.

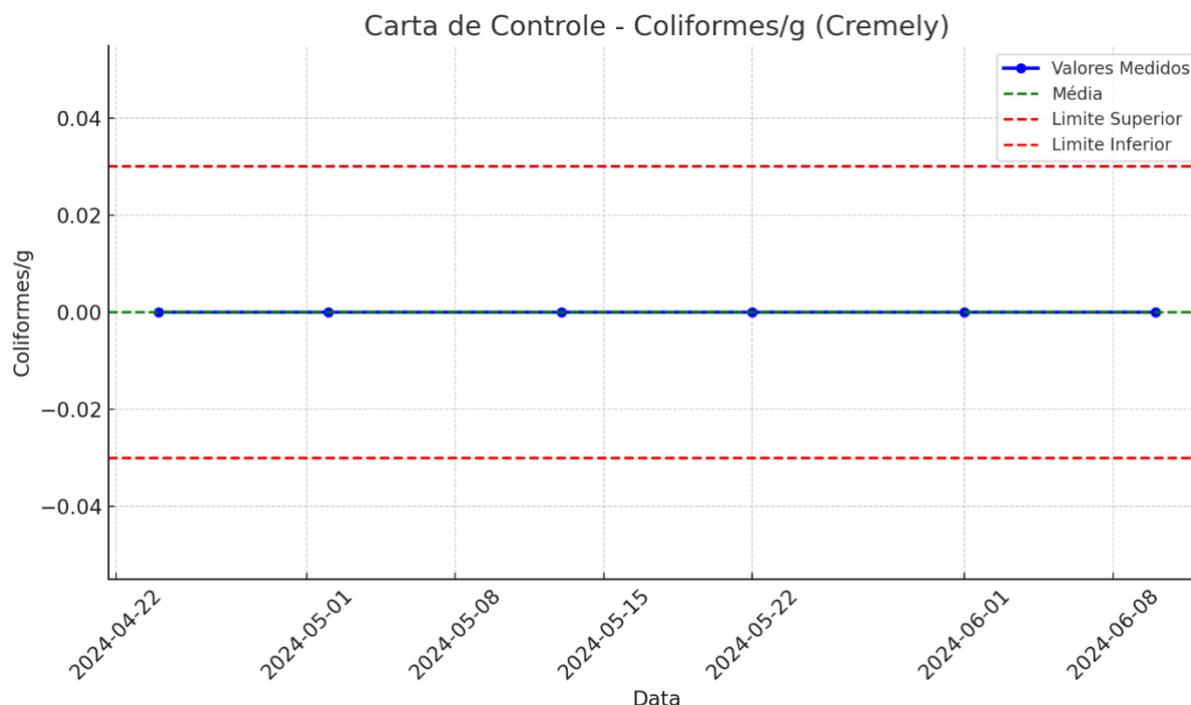
#### Interpretação:

- **Tendência dos Valores Medidos:** O pH do produto demonstra uma tendência de queda ao longo do período, saindo de 6,75 e alcançando 5,80. Essa redução progressiva sugere um desequilíbrio no processo de produção, possivelmente devido a fatores como alteração na formulação ou condições de fermentação inadequadas.
- **Análise de Qualidade:** A queda no pH pode comprometer a qualidade do produto, afetando tanto as propriedades sensoriais (sabor e textura) quanto a sua estabilidade microbiológica. Este comportamento indica a necessidade de revisão no controle de parâmetros do processo de produção, como o controle de temperatura e tempo de fermentação.
- **Ponto Crítico:** O valor de 5,80 em 08/junho está próximo do limite inferior, representando um ponto de alerta para o controle de qualidade, pois pode indicar um início de alteração nos padrões sensoriais e microbiológicos do produto.





Figura 15 - Carta de Controle que apresenta o Coliforme/g do Cremely



Fonte: Elaborada pela autora, 2024

Na figura de coliformes analisados, observa-se uma estabilidade completa nos valores ao longo do período. Essa ausência de variação indica um controle rigoroso e eficaz da contaminação microbológica no produto, sugerindo que os processos de produção e as condições de armazenamento estão suficientemente controlados para garantir a ausência de coliformes no produto. Todos os valores medidos permanecem dentro dos limites de controle estabelecidos, demonstrando conformidade com os padrões de qualidade microbológica. Esse comportamento reflete um processo estável e robusto, garantindo a segurança do produto e sua adequação para o consumo.

#### Elementos do Gráfico:

- Valores Medidos (linha azul):** Representam os valores reais de coliformes/g do produto ao longo do tempo. Em todos os pontos analisados, os valores foram iguais a **0**. Isso reflete a ausência de coliformes no produto durante o período monitorado, indicando um processo de fabricação microbiologicamente seguro.
- Média (linha verde tracejada):** A média dos valores medidos é igual a **0**, confirmando que a ausência de coliformes foi constante durante o período analisado. Este valor representa o objetivo esperado para a segurança microbológica do produto.
- Limite Superior (linha vermelha tracejada):** Representa o limite máximo aceitável de coliformes/g, definido como **0,04**. O fato de os valores medidos estarem consistentemente abaixo desse limite indica conformidade total com os padrões microbiológicos estabelecidos.
- Limite Inferior (linha vermelha tracejada):** Representado como **-0,04**, porém não tem relevância prática no contexto microbológico, já que valores negativos de coliformes não existem. Trata-se apenas de um componente técnico do gráfico.

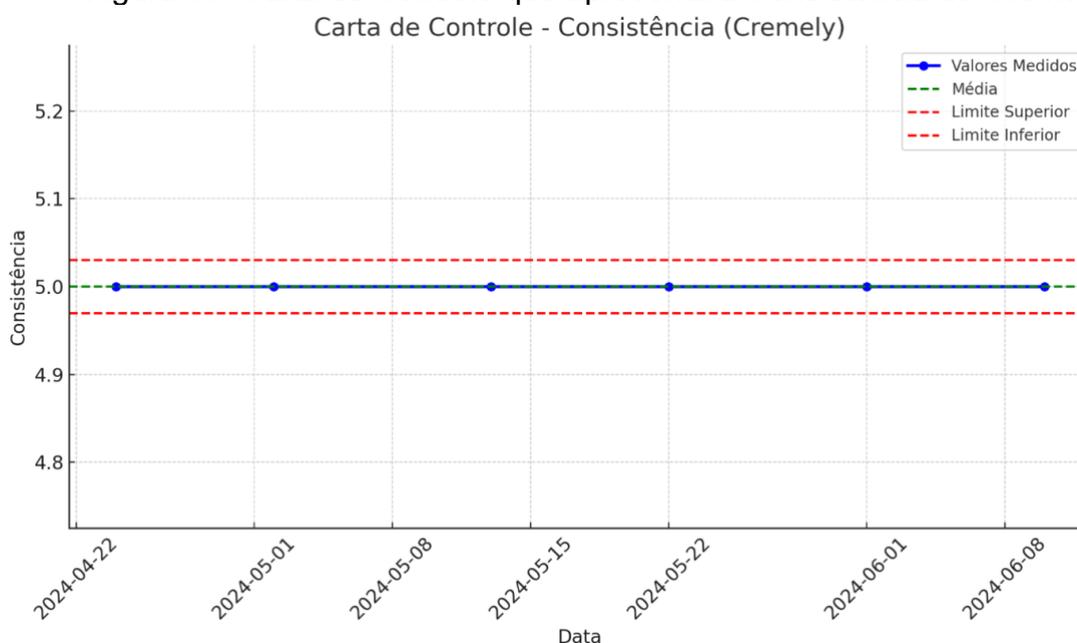




### Interpretação:

- **Tendência dos Valores Medidos:** Não há qualquer tendência de aumento ou flutuação nos valores de coliformes ao longo do período. A ausência total de coliformes/g sugere que o processo de produção e as condições de armazenamento estão sendo rigorosamente controlados.
- **Análise de Qualidade:** A estabilidade nos valores microbiológicos é um indicador positivo, demonstrando que o produto atende plenamente às exigências de segurança alimentar. Isso evidencia um sistema de controle microbiológico eficaz e consistente.
- **Ponto Crítico:** Não há pontos críticos ou valores próximos aos limites de controle. No entanto, a manutenção contínua das condições atuais de produção e monitoramento é essencial para evitar possíveis contaminações futuras.

Figura 16- Carta de Controle que apresenta a Consistência do Cremely



Fonte: Elaborada pela autora, 2024

Na figura de consistência analisada, observa-se uma estabilidade nos valores ao longo do período. Essa constância indica um controle rigoroso e eficaz na consistência do produto, refletindo que o processo de produção está bem gerenciado para manter os parâmetros de qualidade dentro dos limites estabelecidos. Todos os valores medidos permanecem dentro dos limites de controle, demonstrando que não há desvios significativos que possam comprometer as características do produto.

### Elementos do Gráfico:

1. **Valores Medidos (linha azul):** Representam os valores reais da consistência do produto ao longo do tempo. Os valores permanecem próximos a **5,0**, demonstrando uniformidade e ausência de variações significativas durante o período analisado.
2. **Média (linha verde tracejada):** A média dos valores é **5,0**, indicando que o comportamento esperado do parâmetro de consistência foi mantido com precisão.





- Limite Superior (linha vermelha tracejada):** Representa o limite máximo aceitável para a consistência, definido como **5,2**. Todos os valores medidos estão abaixo desse limite, reforçando a conformidade do processo.
- Limite Inferior (linha vermelha tracejada):** Representa o limite mínimo aceitável para a consistência, definido como **4,8**. Os valores medidos estão acima desse limite, indicando que o produto não apresentou inconsistências.

#### Interpretação:

- Tendência dos Valores Medidos:** Não há qualquer tendência de aumento ou diminuição nos valores de consistência ao longo do período. Essa estabilidade demonstra um controle preciso sobre as variáveis do processo de fabricação, como formulação, tempo de mistura ou temperatura, que podem afetar diretamente esse parâmetro.
- Análise de Qualidade:** A consistência do produto manteve-se dentro dos limites estabelecidos, indicando que as características desejáveis do produto estão sendo atendidas. Isso contribui positivamente para a uniformidade e aceitação do produto pelos consumidores.
- Ponto Crítico:** Não foram identificados pontos críticos ou valores próximos aos limites de controle. Entretanto, a manutenção desse desempenho requer a continuidade das práticas atuais de controle e monitoramento para evitar possíveis desvios.

Figura 17- Carta de Controle que apresenta a Cor do Cremely  
Carta de Controle - Cor (Cremely)



Fonte: Elaborada pela autora

Na figura de cor analisada, observa-se uma mudança nos valores ao longo do período, indicando uma tendência de aumento na intensidade da cor. Essa variação pode estar associada a alterações no processo de produção, como modificações nos ingredientes ou nas condições operacionais. Embora os valores medidos permaneçam dentro dos limites de controle, o aumento





progressivo da cor sugere a necessidade de investigar possíveis causas para garantir a manutenção de padrões consistentes e evitar desvios futuros.

#### Elementos do Gráfico:

1. **Valores Medidos (linha azul):** Representam os valores reais da intensidade de cor ao longo do tempo. Inicialmente, os valores mantiveram-se em torno de **4,0**, mas a partir de junho, foi observado um aumento significativo, atingindo o valor de **5,0**.
2. **Média (linha verde tracejada):** A média esperada para a cor é de **4,5**, o que representa o parâmetro ideal para o produto. Os valores medidos ultrapassaram a média no final do período, indicando uma tendência de crescimento.
3. **Limite Superior (linha vermelha tracejada):** Representa o limite máximo aceitável para a cor, definido como **6,0**. Os valores permanecem abaixo desse limite, indicando que, apesar da tendência de aumento, os dados ainda estão dentro dos padrões aceitáveis.
4. **Limite Inferior (linha vermelha tracejada):** Representa o limite mínimo aceitável para a cor, definido como **3,0**. Todos os valores estão acima desse limite.

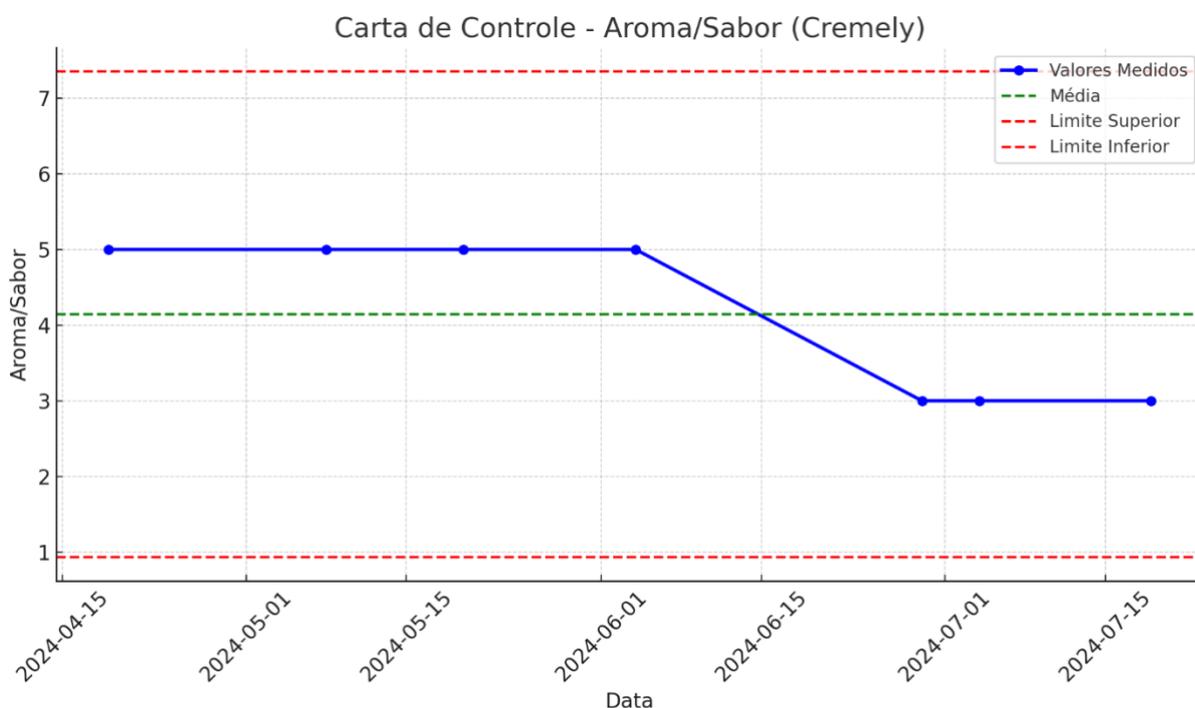
#### Interpretação:

- **Tendência dos Valores Medidos:** A análise mostra uma tendência clara de aumento na intensidade de cor a partir de junho, indicando possíveis alterações no processo ou formulação. Essa variação precisa ser monitorada de perto para evitar que os valores ultrapassem os limites de controle.
- **Análise de Qualidade:** Apesar de os valores permanecerem dentro dos limites, o aumento progressivo da cor pode afetar a uniformidade visual do produto e a percepção de qualidade pelos consumidores. Isso sugere que ajustes no controle de qualidade podem ser necessários.
- **Ponto Crítico:** O valor de **5,0**, medido em julho, está significativamente acima da média esperada, mas ainda dentro dos limites de controle. Este ponto representa um alerta para revisão dos processos que influenciam o parâmetro de cor.





Figura 18- Carta de Controle que apresenta o Aroma/Sabor do Cremely.



Fonte: Elaborada pela autora

Na figura de aroma/sabor analisado, observa-se uma tendência de queda nos valores ao longo do período. Essa variação evidencia uma instabilidade nas características sensoriais do produto, indicando que o processo de produção ou as condições de armazenamento não estão suficientemente controlados para preservar o aroma e o sabor dentro da faixa ideal. Embora os valores medidos inicialmente tenham se mantido estáveis, a redução progressiva demonstra uma perda de qualidade sensorial que pode impactar negativamente a aceitação do produto pelos consumidores. Essa tendência sugere a necessidade de ajustes nos processos de conservação, como controle rigoroso da temperatura e da umidade, para garantir a manutenção das propriedades sensoriais ao longo da vida útil do produto.

1. **Valores Medidos (linha azul):** Os valores de aroma e sabor apresentam uma queda significativa ao longo do período analisado. Inicialmente, mantiveram-se estáveis em níveis altos e dentro dos padrões esperados, mas, posteriormente, começaram a decair. A diminuição para níveis mais baixos reflete uma degradação sensorial do produto.
2. **Média (linha verde tracejada):** Representa o valor médio esperado de 4 para as características de aroma e sabor, considerado ideal para o produto.
3. **Limite Superior (linha vermelha tracejada):** O limite máximo aceitável é 7. Valores acima desse limite indicariam desvios incomuns, possivelmente associados a aromas ou sabores não desejados.
4. **Limite Inferior (linha vermelha tracejada):** O limite mínimo aceitável é 1. Valores próximos a esse limite apontam uma perda severa das características sensoriais, afetando negativamente a aceitação do produto.

#### Interpretação:

- **Tendência dos Valores Medidos:** O gráfico evidencia uma estabilidade inicial das características sensoriais, seguida por uma queda significativa e consistente no aroma e sabor ao longo do tempo. Essa deterioração pode estar





associada a processos de degradação química ou microbiológica do produto, ou ainda a condições inadequadas de armazenamento.

• **Análise de Qualidade:** A redução nos valores de aroma e sabor demonstra uma dificuldade em manter a estabilidade sensorial do produto. A queda para níveis abaixo da média esperada sugere alterações que impactam diretamente na aceitação do queijo pelos consumidores.

• **Impacto no Produto:** A diminuição das características sensoriais pode reduzir a aceitação do produto no mercado, prejudicando sua competitividade. Além disso, pode indicar problemas na formulação ou no processo de conservação.

• **Ações Recomendadas:** É necessário avaliar e ajustar os processos de produção e armazenamento para minimizar a deterioração sensorial ao longo do tempo. Isso pode incluir a otimização das condições de embalagem, controle mais rigoroso da temperatura de conservação e a utilização de aditivos naturais que retardem a degradação das características sensoriais.

## 8. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

A discussão geral do experimento envolve a análise detalhada dos resultados obtidos nas diferentes áreas de monitoramento do queijo, abrangendo aspectos físico-químicos, microbiológicos e sensoriais. A combinação dessas metodologias permitiu avaliar o comportamento do produto ao longo do tempo, identificando variações que impactam a qualidade e segurança do queijo.

### Análise Físico-Química:

#### a) pH do Queijo:

- O acompanhamento do pH revelou uma **acidificação progressiva** ao longo do tempo, conforme esperado devido ao envelhecimento e aos processos de fermentação. A queda do pH indica uma **atividade microbiológica** que afeta a estabilidade do produto. O monitoramento desse parâmetro garante que o queijo permaneça dentro dos **padrões de acidez**, preservando a qualidade sensorial e a segurança alimentar.

#### b) Umidade:

- A umidade apresentou uma **variação não linear**, com uma queda inicial seguida por aumento inesperado. Essa flutuação pode estar associada às condições de armazenamento ou absorção de umidade. O controle da umidade é fundamental para manter a **textura** e evitar problemas de **deterioração microbiológica**.

#### c) Teor de Gordura:

- O teor de gordura variou significativamente, com um pico e uma queda subsequente. Essas oscilações indicam mudanças na composição que podem afetar a **consistência, sabor e aroma** do queijo. O teor de gordura está diretamente ligado à **aceitação sensorial** do produto e precisa ser controlado para garantir uma boa experiência de consumo.

### Análise Microbiológica:

#### a) Coliformes:

- O aumento expressivo de coliformes a partir do dia 13 de maio indica **contaminação microbiológica**. Esse resultado sugere falhas no armazenamento ou no controle de higiene, comprometendo a **segurança alimentar** do queijo e exigindo medidas corretivas.



**b) Estafilococos Coagulase Positivo:**

- A presença elevada de estafilococos coagulase positivo (1.500/g, acima do limite de 500/g) revela uma contaminação severa, que representa risco à saúde do consumidor. A contaminação por estafilococos exige ações imediatas para corrigir o processo de produção e conservação.

**Análise Sensorial:****a) Consistência:**

- A consistência do queijo variou ao longo do tempo, com quedas que indicam **alterações na qualidade**. O monitoramento mostra que o queijo alcançou a consistência ideal em determinados momentos, mas sofreu degradação em outros. Manter a consistência é importante para a **aceitação pelo consumidor**.

**b) Cor:**

- A cor também se deteriorou com o tempo, passando de uma nota 4 para 2, o que sugere **oxidação** ou outras alterações que afetam a aparência do produto. A aparência é um critério importante para a **percepção de qualidade** e pode comprometer a aceitação do queijo.

**c) Aroma e Sabor:**

- O aroma e sabor também se deterioraram, com notas baixando de 3 para 2. Isso indica que o queijo não manteve a qualidade sensorial esperada, possivelmente devido ao envelhecimento e à atividade microbiológica.

**Benefícios Alcançados:**

O uso dessa metodologia permitiu **monitorar as condições do queijo** e identificar variações que poderiam comprometer a qualidade e segurança antes de se tornarem críticas. As análises revelaram áreas que necessitam de **intervenção** e ajustes no processo de produção e armazenamento.

- **Segurança Alimentar:** A análise microbiológica identificou contaminações, permitindo ações corretivas para evitar a distribuição de produtos inseguros.
- **Qualidade Sensorial:** O monitoramento sensorial assegurou que o queijo mantivesse suas características, como **consistência, cor, aroma e sabor**, essenciais para a aceitação do produto.
- **Controle do Processo:** O uso do **Controle Estatístico de Processo (CEP)** possibilitou agir preventivamente, mantendo o produto dentro dos padrões estabelecidos.

**9. CONCLUSÃO**

A conclusão deste trabalho destaca que o objetivo de avaliar a qualidade do queijo ao longo do tempo foi atingido com sucesso por meio da aplicação de análises físico-químicas, microbiológicas e sensoriais. A combinação dessas metodologias permitiu monitorar os principais parâmetros que influenciam a segurança e aceitação do produto, garantindo uma avaliação detalhada do comportamento do queijo durante o período estudado.

Os resultados das análises indicaram variações importantes na acidificação, umidade e teor de gordura, mostrando como esses fatores afetam as características sensoriais e microbiológicas do produto. Além disso, a detecção de coliformes e estafilococos em níveis superiores aos limites aceitáveis revelou falhas no processo





de armazenamento e controle higiênico, ressaltando a importância de ajustes nas práticas de produção para garantir a segurança do consumidor.

Do ponto de vista sensorial, observou-se uma deterioração significativa nos aspectos de consistência, cor, aroma e sabor, o que pode comprometer a aceitação do queijo pelo mercado. Esses resultados destacam a necessidade de uma intervenção no processo de conservação, para assegurar a estabilidade do produto durante toda a sua vida útil.

O estudo trouxe benefícios claros para a indústria ao permitir a identificação precoce de falhas no processo de armazenamento e controle de qualidade, oferecendo uma base sólida para melhorar a segurança alimentar e a qualidade do produto. Além disso, a redução de perdas associadas à produção de queijos fora dos padrões contribui para maior eficiência e competitividade no mercado, ao mesmo tempo em que mantém a satisfação do consumidor.

Do ponto de vista científico, o trabalho contribui com metodologias eficazes de monitoramento para produtos perecíveis, oferecendo insights valiosos para o aprimoramento de técnicas de controle de qualidade e o uso de ferramentas como o Controle Estatístico de Processo (CEP). Além disso, a relação entre os parâmetros físico-químicos, microbiológicos e sensoriais aprofundou o conhecimento sobre a estabilidade e segurança de produtos alimentares, proporcionando uma base sólida para futuras pesquisas e inovações na formulação e conservação de alimentos.

O estudo, neste trabalho, alcançou seu objetivo ao proporcionar uma visão abrangente sobre a qualidade do queijo, identificando pontos de melhoria no processo de produção e conservação, além de oferecer subsídios que beneficiam tanto a indústria quanto a ciência, promovendo avanços na qualidade sensorial e na segurança alimentar.

## REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, M. R., & PEREIRA, L. M. (2018). **Conservação de produtos lácteos: Desafios e soluções tecnológicas**. *Revista Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos*, 42(3), 35-48.
- BRASIL. (2021). **Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Regulamento técnico de identidade e qualidade de produtos lácteos**. Brasília: MAPA.
- COSTA, R. M.; SANTOS, F. J. & ALMEIDA, P. R. A. (2018) **Química sensorial de alimentos: Impactos na percepção do consumidor**. Rio de Janeiro: Ciência Moderna.
- DUTCOSKY, S. D. (2019). **Análise sensorial de alimentos**. 5ª ed. Curitiba: Champagnat.
- FERREIRA, C. G., & OLIVEIRA, A. P. (2019). **Segurança alimentar em laticínios: Controle de qualidade em alimentos perecíveis**. *Jornal de Controle e Segurança Alimentar*, 37(4), 76-89.
- FERNANDES, M. P., LIMA, C. R. (2020). **Tecnologia de produtos lácteos: Teoria e prática**. São Paulo: Livraria Varela.
- FORSYTHE, S. J. (2020). **Microbiologia da segurança dos alimentos**. 2. ed. Porto Alegre: Artmed.
- FOX, P. F.; MC SWEENEY & P. L. H. (2016). **Cheese: Chemistry, physics and microbiology**. 4. ed. London: Academic Press.
- FRANCO, B. D. G. M.; LANDGRAF, M. (2008). **Microbiologia dos alimentos**. 3. ed. São Paulo: Atheneu.
- KELLER, T. & KAUFFMAN, G. (2019). **Estatística aplicada: Métodos e técnicas para a indústria**. 4. ed. São Paulo: Editora Atlas.
- LIMA, C. L.; SILVA, A. P. (*Qualidade e controle de processos em alimentos: Fundamentos e aplicações*). 2. ed. Curitiba: Editora Champagnat.
- MENDONÇA, L. A. & GONÇALVES, F. B. (2021). **Processos de produção e qualidade de derivados lácteos**. 2. ed. Curitiba: EdUFPR.
- MONTGOMERY, Douglas C. **Introdução ao controle estatístico de qualidade**. 8. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2013.
- ROSA, P. D. ET AL. (2022). **Físico-química do leite e derivados: Aspectos tecnológicos e industriais**. 3. ed. São Paulo: Editora Senai.





- SILVA, A. C. & PEREIRA, M. A. (2020). **Análise sensorial e qualidade em alimentos lácteos**. Porto Alegre: Artmed.
- SILVA, L. H., SANTOS, J. V., & BARBOSA, F. C. (2020). **Qualidade microbiológica e físico-química em produtos lácteos: Implicações para a saúde pública**. *Caderno de Segurança Alimentar*, 12(2), 114-129.
- SILVA, N. ET AL. (2020). **Manual de métodos de análise microbiológica de alimentos**. 5. ed. São Paulo: Varela.
- SOUZA, G. M. & CARDOSO, L. C. (2021). **Ciência e tecnologia de queijos: Da produção à análise sensorial**. Salvador: EDUFBA.
- OLIVEIRA, A. C.; PINHEIRO, J. S. & SILVA, D. H. (2019). **Transformações físico-químicas em queijos durante o armazenamento**. São Paulo: Editora Manole.
- WALSTRA, P.; WOUTERS, J. T. M. & GEURTS, T. J. (2006). **Dairy science and technology**. 2. ed. Boca Raton: CRC Press.

