



**UNIVERSIDADE DE UBERABA
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA, PÓS-GRADUAÇÃO E EXTENSÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA QUÍMICA
MESTRADO PROFISSIONAL**

JOÃO ANTONIO COUTINHO VALADÃO

**INVESTIGAÇÃO DE CAUSAS DE CONTAMINAÇÃO EM UMA
PLANTA DE PRODUÇÃO DE MANTEIGA COM AÇÕES
RESOLUTIVAS**

UBERABA, MG

2025

JOÃO ANTONIO COUTINHO VALADÃO

INVESTIGAÇÃO DE CAUSAS DE CONTAMINAÇÃO EM UMA PLANTA DE MANTEIGA COM AÇÕES RESOLUTIVAS

Dissertação apresentada como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Engenharia Química – do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Química - Mestrado Profissional da Universidade de Uberaba (PPGEQ-MP/UNIUBE).

Área de concentração: Desenvolvimento de Processos Industriais

Orientador: Prof^a Dr^a Harielly Marianne Costa Marques

Coorientador: Prof Dr Euclides Antônio Pereira de Lima

UBERABA, MG

2025

V23i

Valadão, João Antonio Coutinho.

Investigação de causas de contaminação em uma planta de produção de manteiga com ações resolutivas / João Antonio Coutinho Valadão. – Uberaba (MG), 2025.

85 f. : il., color.

Dissertação (Mestrado) – Universidade de Uberaba. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Química. Mestrado Profissional. Área de concentração: Desenvolvimento de Processos Químicos Industriais.

Orientadora: Profa. Dra. Harielly Marianne Costa Marques.

Coorientador: Prof. Dr. Euclides Antônio Pereira de Lima.

1. Alimentos – Microbiologia. 2. Manteiga – Contaminação. 3. Higiene industrial. 4. Alimentos – Indústria – Controle de qualidade. I. Marques, Harielly Marianne Costa. II. Lima, Euclides Antônio Pereira de. III. Universidade de Uberaba. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Química. IV. Título.

CDD 664.001579

Tatiane da Silva Viana – Bibliotecária – CRB-6/3171

JOÃO ANTONIO COUTINHO VALADÃO

**INVESTIGAÇÃO DE CAUSAS DE CONTAMINAÇÃO EM UMA PLANTA
DE MANTEIGA COM AÇÕES RESOLUTIVAS**

Dissertação apresentada como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Engenharia Química do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Química - Mestrado Profissional da Universidade de Uberaba (PPGEQ-MP/UNIUBE).

Área de Concentração: Desenvolvimento de Processos Químicos Agroindustriais

Aprovado em: 27/03/2025

BANCA EXAMINADORA:

 Documento assinado digitalmente
HARIELLY MARIANNE COSTA MARQUES
Data: 06/10/2024 17:05:29 (UTC)
Verifique em: <https://validar.id.gov.br>

Prof(a). Dr(a). Harielly Marianne Costa Marques – Orientador(a)
Universidade de Uberaba

 Documento assinado digitalmente
JOSE ROBERTO DELALIBERA FINZER
Data: 12/10/2024 12:47:00 (UTC)
Verifique em: <https://validar.id.gov.br>

Prof(a). Dr(a). José Roberto Delalibera Finzer
Universidade de Uberaba

 Documento assinado digitalmente
MARCIA CRISTINA TEIXEIRA RIBEIRO VIDIGAL
Data: 06/10/2024 14:30:00 (UTC)
Verifique em: <https://validar.id.gov.br>

Prof(a). Dr(a). Márcia Cristina Teixeira Ribeiro Vidigal
Universidade Federal de Viçosa

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho a mim mesmo, pelo meu esforço e empenho.

A minha família, sobretudo minha avó materna e minha mãe, por todo apoio moral e financeiro durante todo o curso e sempre me motivando na execução neste presente trabalho. Essa conquista é coletiva!

Dedico também ao meu pai e minha avó paterna que sempre acompanharam minha trajetória desde criança e me ajudaram a chegar aonde eu cheguei.

AGRADECIMENTOS

Agradeço aos meus pais Raquel e Osmar por sempre se preocuparem e me incentivarem minhas decisões.

A minha avó materna Maria Coutinho por me fornecer todo o apoio emocional e financeiro durante toda minha vida e principalmente no meu mestrado.

Aos meus amigos Rafael, Bernardo e Otávio por me fornecerem estadia em Uberaba nos momentos que eu necessitava para realização do curso.

A minha orientadora Harielly Marques por todo apoio e ensinamentos durante minha pós-graduação.

Ao meu professor José Roberto Finzer pela partilha de conhecimentos durante as matérias do curso.

A todo o corpo docente da UNIUBE que repassaram conteúdos de grande qualidade.

A todos que contribuíram, direta ou indiretamente para a conclusão desta dissertação. Aos órgãos de fomento como a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e à Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG), pelo suporte dado ao desenvolvimento desta dissertação (Processos: MPR-01119-16 e APQ-01203-23).

*“Em algum lugar, alguma coisa incrível
está esperando para ser
descoberta”*

Carl Sagan

RESUMO

A contaminação microbiológica em produtos lácteos representa um desafio significativo para a indústria alimentícia, comprometendo a segurança do consumidor e gerando prejuízos econômicos. Diante disso o presente trabalho teve como objetivo detectar a contaminação do produto manteiga em uma planta de produção e depois investigar e explicar as possíveis causas. Como metodologia foi-se acompanhado processo em uma planta de manteiga utilizada para o mapeamento fica localizada no município de Sacramento – MG, avaliando-se os resultados microbiológicos obrigatórios para liberação do produto, posteriormente com identificação de produtos fora do padrão foi efetuado uma análise *in loco* com objetivo de detectar o problema com posterior aplicação de medidas corretivas. A análise detalhada dos resultados microbiológicos permitiu identificar os principais contaminantes coliformes totais, coliformes termotolerantes, *Escherichia coli*, bolores e leveduras e a avaliação minuciosa dos pontos críticos do processo produtivo apontou áreas sensíveis, nas datas 12/03/2024, 15/03/2024 e 27/03/2024, com inspeção *in loco* revelando acúmulo de biofilmes, resíduos orgânicos em tubulações e ineficiência no sistema de limpeza CIP (*Clean In Place*), agravada por pontos de oxidação e rebarbas nos equipamentos.. A implementação de melhorias no sistema de higienização e nas condições da água com a pasteurização desta, demonstrou resultados positivos, com as contaminações sendo zeradas a partir de 04/05/2024 e 07/05/2024. Sendo essas mudanças consideradas as principais ações resolutivas. Diante dessas informações, foram implementadas medidas corretivas, incluindo a manutenção e substituição de componentes do sistema CIP, aperfeiçoamento dos parâmetros de limpeza e implementando a pasteurização de água para lavagem da manteiga. Após a adoção dessas ações, as contaminações foram sendo zeradas a partir de 04/05/2024 e 07/05/2024 e indicaram uma redução significativa na carga microbiana, com ausência de coliformes termotolerantes e *E. coli*, além da diminuição na contagem de bolores e leveduras. Conclui-se que a contaminação estava associada a deficiências no projeto higiênico, nos procedimentos de sanitização e devido a qualidade da água da unidade industrial, reforçando a necessidade de manutenção preventiva, monitoramento contínuo e aplicação rigorosa das Boas Práticas de Fabricação para garantir a segurança e qualidade dos produtos lácteos.

Palavras-chave: *Clean in place*, desenho sanitário, pasteurização, soluções de limpeza.

ABSTRACT

Microbiological contamination in dairy products poses a significant challenge to the food industry, compromising consumer safety and resulting in economic losses. In this context, the present study aimed to detect contamination in butter produced in a processing plant and to investigate and explain its possible causes. As a methodology, the butter production process was monitored at a facility located in the municipality of Sacramento, Minas Gerais, Brazil. Mandatory microbiological tests required for product release were evaluated. Upon identifying non-compliant samples, an on-site investigation was conducted to determine the source of contamination and to implement corrective measures. A detailed analysis of the microbiological results identified key contaminants, including total coliforms, thermotolerant coliforms, *Escherichia coli*, molds, and yeasts. A thorough evaluation of the production process revealed critical control points on March 12, 15, and 27, 2024. On-site inspections uncovered the presence of biofilm buildup, organic residues in the pipelines, and inefficiencies in the Clean-in-Place (CIP) system, exacerbated by equipment oxidation and burrs. Improvements in the cleaning system and water quality, including the implementation of water pasteurization, led to positive outcomes, with contamination levels reduced to zero as of May 4 and May 7, 2024. These changes were identified as key corrective actions. Measures such as the maintenance and replacement of CIP system components, optimization of cleaning parameters, and the introduction of water pasteurization for butter washing were implemented. After these interventions, microbial contamination was eliminated, with the absence of thermotolerant coliforms and *E. coli*, and a significant reduction in mold and yeast counts. It was concluded that the contamination was primarily associated with deficiencies in hygienic design, sanitization procedures, and water quality within the facility. These findings underscore the importance of preventive maintenance, continuous monitoring, and strict adherence to Good Manufacturing Practices (GMP) to ensure the safety and quality of dairy products.

Keywords: Clean in place, sanitary design, pasteurization, cleaning solutions.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Representação do ciclo de Sinner.....	25
Figura 2 - Três cenários diferentes para higienização em objetos. Com as devidas variações de parâmetros no Ciclo de Sinner.....	28
Figura 3 - Sistema CIP de uso único.....	29
Figura 4 - Sistema CIP de recuperação parcial.....	30
Figura 5 - Sistema CIP de recuperação total.....	31
Figura 6 - Sistema CIP de maneira mais simplificada com ácido, soda, água recuperada e água potável.....	32
Figura 7 - Exemplo de soldaduras higiênicas e não higiênicas.....	34
Figura 8 - Desenho de tanque com drenabilidade higiênica e não higiênica.....	34
Figura 9 - Desenho de tubulação com drenabilidade higiênica e não higiênica.....	35
Figura 10 - Reduções de tubulações que não favorecem e que favorecem a drenabilidade.....	35
Figura 11 - Detalhe do ponto morto existente nas conexões com mangueira.....	36
Figura 12 - Válvula não higiênica esférica e higiênica borboleta.....	36
Figura 13 - Tipos de aspersores.....	37
Figura 14 - Da esquerda para direita: Spray ball estático, pulverizador giratório, cabeça de jato rotativo.....	37
Figura 15 - Fluxograma de processo de validação geral de limpeza.....	38
Figura 16 - Centrífuga desnatadeira para padronização de gordura.....	40
Figura 17 - Silo de creme pasteurizado utilizado para o processo da manteiga. Chamado de “Silo 5”.....	41
Figura 18 - Silo de creme pasteurizado utilizado para o processo de manteiga. Chamado de “Silo 6”. A frente, encontra-se a placa de fluxo dos silos 5 e 6.....	41
Figura 19 - Pasteurizador de creme.....	42
Figura 20 - Sistema de resfriamento de creme na saída do pasteurizador.....	42
Figura 21 - Linha de entrada de água da utilidades para a batedeira (sistema de lavagem).....	43
Figura 22 - Batedeira de Manteiga	44
Figura 23 - Bomba de envio da batedeira para manteiga.....	45
Figura 24 - Filtro antes dos funis de envase.....	45
Figura 25 - Funis de envase	46
Figura 26 - Máquina envasadora de pote.....	46

Figura 27 - Máquina envase de manteiga de 5 kg.....	47
Figura 28 - Sistema completo da planta de produção de manteiga.....	47
Figura 29 - Conjunto da Central CIP.....	49
Figura 30 - Tanque de água potável da central CIP.....	49
Figura 31 - Tanque de água recuperada da Central CIP	50
Figura 32 - Tanque de solução alcalina diluída da Central CIP.....	50
Figura 33 - Tanque de ácido diluído da Central CIP.....	51
Figura 34 - Três bombas de avanço de solução da Central CIP que distribuem para três plantas (Manteiga, Cream Cheese, Sem uso).....	51
Figura 35 - Sistema de filtros antes do retorno de solução para os tanques.....	52
Figura 36 - Supervisório de CIP.....	52
Figura 37 - Ponto identificado de presença de oxidação.....	64
Figura 38 - Presença de oxidação na linha, antes da entrada do trocador.....	64
Figura 39 - Ponto identificado de presença de rebarba.....	65
Figura 40 - Presença de rebarba no trocador de calor de resfriamento de água.....	66
Figura 41 - Identificação das pás de agitação do funil de 5kg.....	67
Figura 42 - Sujidades pás de agitação no tanque de envase.....	67
Figura 43 - Identificação de Spray Balls de ambos os tanques de envase.....	68
Figura 44 - Luz passando pelo Spray Balls para verificação de entupimento	68
Figura 45 - Residual orgânico nas conexões entre remessas.....	69
Figura 46 - Residual orgânico no tanque de água recuperada da Central CIP.....	70
Figura 47 - Residual orgânico no tanque de solução alcalina na Central CIP.....	70
Figura 48 - Nova pá de agitação móvel.....	71
Figura 49 - Tanque sem a pá móvel.....	71
Figura 50 - Tubulação vedada e limpa entre remessas.....	72
Figura 51 - Tanque de solução e bomba de CIP <i>in loco</i>	73
Figura 52 - “Silo 8”, utilizado para armazenar água para lavar a manteiga.....	74

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Critérios estabelecidos na Portaria Nº 146 de 07 de março de 1996 para aspecto microbiológico na manteiga.....	23
Tabela 2 - Tabela de controle de temperatura de limpeza para veículos e equipamentos para uma indústria láctea.....	27
Tabela 3 - Requisitos para liberação de lotes de manteiga.....	53
Tabela 4 - Metodologias para análise de cada microrganismo.....	54
Tabela 5 - Metodologias de análise para água para cada microrganismo.....	55
Tabela 6 - Resultados microbiológicos de creme para Manteiga Comum 5 kg na data 15/03/2024.....	56
Tabela 7 - Resultados microbiológicos de creme para Manteiga Comum 5 kg e Manteiga 200g sem sal na data 27/03/2024	57
Tabela 8 - Resultados microbiológicos Manteiga 200g com sal na data 12/03/2024.	58
Tabela 9 - Resultados microbiológicos para todos os tipos de manteiga em diferentes datas baseados na Portaria Nº 146 de 07 de março de 1996.....	59
Tabela 10 - Resultados microbiológicos Manteiga sem sal 5 kg na data 15/03/2024.	60
Tabela 11 - Resultados microbiológicos Manteiga sem sal pote de 200g na data 15/03/2024...61	
Tabela 12 - Resultados microbiológicos água para a manteiga nas datas 12/03/2024, 15/03/2024, 27/03/2024 para todos os lotes que foram identificados contagem.....	62
Tabela 13 - Resultados microbiológicos gerais da fábrica nos meses de Janeiro e Fevereiro de 2024.....	63
Tabela 14 – Controle Microbiológico de manteiga pote com sal – 200 g.....	63
Tabela 15 - Resultados microbiológicos Manteiga sem sal de 5 kg data 04/05/2024.....	75
Tabela 16 - Resultados microbiológicos Manteiga com sal pote 200g data 07/05/2024.....	76
Tabela 17 - Resultados microbiológicos Manteiga sem sal pote 200g data 08/05/2024.....	77
Tabela 18 - Resultados microbiológicos água pasteurizada. Data 04, 07 e 08 de maio de 2024.....	77

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

RIISPOA	Regulamento de Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal.
MAPA	Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
PVC	Policloreto de vinila
<i>Escherichia coli</i>	<i>E. coli</i>
ANVISA	Agência Nacional de Vigilância Sanitária
BPA	Boas Práticas Agropecuárias
BPF	Boas Práticas de Fabricação
APPCC	Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle
PCC	Ponto Crítico de Controle
PC	Ponto de Controle
CIP	<i>Clean In Place</i>
ST	Sólidos totais
°D	Dornic
CMP	Valor Máximo Permitido

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	13
2. OBJETIVO GERAL	15
2.1. Objetivos específicos	15
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	16
3.1 Leite.....	16
3.2 Derivados lácteos	17
3.3 Manteiga.....	18
3.3.1 Regulamento técnico de identidade e qualidade da Manteiga.....	18
3.3.2 Processo de fabricação manteiga.....	18
3.4 Principais contaminantes da manteiga	20
3.4.1 Coliformes totais, coliformes termotolerante e <i>Escherichia coli</i>	20
3.4.2 Bolores e leveduras	21
3.4.3 <i>Salmonella</i>	22
3.5 Padrões microbiológicos legislação	23
3.6 Boas práticas de fabricação	23
3.7 Ciclo de Sinner.....	24
3.7.1 Ação química	25
3.7.1.1 Detergentes e Hidróxido de Sódio.....	25
3.7.1.2 Ácidos inorgânicos.....	26
3.7.1.2 Ácido peracético.....	26
3.7.2 Temperatura	27
3.7.3 Força mecânica.....	27
3.7.4 Tempo	28
3.8 Central CIP	28
3.9 Etapas de limpeza CIP.....	32
3.10 Desenho higiênico	33
3.11 Aspersores	36
3.12 Validação de limpeza	37
4. MATERIAL E MÉTODOS	39
4.1 Caracterização do local	39
4.2 Caracterização da planta de padronização de creme	39
4.3 Caracterização da planta da manteiga	42

4.4 Caracterização da Central CIP	47
4.4 Análises de liberação manteiga e monitoramento de creme	52
3.5 Análises microbiológicas água.....	54
4.6 Mapeamento da higienização e de possíveis causas de contaminação.....	55
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	56
5.1 Resultados microbiológicos setor de creme	56
4.2 Resultados microbiológicos setor de manteiga	58
4.3 Resultados microbiológicos água.....	62
4.4 Endoscopia de linha e investigação de falhas de processo.....	63
4.5 Mapeamento Central CIP	69
4.6 Ações realizadas.....	70
4.7 Novos resultados microbiológicos	74
6. CONCLUSÃO	78
7. REFERÊNCIAS	79

1. INTRODUÇÃO

O leite é uma das commodities agropecuárias mais importantes do mundo, estando entre os cinco produtos mais comercializados, tanto em volume quanto em valor (GDP, 2017; CHEN, MORADI, & HORT, 2024). Ele apresenta importância econômica como fonte de renda e sobrevivência para grande parte da população mundial, além de ser uma fonte vital de nutrição (SIQUEIRA, 2019; CHIKHA, & FAYE, 2025).

Segundo Da Rocha (2024), a indústria de laticínios do Brasil movimentou cerca de R\$ 103,5 bilhões em 2023, representando aproximadamente 8% do valor bruto da produção agropecuária do país. É um dos maiores segmentos da agroindústria brasileira, sendo dominada por grandes cooperativas e empresas nacionais e multinacionais. O mercado interno é o principal destino da produção, com destaque para leite UHT, queijos e leite em pó, embora as exportações também estejam crescendo, especialmente para países da América do Sul, África e Ásia. Apesar da alta relevância econômica, o setor enfrenta desafios como a volatilidade de preços, custos de produção elevados e a necessidade de maior agregação de valor aos produtos. A produção de leite evoluiu de 32,1 bilhões de litros no ano de 2011 para 34,6 bilhões em 2024, incremento de produção ao redor de 8% (ANDRADE et al., 2023; DA ROCHA et al., 2024).

Um estudo conduzido por Andrade et al. (2023) apresentou uma densidade de produção superior a 100.000 litros/km² em Minas Gerais com um crescimento significativo na última década passando de 1382 litros/cabeça/ano em 2011 para 2214 litros/cabeça/ano em 2024, consolidando-se como uma das principais macrobacias leiteiras do Brasil. O estado, junto com o Sul do país, tem se destacado na adoção de novas tecnologias, resultando em um aumento expressivo da produtividade leiteira. Dentre as cidades de Minas Gerais, encontra-se a cidade de Sacramento, onde se encontra o laticínio objeto deste presente estudo.

O leite também possui diversos derivados. Dentre os produtos lácteos mais consumidos destacam-se, nesta ordem: lácteos frescos (inclui leite fluido, iogurte etc.), manteiga, queijos e leite em pó. No consumo de manteiga destacam-se: Nova Zelândia, Belarus, Austrália, União Europeia e Índia (SIQUEIRA, 2019). No Brasil em um estudo realizado por Nogueira (2022), a manteiga se destacou como o quinto produto lácteo mais consumido no país.

Os produtos lácteos são alimentos suscetíveis a contaminação devido a sua riqueza de nutrientes sendo substrato para o desenvolvimento microbiológico. Produtos como a manteiga são ricos em matéria orgânica e são ainda mais sensíveis a contaminação. Os coliformes totais, coliformes termotolerante, *Escherichia Coli* e *Salmonella* são os principais microrganismos que a legislação demonstra preocupação. Além deles, bolores e leveduras também são importante

indicadores de qualidade do produto devido a rejeição do consumidor pelas mudanças no aspecto sensorial (FRANCO E LANDGRAF, 2005).

Falhas no controle de qualidade, tanto da matéria-prima quanto durante o processamento e armazenamento, podem comprometer a qualidade do produto final e representar um risco de infecções e intoxicações para os consumidores. A ingestão de produtos lácteos contaminados por patógenos pode causar sérios problemas de saúde. Nos últimos anos, diversos surtos foram registrados em decorrência do consumo de derivados lácteos contaminados (COLAK et al., 2008; SEBASTIANSKI et al., 2022). Além dos impactos na saúde pública, essa contaminação acarreta prejuízos para a indústria, gerando perdas econômicas significativas (FEITOSA et al., 2003).

Ali & Fisher (2005), avaliaram a aplicação do sistema HACCP na produção de creme e manteiga a granel, com foco na identificação e controle de pontos críticos de contaminação. A implementação resultou em melhorias na segurança microbiológica dos produtos, mantendo os parâmetros dentro dos limites recomendados. A adoção do sistema foi eficaz na prevenção de contaminações e na elevação da qualidade do processo produtivo.

Dessa forma, o processamento de alimentos deve considerar o potencial de desenvolvimento e multiplicação de microrganismos patogênicos e deteriorantes. Para garantir a segurança do produto tanto após o processamento quanto ao longo de sua vida útil, é essencial adotar práticas rigorosas de controle sanitário, incluindo a higienização adequada de equipamentos e instalações, a aplicação de temperaturas e tempos corretos de processamento térmico, além do monitoramento contínuo das condições de armazenamento. A implementação de sistemas de controle de qualidade também é fundamental para minimizar os riscos e assegurar a entrega de um alimento seguro ao consumidor (BAPTISTA et al., 2003).

2. OBJETIVO GERAL

Investigar as causas da contaminação microbiológica em manteiga durante o processo produtivo, implementar medidas corretivas e avaliar a eficácia das ações propostas na redução dos índices de contaminação.

2.1. Objetivos específicos

- Avaliar a qualidade microbiológica das manteigas quanto a coliformes totais, coliformes termotolerantes, *Escherichia coli*, bolores e leveduras;
- Avaliar os pontos críticos do processo produtivo que podem estar contribuindo para a contaminação;
- Mapear as condições higiênico-sanitárias do setor de produção;
- Implementar melhorias no sistema de higienização e na qualidade da água de processo;
- Monitorar os efeitos das ações implementadas e validar a redução da contaminação na manteiga e na água utilizada na produção.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 Leite

Segundo o Decreto nº9.013, de 29 de março de 2007 do Regulamento de Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal (RIISPOA): Leite é o produto secretado pela glândula mamária de fêmeas sadias, saudáveis, e que não apresenta anomalias ou alterações em seu aspecto físico, sendo destinado ao consumo humano ou para a industrialização de produtos alimentares (BRASIL, 2007; BRASIL, 2017).

O leite fresco possui um sabor levemente adocicado e agradável, devido essencialmente a alta quantidade de lactose. Possui odor suave, levemente ácido. A cor característica do leite (branco-amarelada opaca) é devido principalmente à dispersão da luz pelas micelas de caseína. Deve ter o aspecto líquido, homogêneo, formando uma camada de gordura na superfície quando deixado em repouso (VENTURINI, 2007; CHIKHA, & FAYE, 2025).

O leite é composto de água e é nessa porção que encontram disponibilizados os componentes sólidos, denominados sólidos totais (ST). Os sólidos totais são constituídos de proteínas, gordura, lipídios, lactose e sais. O teor de gordura no leite é em média 3,5%. A quantidade de gordura é variável de acordo com alimentação, sanidade, idade e raça do animal (VENTURINI, 2007; CHIKHA, & FAYE, 2025; PROSSER, 2021).

A acidez do leite fresco varia de 0,12 a 0,23% em ácido láctico. O leite possui acidez natural que varia de 14 a 16° Dornic (um grau Dornic corresponde a 0,001 g de ácido láctico contido em 10 mL de leite, a 0,01% de ácido láctico (g ácido láctico/100 g leite)) e com o desenvolvimento bacteriano, a lactose é transformada em ácido láctico. O crescimento excessivo de bactérias pode elevar acidez a níveis elevados até 18°D impedindo a recepção e processamento do leite (VENTURINI, 2007; CHIKHA, & FAYE, 2025).

O pH do leite recém ordenhado de uma vaca sã pode variar entre 6,4 a 6,8, e também pode ser um indicador da qualidade sanitária e da estabilidade térmica do leite. Nos casos graves de mastite, o pH pode chegar a 7,5 e na presença de colostro, pode cair a 6,0 (VENTURINI, 2007; PROSSER, 2021).

A densidade do leite é uma relação entre seu peso e volume e é normalmente medida a 15°C ou corrigida para essa temperatura. A densidade do leite é, em média, 1,032 g/mL, podendo variar entre 1,023 e 1,040 g/mL (VENTURINI, 2007; PROSSER, 2021).

3.2 Derivados lácteos

O leite é um dos produtos mais versáteis da agroindústria de alimentos. Além de ser consumido na sua forma original, ele também pode ser transformado em diversos tipos de produtos, que variam desde alimentos salgados como os diferentes tipos de queijos e manteiga até alimentos considerados sobremesas como iogurte, bebida láctea, leite condensado, leite fermentado e doce de leite. Servem tanto como refeição principal (caso do leite UHT) quanto como ingrediente de receitas, como o leite em pó ou creme de leite. Com isso, a sua aplicação como ingrediente em outros produtos da agroindústria de alimentos e culinária de um modo geral, é bem abrangente (SIQUEIRA, 2019).

Segundo a Portaria Nº 146 de 07 de março de 1996 do Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA), entende-se por queijo o produto fresco ou maturado que se obtém por separação parcial do soro do leite ou leite reconstituído (integral, parcial ou totalmente desnatado), ou de soros lácteos, coagulados pela ação física do coalho, de enzimas específicas, de bactéria específica, de ácido orgânicos, isolados ou combinados, todos de qualidade apta para uso alimentar, com ou sem agregação de substâncias alimentícias e/ou especiarias e/ou condimentos, aditivos especificamente indicados, substâncias aromatizantes e matérias corantes (BRASIL, 1996).

O queijo é um concentrado lácteo constituído de proteínas, lipídios, carboidratos, sais minerais, cálcio, fósforo e vitaminas, entre elas A e B. É um dos alimentos mais nutritivos que se conhece: um queijo com 48% de gordura contém cerca de 23-25% de proteína o que significa que, em termos de valor protéico, 210 g desse produto equivalem a 300 g de carne. No caso de queijos que necessitam de maturação, esta pode ser feita antes ou após a embalagem; em alguns casos, o queijo é deixado maturar por um certo período depois do qual é embalado e levado para completar a maturação (PERRY, 2004).

Além dos queijos, pode-se citar derivados lácteos cremosos que são produtos obtidos do leite, com textura macia e cremosa, geralmente preparados em processos como fermentação, emulsificação, ou adição de espessantes e estabilizantes. Esses produtos incluem iogurtes, *cream cheese*, requeijão, manteigas, cremes de leite, requeijões, entre outros (FOX & MCSWEENEY, 2017).

A Instrução Normativa Nº71 de julho de 2020 do Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA) fixa a identidade e os requisitos de qualidade que deve atender o queijo cremoso ou *cream cheese*. Considere-se o produto obtido a partir do leite pasteurizado, podendo opcionalmente ser adicionado de derivados lácteos e substâncias alimentícias previstas neste

Regulamento, submetido à fermentação, aquecimento, homogeneização e refrigeração, podendo contemplar outras etapas tecnologicamente adequadas (BRASIL, 2020).

Segundo a Portaria N°359, de 04 de setembro de 1997, entende-se por Requeijão ou *Requesón* (agora apenas chamado de Requeijão) o produto obtido pela fusão da massa coalhada, cozida ou não, dessorada e lavada, obtida por coagulação ácida e/ou enzimática do leite opcionalmente adicionada de creme de leite e/ou manteiga e/ou gordura anidra de leite ou *butter oil*. O produto poderá estar adicionado de condimentos, especiarias e/ou outras substâncias alimentícias (BRASIL, 1997).

3.3 Manteiga

3.3.1 Regulamento técnico de identidade e qualidade da Manteiga

Segundo a Portaria N° 146 de 07 de março de 1996 do Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA), a manteiga é o produto gorduroso obtido exclusivamente pela bateção e malaxagem, com ou sem modificação biológica de creme pasteurizado derivado exclusivamente do leite de vaca. A matéria gorda da manteiga deverá estar composta exclusivamente de gordura láctea (BRASIL, 1996).

Seus aspectos sensoriais devem ter consistência sólida, pastosa à temperatura de 20°C, de textura lisa uniforme, untosa, com distribuição uniforme de água (umidade). Sua cor deve se apresentar como sem manchas ou pontos de outra coloração e sabor suave, característico, aroma delicado, sem odor e sabor estranho (BRASIL, 1996).

Em relação ao seu acondicionamento, o produto deve ser envasado com materiais adequados para as condições e armazenamento sob refrigeração (0-4°C) que confirmem proteção apropriada contra contaminação (BRASIL, 1996).

3.3.2 Processo de fabricação manteiga

Segunda a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) (BRASIL, 2021), o processo da fabricação da manteiga possui oito etapas. Preparo do creme, Tratamento do creme, Batedura, Lavagem da manteiga, Salga da manteiga, Malaxagem, Embalagem, Armazenamento.

- Preparo do creme: O creme é a matéria-prima utilizada na produção da manteiga, e é obtido com a operação de desnat. Esta operação pode ser feita naturalmente, quando o leite é

deixado em repouso durante aproximadamente 24 horas, ou mecanicamente. A principal desvantagem do desnate natural é o longo tempo para a obtenção do creme, favorecendo o desenvolvimento de microrganismos que prejudicam o sabor e aroma da manteiga, e o baixo rendimento em comparação ao desnate mecânico. O desnate mecânico é realizado com o uso de desnatadeiras, para obter-se um creme doce e fresco, com maior rapidez.

Após o desnate, o creme é filtrado para eliminar sujidades, como pelos, que além de prejudicar a aparência do produto também são fontes de microrganismos. Para esta operação utiliza-se uma peneira de malhas finas (0,5 mm).

Se a fabricação da manteiga for realizada logo após o desnate, dará origem a um produto doce, de curta durabilidade.

- Tratamento do creme: Para a obtenção de um produto com melhor qualidade e conservação, deve ser realizado o tratamento do creme, que inclui estocagem, padronização, neutralização, pasteurização, resfriamento e maturação.

Se for necessário o armazenamento do creme, este deve ser feito à temperatura de refrigeração (entre 2 e 6°C), para evitar o desenvolvimento de microrganismos.

A padronização do creme é realizada com água ou leite desnatado para que este apresente de 35 a 40% de gordura, fator este importante para a etapa de batidura. Acima desta quantidade, haverá perda de gordura no leitelho. Se a quantidade de gordura for menor, haverá uso do equipamento abaixo de sua capacidade total.

O valor ideal de acidez do creme está entre 15 a 20°D. Se estiver acima de 20°D, faz-se necessária a neutralização, através da adição de bicarbonato de sódio, ou carbonato de sódio ou hidróxido de cálcio. O creme ácido pode provocar o aparecimento de gosto de queimado na pasteurização e formar uma manteiga oleosa, sem consistência, sem aroma e com sabor de peixe.

A pasteurização é feita elevando-se a temperatura do creme até 75-80°C durante 10-15 segundos, fazendo-se em seguida, o seu resfriamento. Se não for realizada a etapa de maturação do creme, o resfriamento é feito entre 8 a 13°C. Se houver maturação, o creme deverá ser resfriado até 20°C.

A maturação aprimora a qualidade sensorial da manteiga. Pode ser natural quando o creme não é pasteurizado, o que impede a obtenção de uma manteiga padronizada. O processo artificial é feita com adição de microrganismos específicos que promovem a maturação, desenvolvendo a acidez, sabor e aroma. A adição destes microrganismos deve ser na proporção de 3% em relação a massa do creme.

- Batedura: Após a maturação, o creme deve ser resfriado antes de iniciar a etapa de batedura. Esta etapa é realizada em batedeira com temperatura na faixa de 8 a 13°C. A batedura visa a união dos glóbulos de gordura, formando os grãos de manteiga, havendo também a separação da fase líquida (leitelho).

- Lavagem da manteiga: Esta etapa é realizada no mínimo duas vezes e é necessária para que se promova a retirada de resíduos de leitelho. É feita dentro da própria batedeira e inicia-se com adição de água à temperatura inicial de 8°C e de 4°C ao final do processo, para não promover o amolecimento da manteiga.

- Salga da manteiga: Esta é uma etapa opcional, mas apresenta as vantagens de conferir melhor sabor à manteiga e de também ajudar na conservação. A quantidade de sal a acrescentar varia entre 2 a 6%, pois depende da classificação da manteiga.

- Malaxagem: nesta etapa, os grãos de manteiga são amassados à temperatura de 12 a 14°C até formar uma massa homogênea e elástica, retirando-se o excesso de água. O término é definido quando a massa da manteiga se apresenta uniforme, sem cavidades.

- Embalagem: Se o consumo for rápido, pode-se utilizar papel. Para maiores períodos de armazenamento, utiliza-se plástico (policloreto de vinila - PVC, polietileno) e latas de alumínio.

- Armazenamento: Se a manteiga for consumida rapidamente, pode ficar na geladeira. Caso o armazenamento seja prolongado, é recomendável que este seja realizado às temperaturas entre -10 e -15°C por até 1 (uma) semana.

3.4 Principais contaminantes da manteiga

3.4.1 Coliformes totais, coliformes termotolerante e *Escherichia coli*

Os coliformes totais e termotolerantes são considerados os principais indicadores microbiológicos associados a qualidade sanitária, especialmente em termos de contaminação fecal. Os coliformes totais abrangem um amplo grupo de microrganismos, tais como *E. coli*, *Enterobacter*, *Citrobacter*, entre outros. A diferença entre os totais e termotolerantes é que os totais totalizam um grupo bactérias com características metabólicas como a fermentação de lactose em temperatura na faixa de 35°C. Já os termotolerantes são predominantes do trato intestinal de animais de sangue quente e são capazes de sobreviver em temperaturas mais altas

(em torno de 44,5°C), sendo a *E. coli* um dos principais microrganismos termotolerantes associado e considerado o melhor indicador de poluição fecal (TORTORA, 2016).

E. coli é um anaeróbico facultativo não patogênico predominante do intestino humano. Algumas cepas, no entanto, desenvolveram a capacidade de causar doenças do sistema gastrointestinal, urinário ou nervoso central, mesmo nos hospedeiros humanos mais robustos. Geralmente permanece inofensivamente confinada ao lúmen intestinal; entretanto, no hospedeiro debilitado ou imunossuprimido, ou quando as barreiras gastrointestinais são violadas, até mesmo cepas normais “não patogênicas” de *E. coli* podem causar infecção (NATARO, 1998).

Por fim, os coliformes totais são encontrados naturalmente no meio ambiente como solo, água e dejetos humanos e de animais. Essa presença por si só, não implica que a água esteja comprometida. Contudo, indica a presença de potenciais patogênicos (TORTORA, 2016).

No Brasil, segundo a Instrução Normativa nº 60/2019 do MAPA, a manteiga pronta para consumo deve estar livre de *Salmonella* spp. e *Listeria monocytogenes* em 25 g, e apresentar no máximo 3×10^2 UFC/g de coliformes termotolerantes, 10^3 UFC/g de *Staphylococcus coagulase* positiva e 10^3 UFC/g de bolores e leveduras. Esses limites visam garantir a segurança do produto para o consumidor (BRASIL, 2019).

3.4.2 Bolores e leveduras

Os Bolores e leveduras são grupos microbianos capazes de crescer em condições adversas, como em baixas temperaturas e em ambientes com baixo teor de água. A presença desses grupos em alimentos pode resultar em danos sensoriais, como odor e danos visuais que podem comprometer a aceitabilidade do produto. Essas alterações, em geral, incluem descoloração, textura alterada, odores e sabores anômalos, o que torna o produto impróprio para consumo (JAY, 1992; ROBINSON & TAMIME, 2002).

Ademais, embora não sejam os principais patógenos de produtos lácteos, bolores e leveduras podem produzir micotoxinas em condições específicas, o que apresenta risco para saúde humana. Essas toxinas, como aflatoxina são carcinogênicas e podem estar presente em produtos lácteos (PITT & HOCKING, 1997; JIANG et al., 2021).

A análise de bolores e leveduras permitem controlar melhor a produção e o armazenamento de produtos lácteos, visto que, a identificação de presença pode auxiliar no

aumento de vida útil do produto com ações relacionadas a conservação, gerando vantagem econômica para produtores e fornecedores (VARNAM & SUTHERLAND, 2001).

3.4.3 *Salmonella*

O gênero *Salmonella* se destaca, sendo o agente causador das febres tifóide e paratifóide e de salmoneloses em humanos. Na literatura, são reportados diversos estudos indicando a presença de *Salmonella* em produtos lácteos, especialmente em leite e diversos tipos de queijo, em diversos estados e regiões do país (RAMOS, 2021).

Salmonella é um gênero de bactérias Gram-negativas, em forma de bastonete, que pertence à família *Enterobacteriaceae*. Estas bactérias são capazes de formar ácidos e, na maioria das vezes, gás a partir da glicose. Por serem microrganismos aeróbios facultativos, tendem a crescer com ou sem a presença de oxigênio e podem sobreviver em temperaturas entre 5 e 47°C, sendo completamente eliminadas em temperaturas de cocção, acima de 70°C (PUI, 2011).

A principal via de transmissão das salmonelas ocorre através da cadeia alimentar, pois a bactéria está presente em animais criados para fins comerciais. As infecções ocasionadas por *Salmonella* sp. ocorrem através do consumo de água ou alimentos contaminados, especialmente produtos de origem animal, como ovos, leite, carne ou ainda, vegetais que tenham sido irrigados com água contaminada ou fertilizados com estrume contendo o patógeno. Além disso, a falta de higiene na manipulação dos alimentos também pode carrear a bactéria (WHO, 2021).

Geralmente, no caso de produtos lácteos, *Salmonella* pode ser transmitida aos humanos através do consumo, em especial, de leite cru ou insuficientemente pasteurizado e de queijos fabricados com leite contaminado (AHMED & SHIMAMOTO, 2014; CANCINO-PADILLA *et al.*, 2017). Esta contaminação do leite cru é proveniente de várias fontes, tais como a pele ou as fezes do animal produtor, úbere infectado, insetos e até mesmo dos equipamentos utilizados na ordenha (OMAR *et al.*, 2018).

De acordo com a Instrução Normativa nº 60, de dezembro de 2019 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) (BRASIL, 2019), os padrões microbiológicos para produtos lácteos preconizam a ausência de qualquer sorotipo de *Salmonella* spp. em 25 g do alimento. Ainda assim, não é incomum se verificar a presença dessa bactéria em produtos lácteos comercializados e consumidos no Brasil (BRASIL, 2019).

3.5 Padrões microbiológicos legislação

Os padrões microbiológicos estabelecidos por Brasil (1996) para a manteiga seguem os parâmetros descritos na Tabela 1:

Tabela 1: Critérios estabelecidos na Portaria Nº 146 de 07 de março de 1996 para aspecto microbiológico na manteiga.

Microrganismos	Critério de Aceitação	Categoria I.C.M.S.F.	Métodos de Análises
Coliformes Totais/g	n=5 c=2 m=10 M=100	5	FIL 73A: 1985
Coliformes Totais/g (a 45°C)	m=5 c=2 m<3 M=10	5	APHA(*) 1992 cap. 24
Salmonela sp/25g	n=5 c=0 m=0	10	FIL 93A: 1985
<i>Estafilococcus cog.</i> pos/g	n=5 c=1 m=10 M=100	8	FIL 145: 1990

n=número de amostras, m= valor aceitável máximo para a maioria das amostras, m= 0 (sem valor máximo aceitável) M=valor máximo permitido para qualquer amostra, c=número máximo de amostras permitidas entre m e M. Fonte: Adaptado de BRASIL (1996).

3.6 Boas práticas de fabricação

As Boas Práticas de Fabricação (BPF), descritas na Portaria nº 368/97, do MAPA, são definidas como:

“conjunto de diretrizes, normas e procedimentos, exigidos na elaboração de produtos alimentícios industrializados para o consumo humano, cujo objetivo principal é assegurar que os produtos sejam sempre fabricados com a qualidade exigida, com ênfase na pureza e segurança (BRASIL, 1997).”

Portanto, a implementação das Boas Práticas Agropecuárias (BPA) e Boas Práticas de Fabricação (BPF) são indispensáveis para garantir a boa qualidade da matéria-prima e, assim,

obtenção de derivados do leite de acordo com os padrões de identidade e qualidade (FIGUEIREDO *et al.*, 2010).

Na indústria de laticínios devem ser aplicadas tecnologias adequadas de fabricação dos produtos. Ao lado do aporte tecnológico representado, principalmente, pela adoção de práticas higiênicas, implementação de mudanças na área tecnológica da produção, métodos adequados de conservação e inovação na produção de derivados, as indústrias devem incorporar e tornar parte obrigatória o sistema de controle de qualidade (FIGUEIREDO *et al.*, 2016)

O sistema Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle (APPCC) tem como objetivo de alinhar a gestão da qualidade com a elaboração de produtos isentos de defeitos, conforme prescrita pela norma ISO 9000. O APPCC consiste na gestão do controle da segurança dos alimentos em uma linha de produção, por meio da identificação dos Pontos Críticos de Controle (PCC), Pontos de Controle (PC), estabelecimento de limites críticos, sua monitoração, verificação e registro (PAS, 2018).

A implementação dos programas de qualidade BPF e do sistema APPCC pelas indústrias é uma exigência da legislação, dos mercados nacionais e internacionais, a fim de garantir a qualidade e inocuidade dos produtos lácteos e a saúde dos consumidores. Desta forma, a empresa tem a possibilidade de aumentar a sua competitividade e melhorar a sua estrutura organizacional interna. Pode-se assim oferecer produtos com qualidade higiênico-sanitária e microbiológica, de acordo com os padrões exigidos pela legislação para cada alimento (FIGUEIREDO *et al.*, 2016).

3.7 Ciclo de Sinner

O Ciclo de Sinner é uma metodologia criada por Herbet Sinner em 1960 para remoção de resíduos das superfícies dos equipamentos. Esse sistema pode ser dividido em quatro fatores (TAMIME, 2008; ALEMBONG, 2024):

- Ação química: composição do produto químico com ação de limpeza associado;
- Temperatura: temperatura necessária para remoção de resíduos com aplicação de calor;
- Ação mecânica: Tensões de cisalhamento e impacto para remoção de sujidades;
- Tempo de contato: tempo necessário de exposição entre sujidade e agente químico de acordo com sua concentração

Esses fatores, em geral, são desenhados de forma circular como na Figura 1, o papel de cada um, varia com o processo e é associado ao tamanho de cada fatia de acordo com sua importância para determinado processo (TAMIME, 2008; ALEMBONG, 2024).

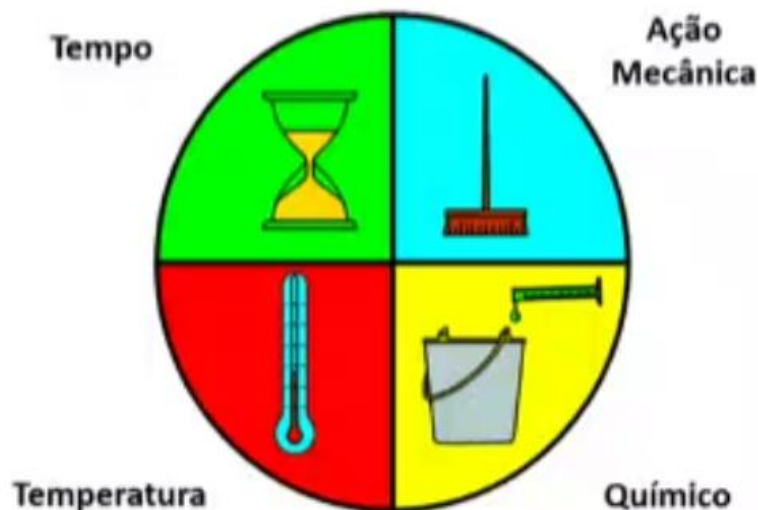


Figura 1: Representação do ciclo de Sinner.

Fonte: Adaptado de SVENSSON (2008).

3.7.1 Ação química

3.7.1.1 Detergentes e Hidróxido de Sódio

A ação química está associada a diversos tipos de compostos, de acordo com a necessidade de limpeza. Para remoção de matéria orgânica. Em geral, devem possuir ação detergente (ROSEN, 2004).

Os detergentes são agentes surfactantes que possuem a capacidade de reduzir a tensão superficial da água e formar micelas. Isso auxilia a dissolver substâncias que não são solúveis em água, como gorduras, óleos e outros lipídios em uma estrutura hidrofóbica (que tem baixa interação com água) e hidrofílica (que tem alta interação com água). Ou seja, eles são capazes de quebrar interações e permitir que moléculas anteriormente insolúveis em água abram suas cadeias e dispersem em solução com partes hidrofílicas (ROSEN & KUNJAPPU, 2004; ALEMBONG, 2024).

Um bom agente químico para remoção de matéria orgânica é o Hidróxido de Sódio. Sendo um composto altamente alcalino, com pH elevado, o que facilita a quebra das estruturas

químicas das gorduras e proteínas. Sua ação é baseada na hidrólise das ligações ésteres e peptídicas, permitindo a solubilização das substâncias orgânicas aderidas às superfícies internas dos equipamentos (PLETT, 1985; ALEMBONG, 2024). Segundo a Tetrapak (2004), o hidróxido de sódio é tipicamente utilizado com concentrações variando entre 0,5 e 2,0 (% NaOH p/p) para a maioria das indústrias de processamento de sucos e lácteos.

3.7.1.2 Ácidos inorgânicos

O uso de ácido é crucial para remoção de depósitos de matéria inorgânica, como resíduos minerais (cálcio, magnésio, ferro) que tendem a acumular nas superfícies de equipamentos que podem ser oriundos de derivados lácteos. Os ácidos comumente utilizados são ácidos nítricos e ácido fosfórico, ácidos inorgânicos, que são eficazes na dissolução e remoção desses materiais (BREMER, 2006).

A determinação da concentração ideal de ácido pode variar de acordo com a matéria orgânica utilizada. Contudo, em um estudo para remoção de sujidade proveniente de amido, foi demonstrado que existe uma concentração ideal para remoção de 95% dos resíduos em uma temperatura de 50°C. Essa concentração fica na faixa de 1,3% (FRYER *et al.*, 1996).

Além disso, o ácido nítrico em concentração mais alta precisa ser utilizado com cuidado para não atacar materiais poliméricos e aço inoxidável. Devendo ficar na faixa de 0,5 a 1,5% (TETRA PAK, 2004).

3.7.1.2 Ácido peracético

O ácido peracético é outra substância química comumente utilizado. Sua ação é para evitar a formação de biofilme e é fundamental na etapa de sanitização posterior à limpeza. Além dele, é comum a utilização de cloro ou peróxido de hidrogênio (GIBSON *et al.*, 1999).

O ácido peracético oxida componentes da parede celular e das membranas celulares dos microrganismos, danificando estruturas críticas e causando a morte celular. Além disso, penetra rapidamente nas membranas microbianas e interfere nos processos metabólicos essenciais, interrompendo a replicação do DNA e o metabolismo celular. Essa ação faz com que o ácido peracético seja especialmente útil para o controle de biofilmes, que são comuns em equipamentos de processamento de alimentos e apresentam alta resistência a sanitizantes convencionais (STOPIGLIA, 2011).

Um estudo conduzido por Pereira (2018) para redução de consumo químicos, estabelece a porcentagem de ácido peracético na faixa de 0,15 a 0,30% como ideal.

3.7.2 Temperatura

A temperatura é um parâmetro fundamental para eficiência e a efetividade das substâncias químicas em etapas de limpeza. Em etapas de pré-lavagem de produtos contendo proteína ou amido, temperaturas acima de 40°C não são indicadas, pois essas moléculas sofrem ações de desnaturação e podem agregar as paredes, impedindo etapa de lavagem em sequência. Contudo, para lácteos não existe restrição (LELIEVELD *et al.*, 2014)

Segundo Svensson (2008), existem padrões de temperaturas para equipamentos a serem limpos em plantas da indústria de lácteos. A Tabela 2, ilustra as temperaturas adequadas para determinados processos, conforme descrito por Ferreira (2023).

Tabela 2: Tabela de controle de temperatura de limpeza para veículos e equipamentos para uma indústria láctea.

Tipo de Reagentes	Temperatura (°C)	Equipamento a ser limpo
HNO ₃	60-65	Tanques, tubos, pasteurizadores.
	80-85	Plantas UHT
NaOH	60-80	Caminhões, tanques de coleta de leite, tanques de leite, tanques de creme, tanques de iogurte.
	70-90	Pasteurizadores
	90-130	Plantas UHT, esterilizadores para pudins e sobremesas

Fonte: Adaptado de Ferreira, (2023).

3.7.3 Força mecânica

A ação mecânica é o contato entre os resíduos e os agentes de limpeza. Pode ser tanto de forma manual, na esfrega de objetos ou em sistemas “*Clean In Place*” CIP’s por meio de energia cinética gerada por escoamento de soluções que possuem tensão de cisalhamento nas paredes de tubulações (LELIEVELD *et al.*, 2014).

Durante o escoamento de solução nas tubulações, com o contato entre solução e matéria orgânica, as sujidades são arrastadas para fora do equipamento que está sendo limpo. Nesse caso, ocorre a transferência de massa e calor (LELIEVELD *et al.*, 2014).

Para o caso da limpeza de tanques, a ação mecânica vem da descida das soluções de limpeza pelo efeito da força gravitacional, formando uma película descendente (TAMIME, 2008).

3.7.4 Tempo

O tempo de limpeza deve ser suficiente para que todo resíduo tenha sido retirado do objeto o qual se deseja higienizar. Segundo Lelieveld *et al.* (2014), o tempo total da etapa de limpeza inclui desde a etapa de pré-lavagem até o enxágue final. Esse parâmetro está associado sobretudo a combinações com substâncias químicas, a temperatura e ação mecânica associada.

Dessa forma, na figura abaixo é possível visualizar o Ciclo de Sinner de acordo com os três cenários relatados. Para cada caso, é necessário a alocação de cada um dos parâmetros para atingimento do objetivo final.

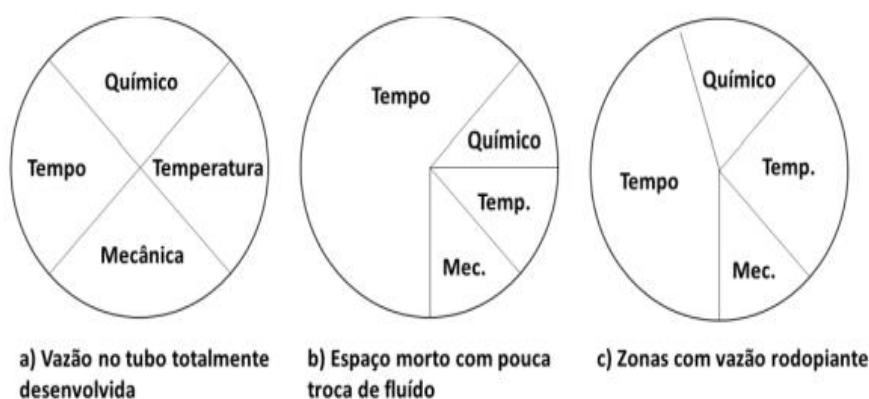


Figura 2: Três cenários diferentes para higienização em objetos. Com as devidas variações de parâmetros no Ciclo de Sinner.

Fonte: Ferreira (2023).

3.8 Central CIP

O sistema CIP consiste em uma central com tanques de armazenamento de soluções de limpeza. Nessa central, cada tanque possui sua tubulação de envio de solução, por meio de uma bomba de avanço que envia o fluído para o processo que se deseja higienizar. Além disso, a central possui válvulas, instrumentos de controle e demais recursos para que a limpeza ocorra de forma automática. Nesse sistema, ocorre a recirculação de produto. Ou seja, após o produto avançar por meio de bombeamento até o objeto que se deseja higienizar, ele retorna novamente ao tanque intermediário de limpeza até o tempo de ciclo se encerrar (TAMIME, 2008; ALEMBONG, 2024). Segundo Tamime (2008), existem três tipos de sistema:

- Sistema CIP de uso único: Nesse sistema, cada substância química é dosada individualmente para um único tanque intermediário de limpeza, o qual, dilui a solução química com a concentração estabelecida para solução detergente, ácido e por fim desinfetante. Dessa forma, depois que a limpeza do detergente é concluída, para que se possa dosar ácido e o desinfetante, o tanque é enxaguado e não tem recuperação de solução. Esse tipo de sistema tende a ter um custo de operação elevado devido ao constante gasto com água, energia e produto químico. Porém, sua vantagem é ser mais higiênico, evitando contaminação cruzada.

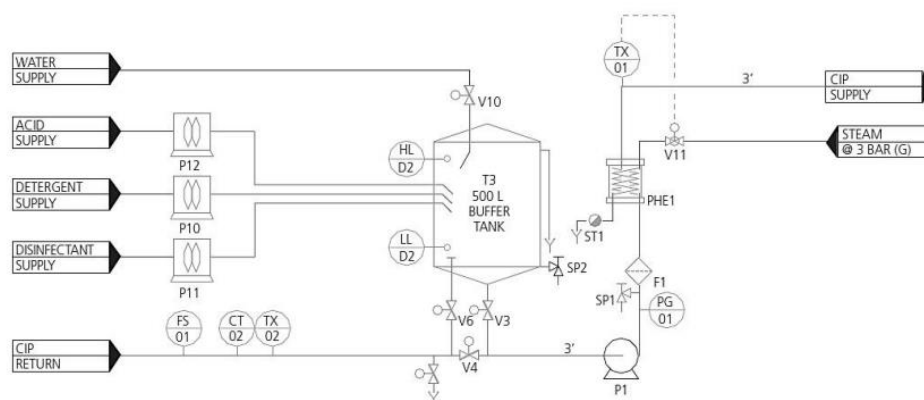


Figura 3: Sistema CIP de uso único.

water supply=fornecimento de água, acid supply=fornecimento de ácido, detergent supply=fornecimento de detergente, disinfectant supply=fornecimento de desinfetante, cip return= retorno do cip (cleaning in place - limpeza no local), cip supply=fornecimento do cip, steam @ 3 bar (g) =vapor @ 3 bar (g), buffer tank=tanque pulmão, high level (hl)= nível alto, low level (ll)= nível baixo, pump (p1)= bomba (p1), heat exchanger (phe1)= trocador de calor (phe1), flow sensor (fs 01)= sensor de fluxo (fs 01), temperature transmitter (tx 01, tx 02) = transmissor de temperatura (tx 01, tx 02), pressure gauge (pg 01) = manômetro (pg 01). Fonte: TAMIME, (2008).

- Sistema CIP de recuperação parcial: Esse sistema traz a possibilidade de reutilizar os produtos químicos em outras limpezas, sendo retornado para os tanques de solução. Ou seja, a solução é preparada em um tanque de solução detergente, outro de ácido e outro de desinfetante de maneira individual. Nesse sistema, não há necessidade de drenar a solução pós CIP para nova dosagem de produto químico devido a essa individualidade de tanques.

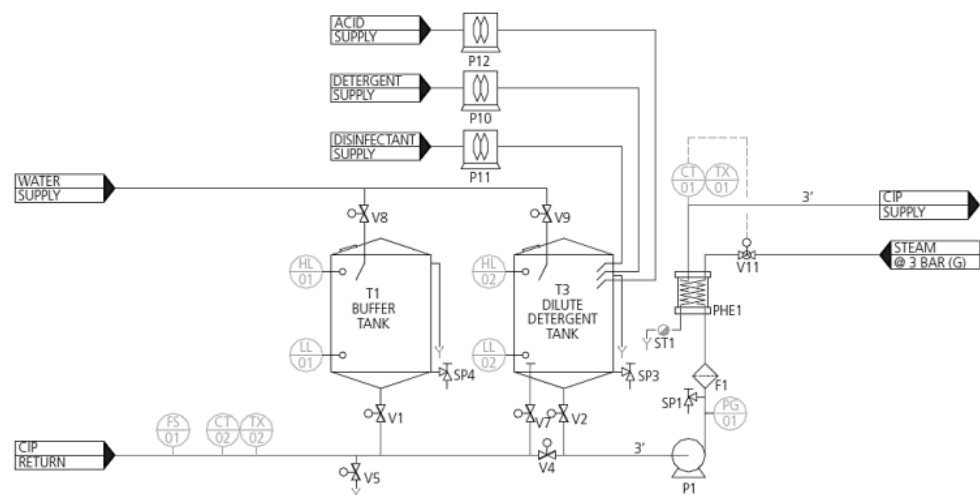


Figura 4: Sistema CIP de recuperação parcial.

water supply=fornecimento de água, acid supply=fornecimento de ácido, detergent supply=fornecimento de detergente, disinfectant supply =fornecimento de desinfetante, cip return= retorno do cip (cleaning in place - limpeza no local), cip supply=fornecimento do cip, buffer tank=tanque pulmão, high level (hl)= nível alto, low level (ll)= nível baixo, pump (p1)= bomba (p1), heat exchanger (phe1)= trocador de calor (phe1), flow sensor (fs 01)= sensor de fluxo (fs 01), pressure gauge (pg 01) = manômetro (pg 01), dilute detergent tank= tanque de detergente diluente.

Fonte: TAMIME, (2008).

- Sistema CIP de recuperação total: Nesse tipo de sistema, além da possibilidade de reutilizar produtos químicos como o de recuperação parcial, ele possui sistema de água recuperada. Ou seja, na etapa de enxágue de produto químico, a solução que está sendo enxaguada retorna para um tanque de “água recuperada” ao invés de ser enviada para dreno. Dessa forma, essa água recuperada será utilizada posteriormente em outros CIPs para pré-lavagem. Tamime (2008) ainda ressalta que sistema CIP de recuperação tendem a ser mais econômicos tanto para químicos, quanto para água. Contudo, precisam ser monitorados para evitar o acúmulo de resíduos orgânicos nos tanques de detergente diluído de água recuperada.

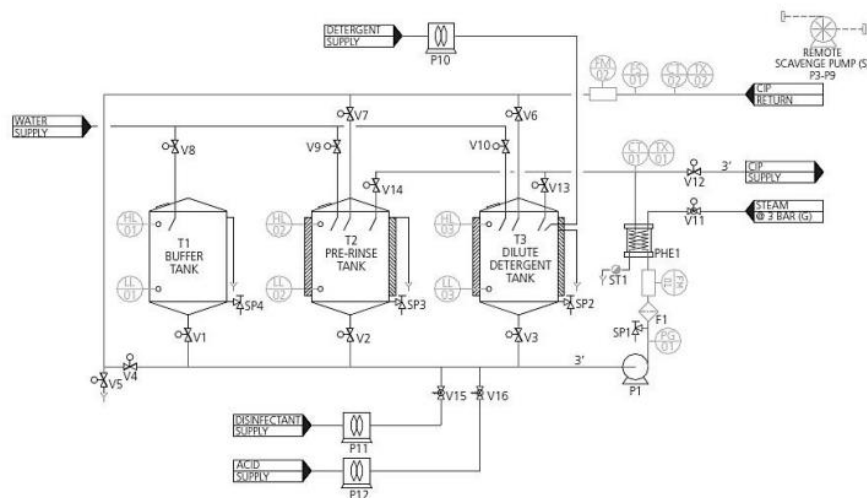


Figura 5: Sistema CIP de recuperação total.

water supply=fornecimento de água, detergent supply=fornecimento de detergente, disinfectant supply=fornecimento de desinfetante, acid supply=fornecimento de ácido, cip return= retorno do cip (cleaning in place - limpeza no local)=cip supply=fornecimento do cip, steam @ 3 bar (g)=vapor @ 3 bar (g), remote scavenge pump (s)=bomba de sucção remota (s), buffer tank (t1)= tanque pulmão (t1), pre-rinse tank (t2)= tanque de pré-enxágue (t2), dilute detergent tank (t3)= tanque de detergente diluído (t3), heat exchanger (phe1)= trocador de calor (phe1).Fonte: TAMIME, (2008).

Outra parte importante do sistema CIP são componentes para melhor automação do sistema. São comuns sensores, de fluxo, condutivímetro, temperatura, sensores de nível alto e baixo, válvulas automáticas, filtros, trocadores de calor, dentre outros (CARRERA, 2015).

O condutivímetro é um instrumento utilizado para medir a condutividade elétrica de uma solução, que é frequentemente usada como uma indicação da concentração de íons dissolvidos na solução. A condutividade elétrica é geralmente expressa em microsiemens por centímetro ($\mu\text{S}/\text{cm}$) ou milisiemens por centímetro (mS/cm) (SPLABOR, 2023).

Existem tabelas que associam a condutividade da solução com a concentração de solução de soda e ácido em (v/v). Essa associação é importante para sistemas de automação, os quais não é possível fazer a medição de concentração em linha (CARRERA, 2015).

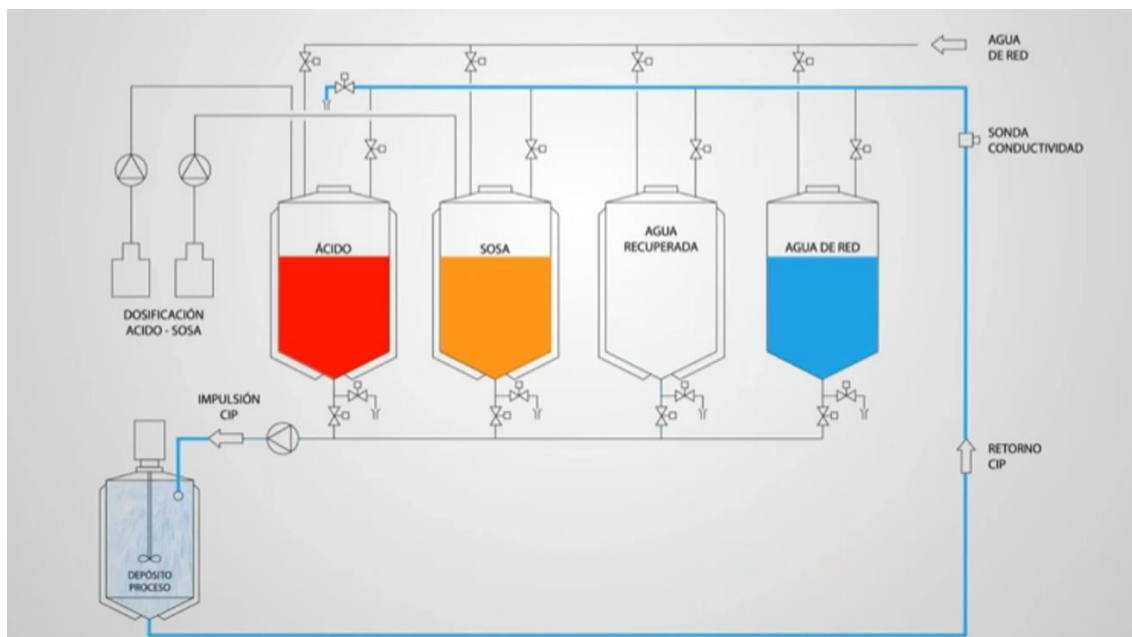


Figura 6: Sistema CIP de maneira mais simplificada com ácido, soda, água recuperada e água potável.

Dosificación ácido-sosa= dosagem ácido-soda, impulsión cip= impulsão cip, depósito proceso= tanque de processo, ácido= ácido, sosa= soda, agua recuperada= água recuperada, agua de red= água da rede, sonda conductividad= sonda de condutividade.

Fonte: ECOLAB, (2024).

3.9 Etapas de limpeza CIP

O sequenciamento de etapas do processo CIP na indústria de alimentos segue uma padronização de etapas em sequência (TAMIME, 2008):

- Recuperação de produtos: Nessa etapa, a remoção consiste com a drenagem de todo produto que estiver armazenado no equipamento e nas tubulações que serão higienizadas. Em alguns casos, esgotamento para descarte.

- Pré-enxágue: Essa etapa, em geral, utiliza-se água recuperada para remoção da maior parte da carga orgânica que ficou retida pós esgotamento das linhas e tanque. Essa etapa é fundamental para evitar que sujeira excessiva vá para o tanque de detergentes químicos.

- Recirculação de detergente: Nessa etapa, após a remoção bruta de matéria, inicia-se a circulação de detergente alcalino em um sistema de avanço e retorno entre o objeto a ser higienizado e o tanque de solução. Geralmente soda cáustica que reage e facilita a retirada de matéria orgânica. Segundo Tamime (2008), a temperatura ideal de recirculação é na faixa de 80°C, variando de acordo com o processo. Além disso, o tempo de recirculação deve ser avaliado empiricamente, com um tempo geralmente variando de 15 minutos a 1 hora.

- Enxágue intermediário: É a etapa responsável por retirar o residual de detergente alcalino que ficou dentro do equipamento para em seguida entrar o próximo detergente químico (geralmente detergente ácido). Nessa etapa, existe recuperação de solução para um tanque de água recuperada, se aplicado.

- Segunda recirculação (ácido): Nessa etapa, geralmente utiliza-se ácido para remoção de sujidades inorgânicas.

- Enxágue intermediário: É feito novamente um enxágue para remoção de químico. Assim como o enxágue anterior, pode recuperar solução para o tanque de água recuperada.

- Desinfecção: A etapa de desinfecção ou sanitização é importante ser aplicada após o tanque estar livre de qualquer sujidade orgânica para melhor ação nos microrganismos (MACHADO *et al.*, 2015).

- Enxágue final: Etapa para retirada de quaisquer substâncias químicas presentes no equipamento. Podendo ser também recuperada assim como nos enxágues anteriores.

Além dessas etapas, é importante reforçar que a água utilizada também é vital ser levada em consideração. Além da qualidade microbiológica, a água com altos níveis de cálcio pode gerar incrustações minerais, devido a formação de carbonatos que se aderem à superfície interna das tubulações (CUNHA & SILVA, 2014).

3.10 Desenho higiênico

As instalações e equipamentos bem estruturadas são essenciais para prevenção de formação de biofilme e devem ser estruturadas para eliminar limitações do processo CIP (LELIEVELD *et al.*, 2014). Os equipamentos devem ser fáceis de desmontar para limpeza. Devem permitir realizar inspeções regulares com facilidade e se for usado CIP precisa-se demonstrar que os resultados obtidos são relevantes (TAMIME, 2008).

Para construção dos equipamentos, muitos materiais são utilizados, tais como: metais, polímeros, elastômeros. Ademais, existe a preferência por aço inoxidável na estruturação do equipamento. Visto que, o inox resiste a soluções de limpeza ácida e cáustica e não produz ferrugem (PARTINGTON *et al.*, 2012).

As superfícies em contato direto com o produto devem ser lisas, contínuas, livres de fendas ou fissuras e fáceis de limpar, tendo a rugosidade superficial média menor ou igual a 0,8 µm (NIKOLEISKI, 2012).

As soldaduras precisam ser feitas com o método de solda GTAW (*gas tungsten arc welding*) e devem ser contínuas e livres de porosidades. Além disso, devem ser polidas, pois

não podem deixar a superfície com rugosidade maior do que $0,8 \mu\text{m}$ (LELIEVELD *et al.*, 2014), conforme a Figura 7

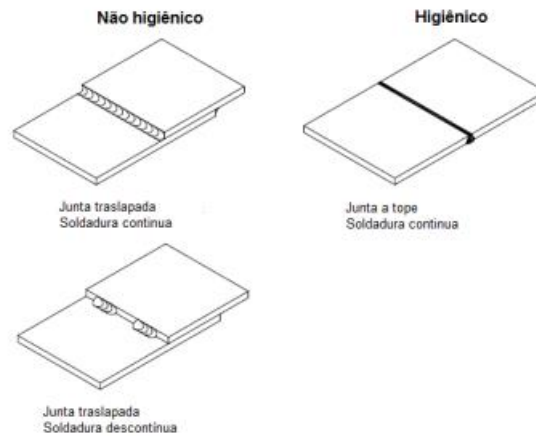


Figura 7: Exemplo de soldaduras higiênicas e não higiênicas.
Fonte: CARRERA (2015).

Os equipamentos não podem ter regiões onde possa acumular produto ou água. Tubulações horizontais, com baixo fluxo, podem empessar. Além disso, áreas com “sombras” em tanques também não são adequadas, pois todos esses fatores impedem que soluções de limpeza entre em contato de forma efetiva com a sujidade. Dessa forma, soluções de limpeza podem ficar estagnadas, o que favorece o crescimento microbiano ou contaminação de produto com soluções de limpeza. Os cantos precisam ser arredondados para favorecimento da autodrenagem (TAMIME, 2008), conforme a Figura 8,9 e 10 onde é possível visualizar as condições relatadas.

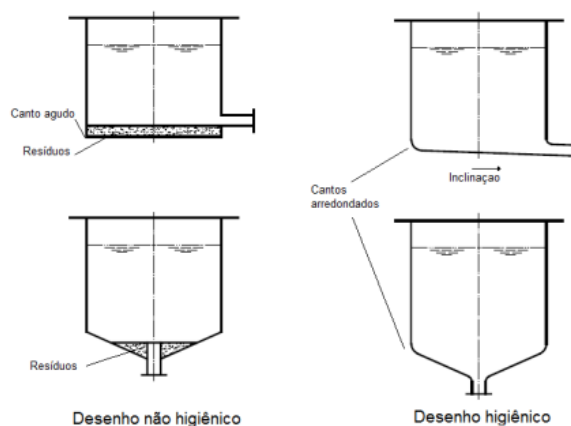


Figura 8: Desenho de tanque com drenabilidade higiênica e não higiênica.
Fonte: CARRERA (2015).

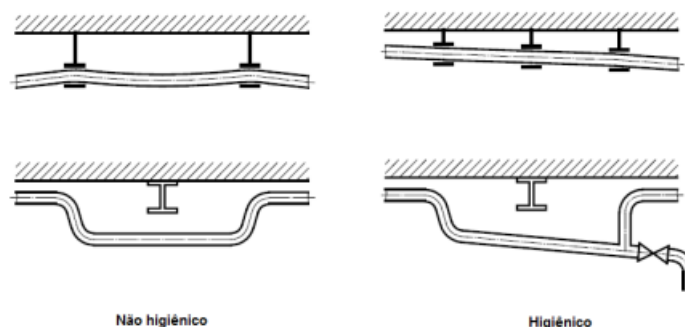


Figura 9: Desenho de tubulação com drenabilidade higiênica e não higiênica.
Fonte: CARRERA (2015).

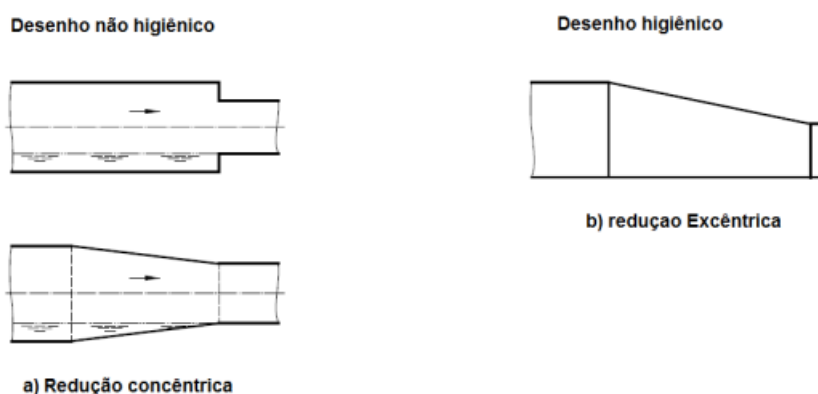


Figura 10: Reduções de tubulações que não favorecem e que favorecem a drenabilidade.
Fonte: CARRERA (2015).

Os espaços nos quais as soluções de limpeza não conseguem atingir ou atingem com baixa velocidade são conhecidos como “pontos mortos”. Esses pontos são um dos maiores impedimentos para garantir turbulência durante o processo CIP (JACQUES *et al.*, 2003). Além disso, esses pontos favorecem o desenvolvimento de microrganismos que crescem com maior intensidade do que em equipamentos e tubulações bem desenhadas (LELIEVELD *et al.*, 2014), conforme a Figura 11.

Com relação às válvulas, a preferência é uso de válvulas tipo borboleta, pois são limpáveis durante o CIP. As válvulas tipo esfera acumulam resíduos que não podem ser eliminados. Existe um espaço entre as gaxetas fixas no corpo da válvula, onde podem acumular resíduos. Por isso, não é aconselhável seu uso (CARRERA, 2015), conforme a Figura 12.

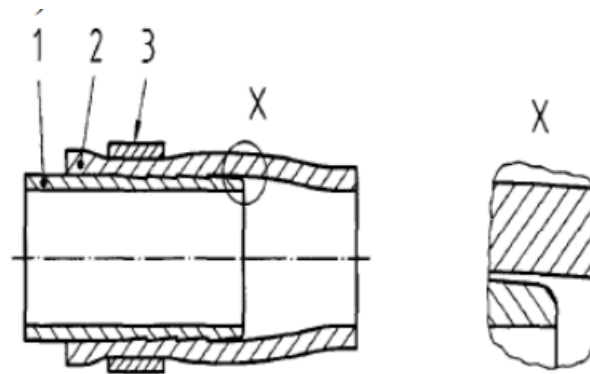


Figura 11: Detalhe do ponto morto existente nas conexões com mangueira. Onde: 1-Tubo, 2- mangueira e 3 – abraçadeira da mangueira.
Fonte: CARRERA (2015).

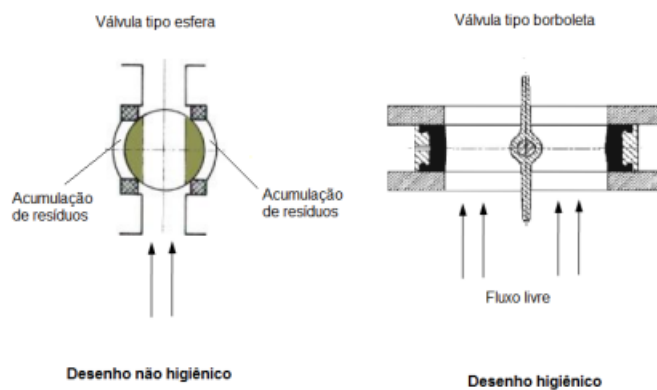


Figura 12: Válvula não higiênica esférica e higiênica borboleta.
Fonte: CARRERA (2015).

3.11 Aspersores

Os aspersores são acessórios acoplados em tanques com intuito de jatear detergentes químicos e água nas paredes de tanques com altas pressões. Sua eficiência está atrelada a pressão fornecida pela bomba de envio de solução do sistema CIP (PEREIRA, 2021), conforme a Figura 13.

Segundo Tamime (2009), existem três tipos de aspersores:

- *Spray ball* (bolas de spray estáticas): seu alcance de limpeza é limitado e tem fácil manutenção e baixo custo. Recomendado para limpeza de produtos de baixa viscosidade. Representado por “a”).
- *Rotary spray heads* (pulverizadores giratórios): utilizado para tanques que tem maior facilidade de limpeza com maior higienização e baixo custo. Representado por “b”).
- *Rotary jet heads* (cabeça de jato rotativas): são geralmente utilizados para tanques grandes e de difícil limpeza. Porém, sua manutenção é mais complexa. Representado por “c”).



Figura 13: Tipos de aspersores.
Fonte: TRETALON (2024).

Um estudo conduzido pela empresa Alfa laval (2018) demonstrou a diferença entre os três tipos de spray balls citados. Nesse estudo, o pulverizador giratório e o jato rotativo gastaram menos tempo com um menor consumo de água para realizar a limpeza do tanque. Logo, o spray ball estático tem maior consumo de tempo, água e substâncias químicas para realização de limpeza, conforme a Figura 14.



Figura 14 - Da esquerda para direita: Spray ball estático, pulverizador giratório, cabeça de jato rotativo.
Fonte: ALFA LAVAL (2018).

3.12 Validação de limpeza

Existe muita informação relacionada com padrões para a validação da limpeza em processos farmacêuticos, por exemplo: a FDA desenvolveu a “*Guide to inspections validation of cleaning processe*” (FDA, 1993).

Porém no relacionado com a indústria de alimentos e bebidas existe pouca informação referente à validação de etapas de limpeza. Tamime (2008) em uma forma muito resumida descreve a validação do CIP, mas o Grupo europeu de engenharia e desenho higiênico (EHEDG) apresenta de uma forma simples, sequencial e detalhada o procedimento para realizar a validação de processos CIP na indústria de alimentos e bebidas (CARRERA, 2015), conforme Figura 15.

Durante as diferentes etapas de validação identificam-se os perigos existentes, identificam-se as características da sujeira acumulada, avaliam-se as 6Ts: temperatura, tempo, titulação, turbulência (vazão), tecnologia (desenho higiênico), treinamento (procedimentos e protocolos de limpeza POP). Também se verificam os níveis de limpeza obtidos com os procedimentos de limpeza atuais para assim definir as ações para corrigir os problemas identificados (NICOLAY, 2012).

A seguir se definem as etapas para a validação de um processo existente que é frequentemente aplicado na indústria, omitem-se as etapas correspondentes ao processo geral devido a que o mesmo é aplicado por fabricantes de equipamentos (NICOLAY, 2012).

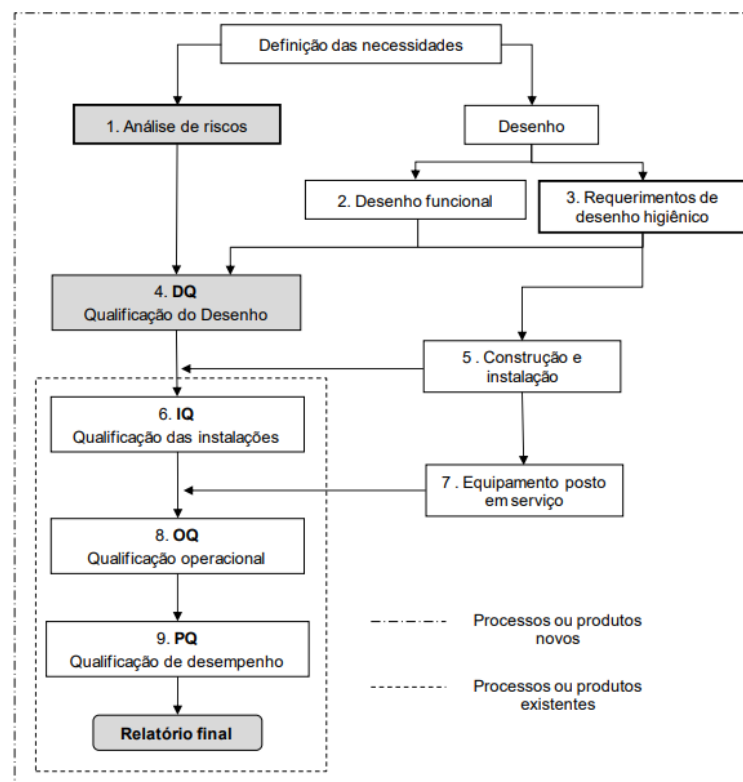


Figura 15: Fluxograma de processo de validação geral de limpeza.
 Fonte: CARRERA (2015).

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Caracterização do local

O laticínio onde foi realizado o mapeamento de planta de produção de manteiga se localiza na cidade de Sacramento-MG e possui uma capacidade de processamento de cerca de 400 mil litros de leite por dia.

A unidade industrial é ampla e tem diversas outras plantas de processamento. A unidade possui: planta de fabricação de queijos (Parmesão, Prato, Meia Cura e Colonial), planta de fabricação de Queijo Fresco para Uso Industrial (Massa para Requeijão Culinário), planta de fabricação de *Cream Cheese*, planta de fabricação de Manteiga. Além disso, possui Setor de Recepção de Leite, Concentração de Soro com sistema de Nanofiltração e Osmose Reversa para obtenção de soro concentrado e água de osmose, setor de Padronização de Creme e seis câmaras de maturação de queijos.

A planta de produção Manteiga localiza-se no setor de cremosos, sendo próxima a planta de fabricação de Queijo Fresco para uso Industrial e *Cream Cheese*. Além disso, ela compartilha de uma mesma central CIP para sua higienização com a planta do *Cream Cheese* que se localiza na parte externa da fábrica.

A capacidade produtiva é de aproximadamente 13 remessas diárias, sendo que cada remessa corresponde a 1.500 litros de creme (volume equivalente à capacidade da batadeira). Considerando dois silos de armazenamento com capacidade de 10.000 litros cada, o total processado é de cerca de 19.500 litros, correspondendo ao volume médio armazenado nos dois silos destinados à produção de manteiga.

Os produtos comercializados na forma de manteiga são: Manteiga de 5 kg (sem sal), Manteiga pote de 200 g com sal, Manteiga pote de 200 g sem sal, Manteiga pote de 500 g com sal e Manteiga pote 500 g sem sal.

4.2 Caracterização da planta de produção de creme

Inicialmente, o creme passa por um processo de padronização de gordura para obtenção do creme entre 35 à 40% de gordura. De forma resumida, o creme cru ou já termizado passa por uma centrífuga desnatadeira que padroniza o creme no padrão de gordura desejado. Em seguida, o creme é pasteurizado e imediatamente resfriado em um trocador de calor que faz parte do próprio sistema do pasteurizador. A temperatura de pasteurização é de 82°C por 10

segundos. Posteriormente, o creme é resfriado para uma faixa entre 8 a 10°C, para finalmente ser armazenado.

No setor de padronização de creme existem dois silos de armazenamento de creme para manteiga com capacidade de 10 mil litros de creme cada (Silo 5 e Silo 6) representados na Figura 17 e 18 da marca BSB Inox com capacidade de 10.000 litros cada um. Ambos os silos possuem sistema de resfriamento para manter a temperatura do creme abaixo de 10°C.

Depois de pasteurizado e armazenado, o creme passa por um processo de maturação de 6 horas dentro do silo. Ao finalizar o tempo de maturação, o creme é bombeado para o setor de manteiga. Vale ressaltar, que o prazo máximo de maturação é de 10 horas. Caso passe desse tempo, o creme deve ser reprocessado. Ou seja, passará novamente para a etapa de padronização e pasteurização descritos anteriormente.

O setor de padronização de creme ainda possui diversas válvulas, bombas e placas de fluxo. As placas de fluxo também conhecidas como “telefones” servem para direcionar o produto para determinado processo. Ou seja, são tubulações que vão em direção de uma placa que podem direcionar o fluído conforme necessidade com tubulações menores. Essas placas são importantes para direcionar o bombeamento de fluído por onde se tem interesse. Caso necessário, é possível direcionar o creme para outras plantas, como a do *Cream Cheese*.

As Figuras de 16 a 20 consistem nos equipamentos utilizados no processo. A Figura 16 representa a desnatadeira da marca Tetra Pak, com a capacidade de separação entre 7.000 e 75.000 L/h de vazão e com a Potência variando de 15 a 45 kW. Já a Figura 19 e 20 representam o Pasteurizador de placas com sistema de frio incluso da marca Tetra Pak. Com 60 placas com gaxetas de borracha EPDM e base metálica com liga 316 de Titânio.



Figura 16: Centrífuga desnatadeira para padronização de gordura.
Fonte: Do autor (2024).



Figura 17: Silo de creme pasteurizado utilizado para o processo da manteiga. Denominado “Silo 5”.
Fonte: Do autor (2024).



Figura 18: Silo de creme pasteurizado utilizado para o processo de manteiga. Denominado de “Silo 6”. A frente, encontra-se a placa de fluxo dos silos 5 e 6.
Fonte: Do autor, (2024).



Figura 19: Pasteurizador de creme.
Fonte: Do autor (2024).



Figura 20: Sistema de resfriamento de creme na saída do pasteurizador com variação de 2 a 14 °C.
Fonte: Do autor (2024).

4.3 Caracterização da planta da produção da manteiga

Assim que o creme é maturado, ele é bombeado até a bateadeira. O creme deve estar na temperatura na faixa de 8 a 13°C. A bateção consiste no giro do equipamento visando a formação do grão da manteiga. Nessa etapa, o leitelho (fase líquida) é retirado.

Em seguida, a manteiga é lavada até a retirada total do resíduo na própria bateadeira. A água é utilizada na faixa de 8°C e vem do setor de utilidades da fábrica. Antes de ser admitida no processo, passa por um trocador de calor para ser ter sua temperatura diminuída para poder ter contato com o produto.

A salga é realizada caso seja manteiga com sal. A concentração de sal em relação ao produto não será divulgada por ser segredo industrial. Por fim, a malaxagem é executada na própria bateadeira até a massa estar homogênea.

Quando pronta, a manteiga pode ser bombeada para dois funis de envase. Funil de manteiga 5 kg ou o funil de manteiga pote. Além disso, antes de ir para o funil, a manteiga passa por um filtro na própria linha de envio para retirada de possíveis materiais estranhos.

Em seguida, a manteiga é envasada e já encaminhada para o setor de embalagem secundária, onde fica armazenada em uma temperatura menor que 10°C.

As Figuras de 21 a 26 consistem nos dispositivos utilizados na planta.

A Figura 21 consiste no sistema de resfriamento de água com um trocador com 18 placas da marca Tetra Pak gaxetas de borracha EPDM e base metálica com liga 316 de Titânio.



Figura 21: Linha de entrada de água da utilidades para a bateadeira (sistema de lavagem). Na imagem é possível ver um filtro (A) e um trocador de calor (B) para resfriamento da água.
Fonte: Do autor (2024).

A Figura 22 representa a bateadeira de manteiga da marca FG INDIMAQ com capacidade de até 2.000 litros de fluído.

A Figura 23 apresenta duas bombas positivas de transferência da marca Nemo Netzsch com pressão máxima de 24 bar com rotação de 800 rpm e com a capacidade de 720 L/h de bombeamento.

A Figura 24 possui o filtro espiralado da marca Metal Limpo com 600 micras.

Já a Figura 25 possui dois funis de envase da marca BSB Inox com capacidade de 5.000 litros de armazenamento cada um.

Na Figura 26, consiste na máquina de envase da marca Bramak modelo GT16 com a capacidade de 1.500 potes por hora para embalagens de 200 g a 500 g.

Na Figura 27, a máquina de envase utilizada é da marca Bramak modelo GT02 para envase de manteiga de 5 kg com a capacidade de 1000 l/h.

Por fim, na Figura 28 é possível visualizar o layout completo da planta. Com todos os fluxos de linha descritos.



Figura 22: Batedeira da manteiga.
Fonte: Do autor (2024).



Figura 23: Bomba de envio da bateadeira para funis de envase.
Fonte: Do autor (2024).



Figura 24: Filtro antes dos funis de envase.
Fonte: Do autor (2024).



Figura 25: Funis de envase.
Fonte: Do autor (2024).



Figura 26: Máquina envasadora de pote.
Fonte: Do autor (2024).



Figura 27: Máquina envase de manteiga de 5 kg.
Fonte: Do autor (2024).

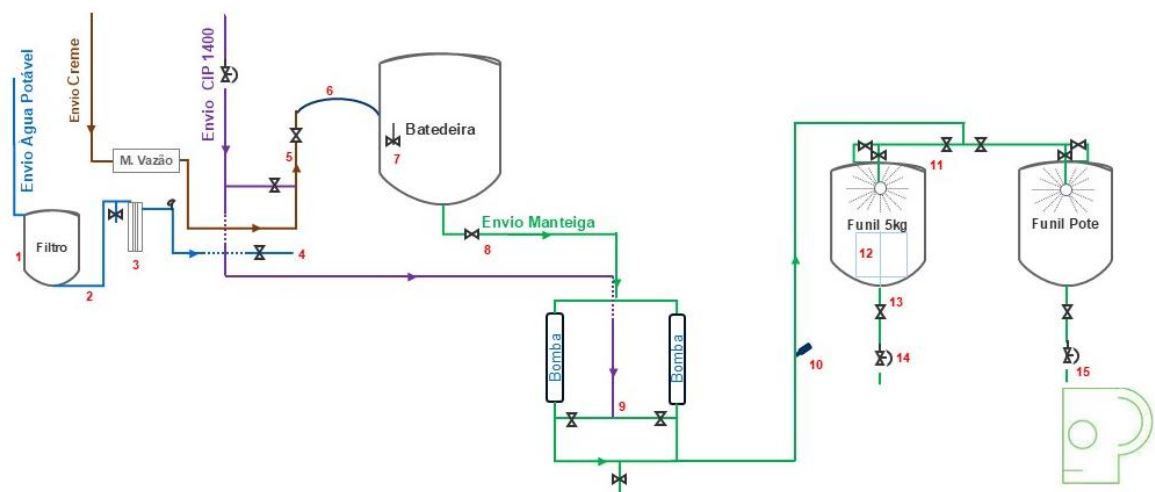


Figura 28: Sistema completo da planta de produção de manteiga.
Fonte: Do autor (2024).

4.4 Caracterização da Central CIP

A Central CIP que faz a higienização da planta de fabricação de manteiga tem uma estrutura completa. Possui um tanque de água potável, um tanque de água recuperada (água de primeiro enxágue), um tanque de solução alcalina, um tanque de solução ácida.

Todos os tanques recebem uma linha de alimentação de água potável do setor de utilidades e cada um possui uma válvula que abre e fecha conforme a necessidade de reposição de água. Além disso, os tanques de solução química possuem linha destinada de solução alcalina e ácida que chegam de uma ilha química para preparo da solução na concentração adequada.

Cada um dos tanques possui sensores de nível alto e baixo para facilitar o retorno de solução via automação. Além de sensores de temperatura nos tanques de água recuperada, solução alcalina e solução ácida, condutivímetro (nos tanques de solução de limpeza) e sensor de porcentagem de volume nos quatro tanques citados.

A central também possui dois trocadores de calor para aquecimento da água recuperada para realização do primeiro enxágue com água quente e dois trocadores de calor com duas linhas individuais para a solução alcalina e outra para solução ácida. De modo, que as soluções entram em circulação para se manter na temperatura desejada.

Além disso, possui três ramais de avanço de solução com três bombas distintas para limpeza do setor de Manteiga, *Cream Cheese* e mais um ramal livre para futuras plantas. Nessas linhas, existem um medidor de vazão e um medidor de pressão de avanço para controle e monitoramento de processo.

Nas linhas de retorno de solução, existem um termômetro e um condutivímetro em cada um dos ramais. Esses instrumentos servem para verificar se após a passagem da solução pelo objeto que está em CIP, os parâmetros foram mantidos. Ou seja, é uma validação se a solução não teve perda de eficiência.

Esse conjunto de tanques e instrumentos trabalham em sintonia em um sistema de automação que faz todos os ajustes necessários para o processo fluir dentro dos parâmetros pré-estabelecidos. Dessa forma, todo processo CIP funciona em automático. Sendo necessário a presença do operador apenas para dar início e monitorar possíveis falhas do sistema.

A Figura 29 e 36 representam o conjunto da central CIP. Sendo que, a Figura 29 mostra o conjunto físico e a Figura 36 mostra a visão no supervisor.

As Figuras 30, 31, 32 e 33 demonstram os tanques de água potável, água recuperada, solução alcalina, solução ácida, todos com a capacidade para comportar 10.000 litros de solução

A Figura 34 representa três bombas centrífugas sanitárias de envio de solução da marca SPX APV construídas de Aço Inox 316L com vazão máxima de 204.000 L/h e pressão máxima de operação de 9 bar e temperatura máxima de 100°C.

Os filtros utilizados na central são da marca Metal Limpo espiralados com 600 micras cada um.



Figura 29: Conjunto da Central CIP.
Fonte: Do autor (2024).



Figura 30: Tanque de água potável da central CIP.
Fonte: Fonte: Do autor (2024).



Figura 31: Tanque de água recuperada da Central CIP
Fonte: Do autor (2024).



Figura 32: Tanque de solução alcalina diluída da Central CIP.
Fonte: Do autor (2024).



Figura 33: Tanque de ácido diluído da Central CIP.
Fonte: Do autor (2024).



Figura 34: Três bombas de recalque de solução da Central CIP que distribuem para três plantas (Manteiga, *Cream Cheese*, Sem uso).
Fonte: Do autor (2024).



Figura 35: Sistema de filtros antes do retorno de solução para os tanques.
Fonte: Do autor (2024).

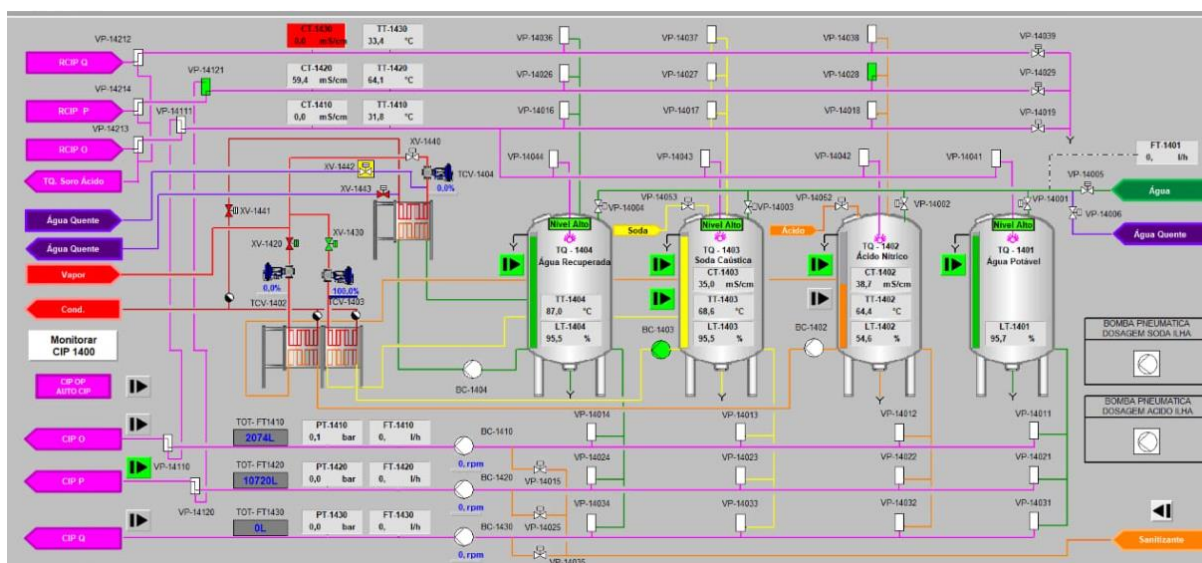


Figura 36: Supervisório de CIP. Linhas, válvulas, bombas, trocadores de calor, silos, medições via instrumentos e botões de comando.
Fonte: Do autor (2024).

4.4 Análises de liberação manteiga e monitoramento de creme

As análises de liberação da manteiga seguem um plano de inspeção estabelecido internamente. Nesse plano, é determinado também o padrão físico-químico. O produto só é liberado lote a lote para venda em caso de atendimento dos requisitos. A metodologia de análise segue manuais de instruções feitos internamente baseados em bibliografias amplamente aceitas. Além disso, as normas baseadas na legislação também são levadas em consideração. Ademais,

as análises para o creme pasteurizado que serve de matéria-prima para manteiga também seguem o padrão estabelecido a seguir na Tabela 3.

Tabela 3: Requisitos para liberação de lotes de manteiga.

Nome do Controle	Padrão	Método de Análise	Ação em caso de desvio	Referência /Norma	Formulário
Umidade	Padrão Interno e Legal: Máx. 16%	MA-QUA-CO-025		Portaria nº 146-1996	
EST	Padrão Interno e Legal: Min. 84%	MA-QUA-CO-025	1- Verificar se todas as etapas analíticas foram executadas corretamente.	Padrão Interno-Histórico	
ESD	Padrão Interno e Legal: Máx. 2%	MA-QUA-CO-025	2- FQ: Caso o desvio for um item de controle de liberação e o resultado estiver fora do padrão interno mais dentro do requisito legal, fazer avaliação sensorial do produto.		
Gordura	Padrão Interno: Min. 82% Padrão Legal: Min. 80%	MA-QUA-CO-026	Micro: Para confirmar o desvio, realizar reanálise com amostragem de acordo com o Anexo A da ABNT 5426, considerando o nível de inspeção S4. Do volume de caixas selecionadas para a análise retirar uma peça de cada caixa, fazendo um pool para retirada de 5 alíquotas para análise de n=5		
Teor de Sal	Padrão Interno e Legal Máx. 2%	MA-QUA-CO-042	Para lotes por bateladas em caso de desvios seguir com reprovação. Para lotes que seja possível segregação por horário realizar análise detalhada para definir se há possibilidade de liberação parcial do lote. A coleta de amostras deve representar a distribuição da produção dos lotes.	Portaria nº 146-1996	FC-QUA-CO-082
Coliforme Total	Das 5 amostras 02 podem dar entre 10 e 100 UFC/g	MA-QUA-CO-059	3 – Realizar comunicação (via e-mail) aos responsáveis da área de produção e qualidade. Realizar reprovação do lote no siga após aprovação do gerente de qualidade e seguir as tratativas descritas no procedimento do Produto Não Conforme		
Coli.Term.	Das 5 amostras 02 podem dar entre <3 e 10 UFC/g	MA-QUA-CO-066			
<i>Escherichia coli</i>	Das 5 amostras 02 podem dar entre <3 e 10 UFC/g	MA-QUA-CO-059			
Bolores e Leveduras	Das 5 amostras 02 podem dar entre 1000 e 10.000 UFC/g	MA-QUA-CO-064		IN nº 161.2022	

EST-Extrato Seco Total, ESD-Extrato Seco Desengordurado, Coli.Term.= Coliforme Termotolerante.Fonte: Do autor (2024).

Por fim, é importante ressaltar que todas as análises referentes a Portaria Nº 146 de 07 de março de 1996 também são realizadas, além de algumas análises adicionais. Vale ressaltar, que esse monitoramento não é feito lote a lote e sim com uma amostra da produção inteira do

dia. Além disso, a análise é feita por uma empresa terceira e seguem as metodologias descritas a seguir. Cada código refere-se a determinado microrganismo. É importante salientar que as análises internas também seguem essas metodologias:

- 6996: Bolores e leveduras
- 7027: Coliforme termotolerante
- 1476: Coliforme total a 30°C
- 6082: *Escherichia Coli*
- 7065: *Listeria monocytogenes*
- 6582: *Salmonella sp*
- 6562: *Staphylococcus coagulase positiva*

Tabela 4: Metodologias para análise de cada microrganismo.

M	Métodos
6996	<i>ISSO 6611:2004 IDF 94:2004 Milk and milk products – Enumeration of colony-forming units of yeasts and/or moulds – Colony-count technique at 25 degrees C</i>
7027	<i>ISSO 7251:2005 Microbiology of food and animal feeding stuffs – Horizontal method for the detection and enumeration presumptive Escherichia coli – Most probable number technique</i>
1476	<i>ISSO 4832: 2006 Microbiology of food and animal feeding stuffs – Horizontal method for the enumeration of coliforms – Colony-count technique</i>
6082	<i>ISO 16649-2:2001 Microbiology of food and animal feeding stuffs – Horizontal method for the enumeration of beta-glucuronidase-positive Escherichia coli – Part 2: Colony-count technique</i>
7065	<i>AOAC OMA - 22ª EDIÇÃO, Método 2004.02</i>
6582	<i>ISO 6579-1:2017 Microbiology of the food chain – Horizontal method for the detection, enumeration and serotyping of Salmonella – Part 1 Detection of Salmonella spp.</i>
6562	<i>ISSO 6881-1:2021 Microbiology of the food chain – Horizontal method for the enumeration of coagulase-positive staphylococci (Staphylococcus aureus and other species) – Part 1 Method using Baird-Parker agar medium.</i>

Fonte: Dor autor (2024).

3.5 Análises microbiológicas água

A análise microbiológica da água tratada é feita tanto internamente como externamente seguem a mesma diretriz. Os códigos a seguir se referem a determinados microrganismos e suas

respectivas metodologias. A Tabela 5 descreve as metodologias de análise de água para cada microrganismo.

- 7032: Coliforme Total
- 7034: *E. coli*

Tabela 5: Metodologias de análise para água para cada microrganismo.

M	Métodos
7032	<i>SMWW. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater - 24^a edição, Método 9221 D</i>
7034	<i>SMWW. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater - 24^a edição, Método 9221 G</i>

Fonte: Do autor (2024).

4.6 Mapeamento da higienização e de possíveis causas de contaminação

A investigação foi feita juntamente com uma empresa terceira fornecedora dos produtos químicos para a fabricação de manteiga. A necessidade surgiu diante os diversos descartes realizados devido a contaminação microbiana.

O primeiro passo da investigação baseou-se na interpretação dos resultados microbiológicos do setor de creme, de vários tipos de manteiga, incluído o produto acabado e a água potável oriunda de usos para lavagem da manteiga.

Em seguida, o próximo passo foi a investigação em campo. Nesse passo, foi feito investigação geral do processo e principalmente da validação de limpeza pós CIP *in loco*. Por fim, foi feita a investigação da Central CIP em si, a qual é utilizada para higienizar a planta da manteiga.

Posteriormente a essa investigação foram executadas algumas ações para melhoria nos resultados microbiológicos e, por fim, a demonstração de melhoria nos resultados com as modificações propostas.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Resultados microbiológicos setor de creme

Nas análises microbiológicas realizadas no setor de creme, os resultados foram altamente satisfatórios em relação à contagem microbiológica nas datas de 12/03/2024, 15/03/2024 e 27/03/2024. Durante os monitoramentos de rotina do creme já pasteurizado, antes da entrada na bateadeira, verificou-se que as contagens de Coliformes Totais, *Escherichia coli* e *Enterobacteriaceae* permaneceram zeradas. Esses resultados indicam que o creme não representa uma fonte de contaminação para o setor de manteiga, tornando desnecessário o mapeamento microbiológico do ambiente. As evidências detalhadas desses resultados estão apresentadas nas Tabelas 6 e 7. Vale ressaltar, que as datas dessas análises não foram escolhidas aleatoriamente, e sim, estão baseadas nas datas que houve contagem microbiana para o produto acabado manteiga, essas análises serão discutidas no Tópico 4.2.

Tabela 6: Resultados microbiológicos de creme para Manteiga Comum 5 kg e Manteiga 200g com sal na data 12/03/2024.

Data da Análise	Ponto	Produto Analisado	Lote	Coli. T.	<i>E. coli</i>	EB
12/03/2024	Creme – Entrada Bateadeira	Manteiga comum 5 kg	1	0	0	0
12/03/2024	Creme – Entrada Bateadeira	Manteiga comum 5 kg	2	0	0	0
12/03/2024	Creme – Entrada Bateadeira	Manteiga comum 5 kg	3	0	0	0
12/03/2024	Creme – Entrada Bateadeira	Manteiga comum 5 kg	4	0	0	0
12/03/2024	Creme – Entrada Bateadeira	Manteiga comum 5 kg	5	0	0	0
12/03/2024	Creme – Entrada Bateadeira	Manteiga comum 5 kg	6	0	0	0
12/03/2024	Creme – Entrada Bateadeira	Manteiga comum 5 g	7	0	0	0
12/03/2024	Creme – Entrada Bateadeira	Manteiga 200g c/ skal	1	0	0	0
12/03/2024	Creme – Entrada Bateadeira	Manteiga 200g c/ sal	2	0	0	0
12/03/2024	Creme – Entrada Bateadeira	Manteiga 200g c/ sal	3	0	0	0

Fonte: Do autor (2024).

Tabela 7: Resultados microbiológicos de creme para Manteiga Comum 5 kg na data 15/03/2024.

Data da Análise	Ponto	Produto Analisado	Lote	Coli. T.	<i>E. coli</i>	EB
15/03/2024	Creme – Entrada	Manteiga comum 5	1	0	0	0
	Batedeira	kg				
15/03/2024	Creme – Entrada	Manteiga comum 5	2	0	0	0
	Batedeira	kg				
15/03/2024	Creme – Entrada	Manteiga comum 5	3	0	0	0
	Batedeira	kg				
15/03/2024	Creme – Entrada	Manteiga comum 5	4	0	0	0
	Batedeira	kg				
15/03/2024	Creme – Entrada	Manteiga comum 5	5	0	0	0
	Batedeira	kg				
15/03/2024	Creme – Entrada	Manteiga comum 5	6	0	0	0
	Batedeira	kg				
15/03/2024	Creme – Entrada	Manteiga comum 5	7	0	0	0
	Batedeira	kg				
15/03/2024	Creme – Entrada	Manteiga comum 5	8	0	0	0
	Batedeira	kg				
15/03/2024	Creme – Entrada	Manteiga comum 5	9	0	0	0
	Batedeira	kg				
15/03/2024	Creme – Entrada	Manteiga comum 5	10	0	0	0
	Batedeira	kg				
15/03/2024	Creme – Entrada	Manteiga comum 5	11	0	0	0
	Batedeira	kg				
15/03/2024	Creme – Entrada	Manteiga comum 5	12	0	0	0
	Batedeira	kg				

Fonte: Do autor (2024).

Tabela 8: Resultados microbiológicos de creme para Manteiga Comum 5 kg e Manteiga 200g sem sal na data 27/03/2024.

Data da Análise	Ponto	Produto Analisado	Lote	Coli. T.	<i>E. coli</i>	EB
27/03/2024	Creme – Entrada	Manteiga comum 5	6	0	0	0
	Batedeira	kg				
27/03/2024	Creme – Entrada	Manteiga comum 5	7	0	0	0
	Batedeira	kg				
27/03/2024	Creme – Entrada	Manteiga comum 5	1	0	0	0
	Batedeira	kg				
27/03/2024	Creme – Entrada	Manteiga comum 5	2	0	0	0
	Batedeira	kg				
27/03/2024	Creme – Entrada	Manteiga comum 5	3	0	0	0
	Batedeira	kg				
27/03/2024	Creme – Entrada	Manteiga comum 5	4	0	0	0
	Batedeira	kg				
27/03/2024	Creme – Entrada	Manteiga comum 5	5	0	0	0
	Batedeira	kg				
27/03/2024	Creme – Entrada	Manteiga 200g c/	1	0	0	0
	Batedeira	sal				
27/03/2024	Creme – Entrada	Manteiga 200g c/	2	0	0	0
	Batedeira	sal				
27/03/2024	Creme – Entrada	Manteiga 200g c/	3	0	0	0
	Batedeira	sal				

Fonte: Do autor (2024).

4.2 Resultados microbiológicos setor de manteiga

As análises da manteiga com sal pote 200 g, manteiga sem sal 5 kg e manteiga sem sal pote 200 g apresentaram o mesmo resultado de conformidade conforme as Tabelas 9, 10, 11, e 12 para as datas 12/03/2024, 15/03/2024 e 27/03/2024. Contudo, vale ressaltar que a amostragem é de apenas um produto na produção inteira e não lote a lote como será relatado adiante. A Tabela 9 descreve as condições de aceitação de padrão microbiológico para cada grupo microbiano.

Tabela 9: Limite estabelecido pela legislação quanto a contagem microbiológica. Portaria N° 146 de 07 de março de 1996.

Parâmetro	Resultado	Unidade	LQ	M
Bolores e Leveduras	$<1,0 \times 10^1$	UFC/g	10	6996
Coliforme Termotolerante	$<3,0$	NMP/g	3,0	7027
Coliforme total a 30°C	$<1,0 \times 10^1$	UFC/g	10	1476
<i>Escherichia coli</i>	$<1,0 \times 10^1$	UFC/g	10	6082
<i>Listeria monocytogenes</i>	Ausência	25 g	*	7065
Salmonella sp.	Ausência	25 g	*	6582
Staphylococcus coagulase positiva	$<1,0 \times 10^2$	UFC/g	100	6562

UFC: Unidade formadora de colônia, NMP: Número mais provável, LQ: Limite de quantificação, VMP: Valor máximo permitido, *parâmetro sem padrão.

Fonte: Do autor (2024).

Em relação as análises para liberação da manteiga, seguindo o padrão interno de liberação lote a lote, observaram-se diversos problemas de contagem microbiana e consequentemente reprovação e descarte de produto. Inicialmente, na data 12/03/2024, o produto Manteiga pote de 200 g com sal apresentou contagem de 40 UFC/g para coliforme termotolerante e foi levado para reanálise. Em seguida, novamente apresentou contagem de 20 UFC/g. Nesse caso, o lote 2 do produto foi reprovado e descartado. Isso ocorreu devido a contagem de coliforme termotolerante acima de 10 UFC/g na análise e reanálise, valor acima do permitido pela legislação.

Tabela 10: Controle Microbiológico de manteiga pote com sal – 200 g.

Data da Análise	Produto	Data de Fabricação	Lote	Coli. T.	<i>E. coli</i>	Coli. Ter.	Fungo	Levedura	Avaliação dos dados	Status
13/03/2024	M. c/s 200g	12/03/2024	2	-	-	-	-	-	Reanálise	R
13/03/2024	M. c/s 200g	12/03/2024	2	-	-	40	-	-	Reanálise	R
13/03/2024	M. c/s 200g	12/03/2024	2	-	-	-	-	-	Reanálise	R
13/03/2024	M. c/s 200g	12/03/2024	2	-	-	-	-	-	Reanálise	R
13/03/2024	M. c/s 200g	12/03/2024	2	-	-	-	-	-	Reanálise	R
15/03/2024	M. c/s 200g	12/03/2024	2	-	-	20	-	-	Reanálise c/desvio	R
15/03/2024	M. c/s 200g	12/03/2024	2	-	-	-	-	-	Reanálise c/desvio	R
15/03/2024	M. c/s 200g	12/03/2024	2	-	-	-	-	-	Reanálise c/desvio	R
15/03/2024	M. c/s 200g	12/03/2024	2	-	-	-	-	-	Reanálise c/desvio	R
15/03/2024	M. c/s 200g	12/03/2024	2	-	-	-	-	-	Reanálise c/desvio	R

M. c/s 200g= 140007-Manteiga com sal pote 200g, R= Reprovado, *E. coli*= *Escherichia coli*, Coli. T. = Coliformes totais, Coli. Ter. = Coliformes termotolerantes. Fonte: Do autor (2024).

Figura 40: Resultados microbiológicos Manteiga 200g com sal na data 12/03/2024.

Para data 15/03/2024, foi constatado conforme Figura 40, inconformidades para Manteiga sem sal de 5 kg nos lotes 8 e 11. Nesse caso, apresentou contagem em diversas amostras para coliformes totais e coliformes termotolerantes no lote 8 e 11, acima de 10 UFC/g. Devido a isso, foi reprovada para descarte de forma imediata, sem passar por reanálise.

Tabela 11: Resultados microbiológicos Manteiga sem sal 5 kg na data 15/03/2024.

Data da Análise	Produto	Data de Fabricação	Lote	Coli. T.	<i>E. coli</i>	Coli Ter.	Fungo	Levedura	Avaliação dos dados	Status
25/03/2024	Manteiga s/s 5 kg	12/03/2024	8	10	0	20	0	0	Reanálise	R
25/03/2024	Manteiga s/s 5 kg	12/03/2024	8	60	0	30	0	0	Reanálise	R
25/03/2024	Manteiga s/s 5 kg	12/03/2024	8	0	0	20	0	0	Reanálise	R
25/03/2024	Manteiga s/s 5 kg	12/03/2024	8	590	0	320	0	0	Reanálise	R
25/03/2024	Manteiga s/s 5 kg	12/03/2024	8	30	0	40	0	0	Reanálise	R
19/03/2024	Manteiga s/s 5 kg	12/03/2024	11	60	0	20	0	0	Reanálise c/desvio	R
19/03/2024	Manteiga s/s 5 kg	12/03/2024	11	0	0	0	0	0	Reanálise c/desvio	R
19/03/2024	Manteiga s/s 5 kg	12/03/2024	11	0	0	20	0	0	Reanálise c/desvio	R
19/03/2024	Manteiga s/s 5 kg	12/03/2024	11	10	0	0	0	0	Reanálise c/desvio	R
19/03/2024	Manteiga s/s 5 kg	12/03/2024	11	130	0	130	0	0	Reanálise c/desvio	R

Fonte: Do autor (2024).

Por fim, em 27/03/2024, foram identificadas elevadas contagens microbiológicas na manteiga sem sal, pote de 200 g, do lote 3. As análises revelaram a presença de Coliformes Totais, *Escherichia coli*, Coliformes Termotolerantes e até mesmo bolores. Diante desses resultados, o produto não foi submetido a reanálise, sendo imediatamente reprovado e descartado para evitar riscos à segurança alimentar.

Tabela 12: Resultados microbiológicos Manteiga sem sal pote de 200g na data 15/03/2024.

Data da Análise	Produto	Data de Fabricação	Lote	Coli. T.	<i>E. coli</i>	Coli Ter.	Fungo	Levedura	Avaliação dos dados	Status
30/03/2024	Manteiga s/s 200g	27/03/2024	3	20	20	0	0	0	Reanálise	R
30/03/2024	Manteiga s/s 200g	27/03/2024	3	30	30	20	0	0	Reanálise	R
30/03/2024	Manteiga s/s 200g	27/03/2024	3	0	0	20	0	0	Reanálise	R
30/03/2024	Manteiga s/s 200g	27/03/2024	3	0	0	10	0	0	Reanálise c/desvio	R
30/03/2024	Manteiga s/s 200g	27/03/2024	3	0	0	0	0	0	Reanálise c/desvio	R

Fonte: Dados da empresa, adaptado do Autor (2024).

4.3 Resultados microbiológicos água

A água proveniente do setor de utilidades também faz parte da rotina de monitoramento microbiológico. O ponto de coleta está localizado na entrada da bateadeira, após o trocador de calor utilizado para o resfriamento. Em todas as amostras analisadas nos lotes de diferentes manteigas das datas 12/03/2024, 15/03/2024 e 27/03/2024, foi detectada a presença de Coliformes Totais. Além disso, *Escherichia coli* foi identificada em três lotes distintos, indicando um possível problema de contaminação na água utilizada no processo. Esses resultados são apresentados nas Tabelas 13 e 14. Além disso, foi verificado outros pontos de coleta da água industrial para outros setores da fábrica. Os resultados demonstraram que a presença microbiana não é uma exclusividade do setor da manteiga

Esse resultado foi vital para o mapeamento, pois demonstrou que a água utilizada como insumo para manteiga já apresenta uma carga microbiana. Ou seja, consequentemente, a chance de aparecer contagem no produto acabado se torna ainda mais relevante.

Tabela 13: Resultados microbiológicos água para a manteiga nas datas 12/03/2024, 15/03/2024, 27/03/2024 para todos os lotes que foram identificados contagem

Data da Coleta	Ponto analisado	Produto	Lote	Coli. T.	<i>E. coli</i>
12/03/2024	Entrada Água Gelada	Manteiga 200 g c/s	2	Presente	Presente
15/03/2024	Entrada Água Gelada	Manteiga Comum 5 Kg	8	Presente	Presente
15/03/2024	Entrada Água Gelada	Manteiga Comum 5 Kg	11	Presente	Ausente
27/03/2024	Entrada Água Gelada	Manteiga Comum 5 Kg	4	Presente	Ausente
27/03/2024	Entrada Água Gelada	Manteiga Comum 5 Kg	5	Presente	Ausente
27/03/2024	Entrada Água Gelada	Manteiga 200 g s/s	3	Presente	Presente

Fonte: Do autor (2024).

Tabela 14: Resultados microbiológicos gerais da fábrica nos meses de Janeiro e Fevereiro de 2024.

Descrição	Horário	Data da Análise	Mês	Código Interno	<i>E. coli</i>	Coli. 35°C
Água potável 4	09:10	29/01/2024	1	R001	Ausente	Presente
Água potável 5	07:45	02/02/2024	2	R001	Ausente	Presente
Água potável 7	08:10	02/02/2024	2	R001	Ausente	Presente
Água potável 2	08:35	03/02/2024	2	R001	Ausente	Presente
Água potável 4	08:45	03/02/2024	2	R001	Ausente	Presente
Água potável 5	08:30	03/02/2024	2	R001	Ausente	Presente
Água potável 6	08:20	03/02/2024	2	R001	Ausente	Presente
Água potável 5	07:50	05/02/2024	2	R001	Ausente	Presente
Água potável 6	08:45	17/02/2024	2	R001	Presente	Presente
Água potável 6	08:30	17/02/2024	2	R001	Presente	Presente
Água potável 7	08:50	19/02/2024	2	R001	Ausente	Presente

Fonte: Do autor (2024).

4.4 Endoscopia de linha e investigação de falhas de processo

Após a análise dos dados microbiológicos, foi realizada uma investigação completa na planta da manteiga durante o processo e após sua higienização.

Durante o mapeamento realizado após a higienização da endoscopia, foram identificados diversos pontos de atenção. O primeiro ponto crítico observado foi localizado entre o filtro de água e o trocador de calor de resfriamento. Essa região é responsável pela passagem da água potável proveniente do setor de utilidades, após a etapa de filtração. A localização exata desse ponto pode ser visualizada na Figura 36, enquanto sinais de oxidação detectados no local são apresentados na Figura 37.

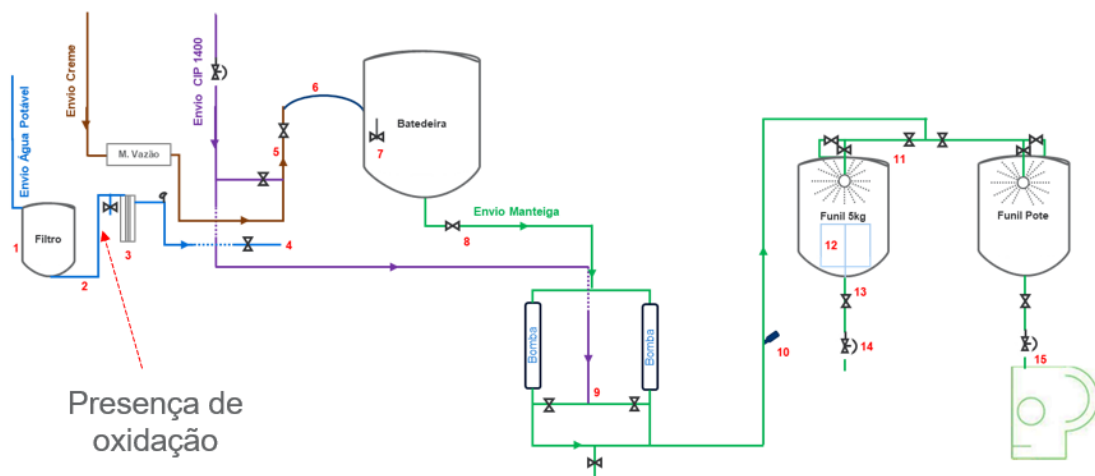


Figura 37: Ponto identificado de presença de oxidação.
Fonte: Do Autor (2024).



Figura 38: Presença de oxidação na linha, antes da entrada do trocador.
Fonte: Do Autor (2024).

O segundo ponto crítico identificado foi no próprio trocador de calor de resfriamento da água potável. Nesse local, foi encontrada a presença de rebarbas metálicas, cuja rugosidade pode favorecer a aderência e proliferação de microrganismos, comprometendo a qualidade da água utilizada no processo. De acordo com uma empresa especializada em rebarbamento de chapas metálicas, a rebarbação é o processo de remoção de excessos de metal que permanecem aderidos à superfície após o corte da chapa. No caso do puncionamento, a rebarba é gerada pela ação da ferramenta de corte na aresta do metal. Já nos cortes a laser ou por chama, podem permanecer resíduos de material fundido ao longo das bordas da chapa, o que pode impactar diretamente a higienização e a segurança microbiológica dos equipamentos. Para a remoção de rebarbas em chapas, peças e placas, o lixamento é um dos métodos mais utilizados. Atualmente, muitas indústrias adotam processos automatizados para essa finalidade, garantindo maior precisão e eficiência. Os equipamentos modernos de rebarbação contam com múltiplas unidades de processamento, que podem ser configuradas com diferentes tipos de abrasivos conforme a necessidade específica de cada aplicação. Dependendo dos requisitos do processo, há diversas máquinas e configurações disponíveis para assegurar um acabamento de alta qualidade. Dessa forma, os sistemas automatizados de rebarbação proporcionam bordas uniformes bem-acabadas, permitindo um processamento posterior mais seguro e eficiente das peças metálicas. Nesse caso, a remoção da rebarba não foi suficiente e esse ponto pode ser ideal para o crescimento microbiano, devido a sua saliência. Nas Figuras 39 e 39, é possível visualizar esse local e a persistência das imperfeições na superfície do trocador de calor.

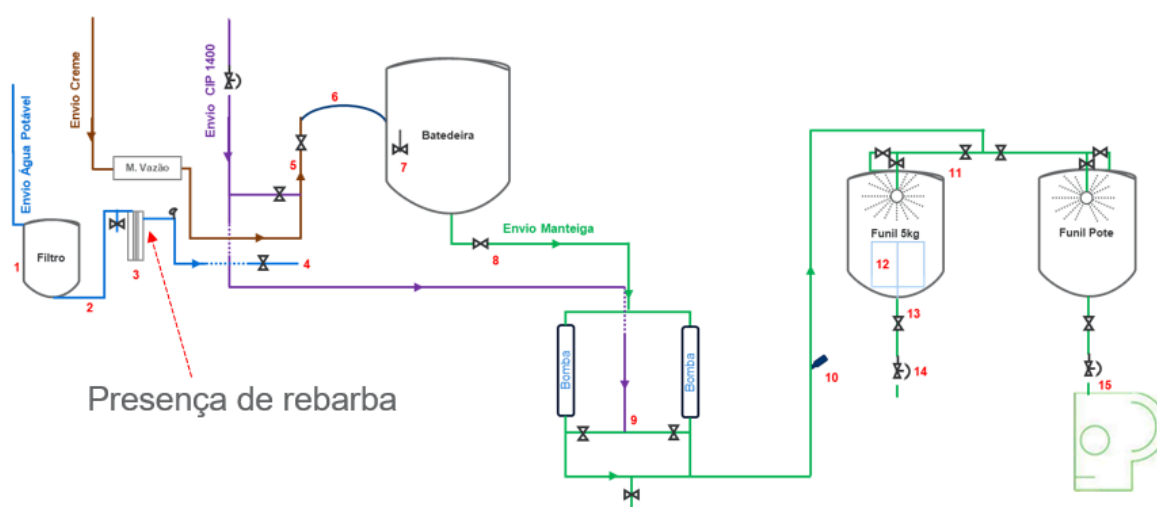


Figura 39: Ponto identificado de presença de rebarba.
Fonte: Do Autor (2024).



Figura 40: Presença de rebarba no trocador de calor de resfriamento de água.
Fonte: Do Autor (2024).

Outro ponto observado foi em relação as pás de agitação dentro do funil de 5 kg. Essas pás não são bem higienizadas durante o CIP. Dessa forma, a presença de manteiga fica evidente mesmo depois da higienização por CIP. Isso ocorre devido ao posicionamento das pás que não possuem um bom contato com o *Spray Ball* (bolas de spray estáticas) do tanque. Contudo, vale ressaltar que esse problema já era de conhecimento da operação e a esfrega manual era executado após o CIP. No entanto, essa situação está longe do ideal, pois a presença de irregularidades dificulta a higienização adequada das pás. Resíduos e sujidades podem permanecer aderidos mesmo após o processo de limpeza, criando um ambiente propício para a proliferação de microrganismos. Esse fator pode comprometer a qualidade do produto final e aumentar o risco de contaminação microbiológica ao longo do processo.

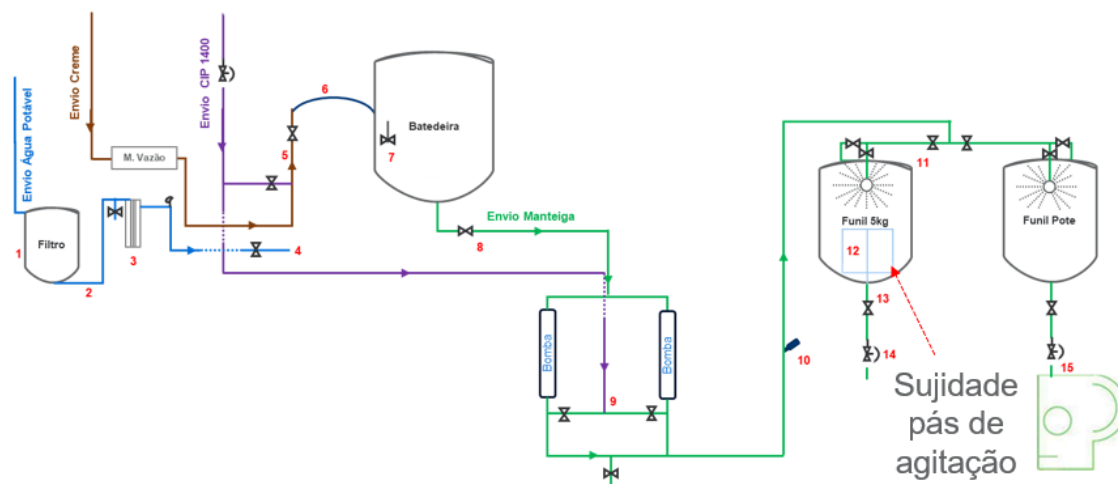


Figura 41: Identificação das pás de agitação do funil de 5kg.
Fonte: Do Autor (2024).



Figura 42: Sujidades pás de agitação no tanque de envase.
Fonte: Do Autor (2024).

Os *Spray Balls*, que são bolas de spray estáticas com furos que permitem jateamento nos equipamentos, de ambos os tanques se apresentaram em ótimo estado e sem entupimento por borrachas ou outros tipos de resíduos e podem ser visualizados nas Figuras 51 e 52. Isso ocorre sobretudo pela presença de sistema de filtros nas centrais CIPs. Além disso, a Unidade Industrial possui uma rotina de inspeção desses aspersores em todos os equipamentos.

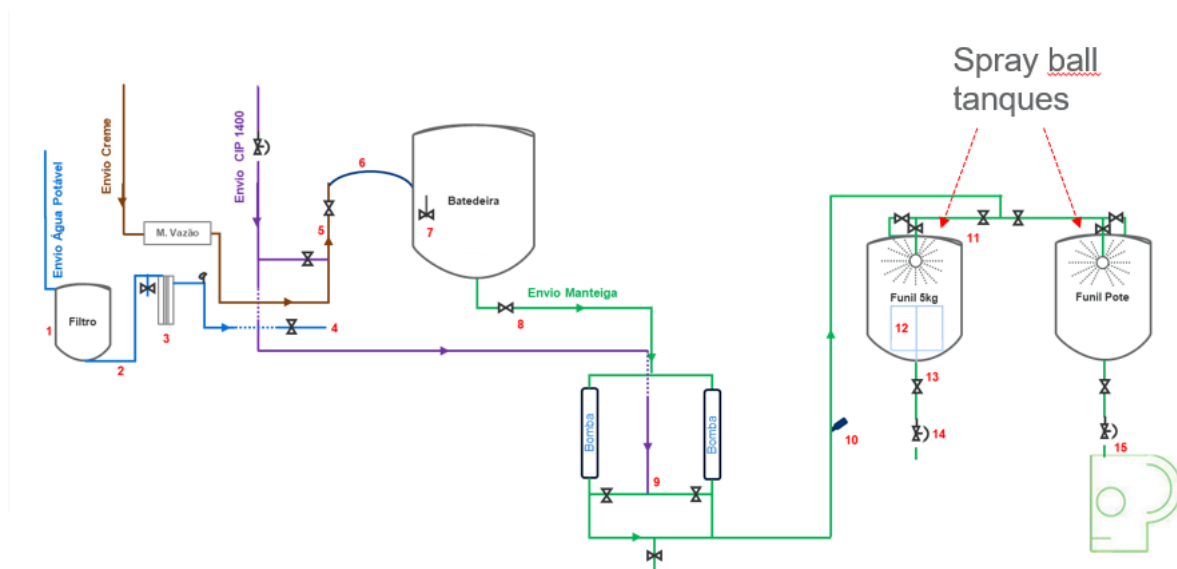


Figura 43: Identificação de *Spray Balls* de ambos os tanques de envase.
Fonte: Do Autor (2024).

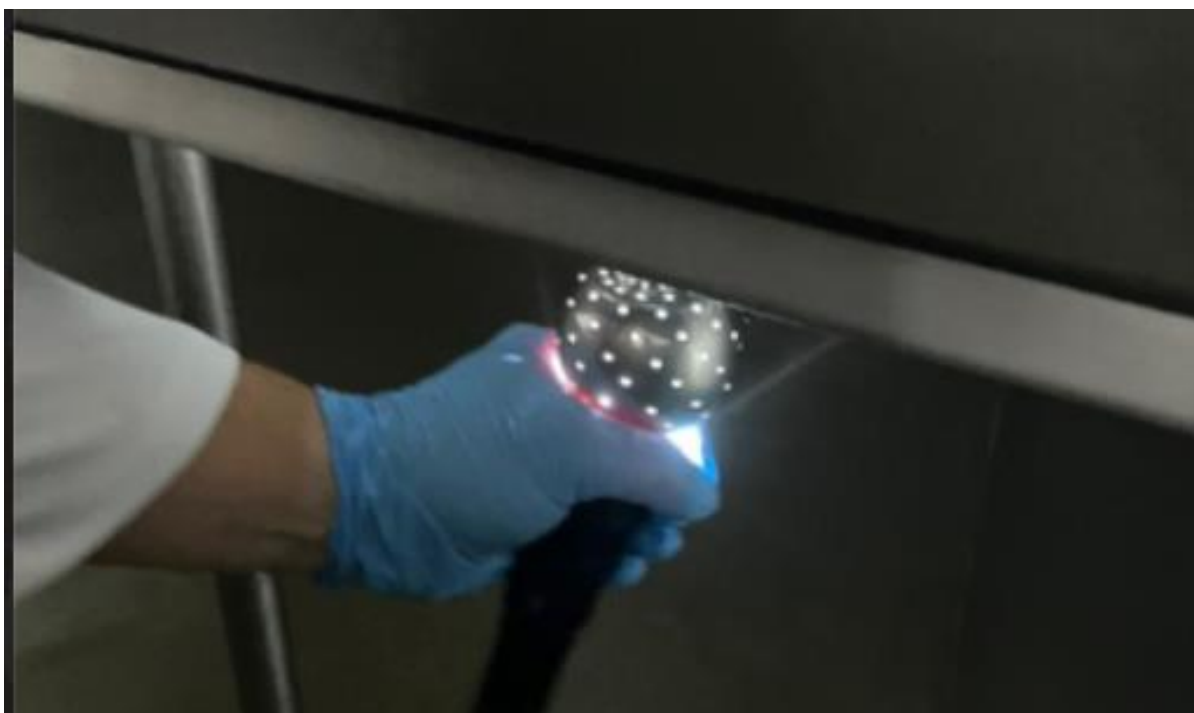


Figura 44: Luz passando pelo *Spray Balls* para verificação de entupimento
Fonte: Do Autor (2024).

Outro ponto crítico observado foi em relação às Boas Práticas de Fabricação (BPF) durante o processo de fabricação. Entre uma remessa e outra, os operadores deixaram a bateadeira e sua conexão com a bomba de envio abertas, expondo matéria orgânica, como mostrado na Figura 44. Essa prática pode facilitar a contaminação microbológica e comprometer a segurança e a qualidade do produto final, já que a matéria orgânica exposta oferece um ambiente favorável para o crescimento de microrganismos.



Figura 45: Residual orgânico nas conexões entre remessas.
Fonte: Do Autor (2024).

4.5 Mapeamento Central CIP

Durante o mapeamento, os tanques da Central CIP foram abertos para melhor investigação. Os resultados demonstraram que o tanque de água recuperada, o tanque alcalino e o tanque de ácido estavam com sujidades referentes a carga orgânica, conforme observado nas Figuras 45 e 46.

Esse problema pode ser atribuído a vários fatores. Um deles é a possível ineficiência no enxágue inicial em qualquer um dos sistemas CIP (Cleaning in Place) da central, seja no setor de Cream Cheese ou Manteiga, visto que ambos são interligados. A realização de CIPs de forma simultânea, especialmente no setor de Cream Cheese, pode resultar na divisão do volume do tanque entre os três sistemas, o que pode comprometer a quantidade de água disponível para uma limpeza eficaz. Isso, por sua vez, pode gerar uma carga orgânica elevada no retorno da solução de limpeza. Além disso, a falta de periodicidade na troca de soluções de limpeza e a ausência de um sistema de auto CIP, bem como a limpeza periódica dos próprios tanques da central, também contribuem para a manutenção de resíduos orgânicos. Os tanques de limpeza ricos em matérias orgânicas podem ser extremamente prejudiciais para o processo. Visto que,

ao invés de higienizar as plantas, irão trazer mais carga orgânica ao sistema de fabricação durante a higienização da planta.



Figura 46: Residual orgânico no tanque de água recuperada da Central CIP. Fonte: Do Autor (2024).



Figura 47: Residual orgânico no tanque de solução alcalina na Central CIP. Fonte: Do Autor (2024).

4.6 Ações realizadas

Diversas ações foram realizadas no mês de abril de 2024 como estratégias de conter e principalmente zerar as contaminações no setor de manteiga.

Na planta de manteiga, as pás de agitação fixas foram substituídas por uma nova pá de agitação móvel, conforme ilustrado nas Figuras 47 e 48. Essa mudança no processo facilita a

limpeza externa das pás, permitindo um acesso mais eficiente para a remoção de resíduos. Além disso, ao adotar essa nova configuração, o residual orgânico que antes não era alcançado pelo Spray Ball durante a higienização deixa de ser um problema, garantindo uma limpeza mais eficaz e uma redução significativa na possibilidade de contaminação microbiológica.



Figura 48: Nova pá de agitação móvel.

Fonte: Do Autor (2024).



Figura 49: Tanque sem a pá móvel.

Fonte: Do Autor (2024).

Outra ação importante foi referente a Boas Práticas de Fabricação. A operação foi engajada para não deixar residual de manteiga na bateadeira exposta entre remessas. Além disso, foi a equipe operacional da manteiga foi orientada a higienizar o residual orgânico de manteiga na ponta das tubulações e vedá-las para evitar exposição conforme a Figura 49.



Figura 50: Tubulação vedada e limpa entre remessas.

Fonte: Do Autor (2024).

Em relação a Central CIP houve mudança de procedimento. Diversas ações foram tomadas em relação a sua higienização. Como procedimento de Auto-CIP e periodicidade de monitoramento. Contudo, devido também a uma questão estratégica, a Central deixou de ser utilizada pelo setor de Manteiga e ficou disponível apenas para o Setor de *Cream Cheese*. Essa decisão permitiu também uma melhor separação evitando assim possíveis contaminações cruzadas. Dessa forma, o CIP da manteiga passou se tornar um CIP local, utilizando dosagem manual e circulação *in loco*. Apesar de ser um sistema manual e sem recuperação de solução química, se tornou uma opção mais segura para limpeza da planta. Dessa forma, a solução é preparada em um tanque e posteriormente é bombeada para higienizar as linhas, bateadeiras, funis de envase e a planta como um todo. A cada etapa, a solução é descartada totalmente para o preparo de uma nova solução até a finalização do CIP. A Figura 50 demonstra o novo tanque de solução com preparo manual.



Figura 51: Tanque de solução e bomba de CIP *in loco*.

Fonte: Do Autor (2024).

Por fim, a ação considerada a mais importante para o processo foi em relação a água utilizada na manteiga oriunda do setor de utilidades e que entra em contato direto com o produto.

Como apresentado no Tópico 4.3, a contagem microbiana da água tanto na manteiga, quanto na fábrica como um todo é elevada. Além disso, no Tópico 4.4 foi possível visualizar que os pontos de entrada de água para a bateadeira da manteiga apresentam ocorrências de oxidação e rebarba no trocador de calor. Dessa forma, diversas ações foram realizadas no setor de Utilidades para melhoria da qualidade de água na planta. Porém, essas mudanças não serão apresentadas nessa dissertação, por ainda estar em andamento e será detalhado em um trabalho futuro.

Contudo, a manteiga é o único produto da planta que possui contato direto com a água no processo de fabricação e devido aos constantes descartes foi necessária uma ação mais imediata. Assim sendo, foi implementado no setor de Padronização de Creme a pasteurização da água da manteiga.

A pasteurização tem como objetivo eliminar os microrganismos que causam a contaminação do produto (NUNES, 2014). Com a implementação dessa etapa no processo,

esperava-se que os microrganismos na água sejam inativados e não levem contaminação para manteiga, o produto acabado.

. Como resultado, foi inserida uma etapa adicional no processo do setor de padronização de creme. Com a alteração, após o CIP do pasteurizador, a água é pasteurizada e armazenada em um dos silos do setor conforme a Figura 51. Posteriormente, quando a manteiga atinge a etapa de lavagem, na qual é utilizada água, essa água pasteurizada é bombeada do setor de creme para ser empregada no processo de produção da manteiga. Essa modificação promove a garantia de qualidade microbiológica para que ela seja adequada para as fases subsequentes da produção, mantendo a segurança do produto final.



Figura 52: “Silo 8”, utilizado para armazenar água para lavar a manteiga.

Fonte: Do Autor (2024).

4.7 Novos resultados microbiológicos

Os resultados microbiológicos após as adequações realizadas foram extremamente satisfatórios. Os problemas de contaminação ocorreram no mês de março, as melhorias foram implementadas em abril, e, a partir de maio, os resultados começaram a refletir as mudanças. Desde então, até o presente momento (novembro de 2024), não houve mais contaminações nos produtos acabados de manteiga, independentemente do tipo. Além disso, a água também não apresentou mais contagens microbiológicas com a implementação do novo sistema de pasteurização. As Tabelas 15 a 18 mostram as melhorias observadas em maio, nas datas de

04/05/2024, 07/05/2024, e nos respectivos tipos de manteiga que haviam registrado contaminação anteriormente, bem como os resultados microbiológicos da água pasteurizada.

Tabela 15: Resultados microbiológicos Manteiga sem sal de 5 kg data 04/05/2024.

Data da Análise	Produto	Data de Fabricação	Lote	Coli. T.	E. coli	Coli Ter.	Fungo	Levedura	Avaliação dos dados	Status
04/05/2024	M. s/s 5 kg	04/05/2024	1	-	-	-	-	-	Conforme	Liberado
04/05/2024	M. s/s 5 kg	04/05/2024	1	-	-	40	-	-	Conforme	Liberado
04/05/2024	M. s/s 5 kg	04/05/2024	1	-	-	-	-	-	Conforme	Liberado
04/05/2024	M. s/s 5 kg	04/05/2024	1	-	-	-	-	-	Conforme	Liberado
04/05/2024	M. s/s 5 kg	04/05/2024	1	-	-	-	-	-	Conforme	Liberado
04/05/2024	M. s/s 5 kg	04/05/2024	2	-	-	20	-	-	Conforme	Liberado
04/05/2024	M. s/s 5 kg	04/05/2024	2	-	-	-	-	-	Conforme	Liberado
04/05/2024	M. s/s 5 kg	04/05/2024	2	-	-	-	-	-	Conforme	Liberado
04/05/2024	M. s/s 5 kg	04/05/2024	2	-	-	-	-	-	Conforme	Liberado
04/05/2024	M. s/s 5 kg	04/05/2024	2	-	-	-	-	-	Conforme	Liberado

Fonte: Do autor (2024).

Tabela 16: Resultados microbiológicos Manteiga com sal pote 200g data 07/05/2024.

Data da Análise	Produto	Data de Fabricação	Lote	Coli. T.	E. coli	Coli Ter.	Fungo	Levedura	Avaliação dos dados	Status
07/05/2024	M. c/s 200 g	07/05/2024	1	-	-	-	-	-	Conforme	Liberado
07/05/2024	M. c/s 200 g	07/05/2024	1	-	-	40	-	-	Conforme	Liberado
07/05/2024	M. c/s 200 g	07/05/2024	1	-	-	-	-	-	Conforme	Liberado
07/05/2024	M. c/s 200 g	07/05/2024	1	-	-	-	-	-	Conforme	Liberado
07/05/2024	M. c/s 200 g	07/05/2024	1	-	-	-	-	-	Conforme	Liberado

Fonte: Do autor (2024).

Tabela 17: Resultados microbiológicos Manteiga sem sal pote 200g data 08/05/2024.

Data da Análise	Produto	Data de Fabricação	Lote	Coli. T.	E. coli	Coli Ter.	Fungo	Levedura	Avaliação dos dados	Status
08/05/2024	M. s/s 200g	08/05/2024	1	-	-	-	-	-	Conforme	Liberado
08/05/2024	M. s/s 200g	08/05/2024	1	-	-	40	-	-	Conforme	Liberado
08/05/2024	M. s/s 200g	08/05/2024	1	-	-	-	-	-	Conforme	Liberado
08/05/2024	M. s/s 200g	08/05/2024	1	-	-	-	-	-	Conforme	Liberado
08/05/2024	M. s/s 200g	08/05/2024	1	-	-	-	-	-	Conforme	Liberado
09/05/2024	M. s/s 200g	08/05/2024	2	-	-	20	-	-	Conforme	Liberado
09/05/2024	M. s/s 200g	08/05/2024	2	-	-	-	-	-	Conforme	Liberado
09/05/2024	M. s/s 200g	08/05/2024	2	-	-	-	-	-	Conforme	Liberado
09/05/2024	M. s/s 200g	08/05/2024	2	-	-	-	-	-	Conforme	Liberado
09/05/2024	M. s/s 200g	08/05/2024	2	-	-	-	-	-	Conforme	Liberado

Fonte: Do autor (2024).

Tabela 18 - Resultados microbiológicos água pasteurizada. Data 04, 07 e 08 de maio de 2024.

Data Coleta	Ponto Analisado	Produto	Lote	<i>E. coli</i>	Coli. T.
04/05/2024	Água pasteurizada entrada manteiga	Manteiga comum 5 kg	1	Ausente	Ausente
04/05/2024	Água pasteurizada entrada manteiga	Manteiga comum 5 kg	1	Ausente	Ausente
07/05/2024	Água pasteurizada entrada manteiga	Manteiga 200g c/s	2	Ausente	Ausente
08/05/2024	Água pasteurizada entrada manteiga	Manteiga 200g c/s	1	Ausente	Ausente
08/05/2024	Água pasteurizada entrada manteiga	Manteiga 200g c/s	2	Ausente	Ausente

Fonte: Do autor (2024).

6. CONCLUSÃO

A investigação das causas da contaminação microbiológica na produção de manteiga revelou que diversos fatores podem contribuir para a presença de microrganismos indesejáveis no produto. A análise detalhada dos resultados microbiológicos permitiu identificar os principais contaminantes, e a avaliação minuciosa dos pontos críticos do processo produtivo apontou áreas sensíveis, como falhas na higienização e na qualidade da água utilizada nas datas 12/03/2024, 15/03/2024 e 27/03/2024. A implementação de melhorias no sistema de higienização e nas condições da água com a pasteurização desta, demonstrou resultados positivos, com as contaminações sendo zeradas a partir de 04/05/2024 e 07/05/2024. Sendo essas mudanças consideradas as principais ações resolutivas. O monitoramento contínuo das ações implementadas validou a eficácia das medidas corretivas, garantindo uma produção mais segura e eficiente. Dessa forma, este estudo evidenciou a importância de uma abordagem integrada e constante no controle de qualidade e segurança alimentar, sendo essencial a implementação de melhorias contínuas para garantir a excelência do produto final.

7. REFERÊNCIAS

- ABIA. DO SETOR, **ABIA Números**. Faturamento. Associação Brasileira das Indústrias de Alimentação, 2017. Disponível em: <https://www.abia.org.br/vsn/anexos/faturamento2017.pdf>. Acesso em: 08 nov. 2024.
- AHMED, Ashraf M.; SHIMAMOTO, Tadashi. Isolation and molecular characterization of *Salmonella enterica*, *Escherichia coli* O157: H7 and *Shigella* spp. from meat and dairy products in Egypt. **International journal of food microbiology**, v. 168, p. 57-62, 2014.
- ALFA LAVAL, **Alfa Laval's Annual Report for 2018**. Disponível em: <https://www.alfalaval.com/media/news/investors/2019/alfa-laval-s-annual-report-for-2018/>, Acessado no dia 22 de nov. de 2024.
- ALEMBONG, Hyacinth Adzueha. **Clean-in-place processes for food and beverage industries using systems engineering principles**. 2024. Dissertação de Mestrado. University of Johannesburg (South Africa).
- ALI, Ali A.; FISCHER, Randall M. Implementation of HACCP to bulk cream and butter production line. **Food Reviews International**, v. 21, n. 2, p. 189-210, 2005.
- ANDRADE, R. G., DE MAGALHÃES OLIVEIRA, S. J., HOTT, M. C., DE MAGALHÃES JUNIOR, W. C. P., CARVALHO, G. R., & DA ROCHA, D. T. Evolução recente da produção e da produtividade leiteira no Brasil. **Revista Foco**, 16(5), e1888-e1888, 2023.
- BAPTISTA, P., VENÂNCIO. A. Os Perigos Para a Segurança Alimentar no Processamento de Alimentos. Os Perigos para a Segurança Alimentar no Processamento de Alimentos, Guimarães: Forvisão - Consultoria em Formação Integrada, Lda., 2003.
- BRASIL, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Embrapa. Ageitec, Tecnologia de Alimentos. **Processo fabricação da manteiga**, 2021. Disponível em: <https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/tematicas/tecnologia-de-alimentos/processos/grupos-de-alimentos/lacteos/manteiga>. Acessado em 15 nov. 2024.
- BRASIL. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 71, de 24 de julho de 2020. Dispõe sobre a identidade e os requisitos de qualidade, que deve apresentar o produto denominado cream cheese. Disponível em: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/instrucao-normativa-n-71-de-24-de-julho-de-2020-269156245>. Acesso em: 24 nov. 2024

BRASIL, RIISPOA - Regulamento de Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal-RIISPOA. **Aprovado pelo decreto**, nº9.013, de 29 de março de 2007, v. 30, 2007.

BRASIL. Instrução Normativa nº 60, de 23 de dezembro de 2019. Estabelece as listas de padrões microbiológicos para alimentos. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, 2019.

BRASIL, Ministério da Saúde – MS. SEÇÃO, I.; POLOS DO PROGRAMA, Parágrafo Único. **Normas sobre as ações e serviços de saúde do Sistema Único de Saúde (SUS)**. Portaria de consolidação Nº 5, de 28 de setembro de 2017. **Política**, v. 20, p. 08, 2017.

BRASIL, Portaria n. 359, de 04 de setembro de 1997. **Regulamento Técnico para Fixação de Identidade e Qualidade de Requeijão**. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 08 de setembro de 1997. Disponível em: <<http://extranet.agricultura.gov.br/sislegis-consulta/consultarLegislacao.do?operacao=visualizar&id=1244>>. Acesso em: 08 nov. 2024.

BRASIL, Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento – MAPA. PORTARIA Nº 146 DE 07 DE MARÇO DE 1996. **Regulamentos Técnicos de Identidade e Qualidade dos Produtos Lácteos**, p. 1-41, 1996.

BREMER, Philip J.; FILLERY, Suzanne; MCQUILLAN, A. James. Laboratory scale Clean-In-Place (CIP) studies on the effectiveness of different caustic and acid wash steps on the removal of dairy biofilms. **International journal of food microbiology**, v. 106, n. 3, p. 254-262, 2006.

CANCINO-PADILLA, Nathaly; FELLEBERG, María Angélica; FRANCO, Wendy; IBÁÑEZ, Rodrigo A.; VARGAS-BELLO- -PÉREZ, Einar. Bacterias transmitidas por los alimentos en los productos lácteos: detección por técnicas moleculares. **Ciencia e investigación agraria**, v. 44, n. 3, p. 215-229, 2017.

CARRERA, Santiago Cadena. **Validação do processo CIP como ferramenta para melhorar a qualidade e a produtividade: estudo de caso em microcervejaria**. Diss. Dissertação de Mestrado, Centro Tecnológico, Universidade Federal de Santa Catarina), Florianópolis, 2015.

CHEN, Ao; MORADI, Saleh; HORT, Joanne. Product factors affecting milk choices among Chinese older adults. **Foods**, v. 13, n. 3, p. 371, 2024.

CHIKHA, Maria; FAYE, Bernard. Camel milk: White gold and its contribution to the sustainable development goals—A review. **Outlook on Agriculture**, p. 00307270251315472, 2025.

COLAK H., HAMPIKYAN H., BINGOL E.B., ULUSOY B. Prevalence of *L. monocytogenes* and *Salmonella* spp. in Tulum cheese. *Food Control*,18:576-579, 2008.

CUNHA, I.; SILVA, P. Módulo de Química – **Determinação da dureza total e permanente de uma água de consumo**. Porto Alegre, 2014. Disponível em: <https://web.fe.up.pt/~up201308548/>. Acesso em: 10 nov. 2024.

DA ROCHA, D. T. **EMBRAPA Gado de Leite**. Anuário Leite 2024. Juiz de Fora, MG: Embrapa Gado de Leite; Texto Comunicação Corporativa, 2024. Edição digital. Disponível em: <https://www.embrapa.br/gado-de-leite>. Acesso em: 15 maio 2025.

ECOLAB - FUNCIONAMENTO CENTRAL CIP, 2024. Disponível em: <<https://pt-br.ecolab.com/corporate-responsibility/growth-and-impact-report>>. Acesso em: 11 nov. 2024.

FDA, U. S. Guide to inspections of validation of cleaning processes. **Rockville, MD: US Food and Drug Administration**, 1993.

FEITOSA, T. et al. Pesquisa de *Salmonella* sp., *Listeria* sp. e microrganismos indicadores higiênico-sanitários em queijos produzidos no estado do Rio Grande do Norte. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, Campinas v.23, supl, p.162-165, 2003.

FERREIRA, Bianca Santos. Métodos de limpeza de equipamentos industriais: destaque para o sistema CIP. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Engenharia Química) - da Universidade Federal de São Carlos, 2023.

FIGUEIREDO, Elaine Lopes; MELO, Jéssica Kelly Lima; NEVES, Natália Caroline Oliveira. Hygienic-sanitary diagnosis and microbiological evaluation of dairy products from a dairy industry located in Tucuruí-Pará. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, 2016, Vol. 71, nº 2, 53-64 ref. 192016.

FIGUEIREDO, Elaine Lopes; JÚNIOR, José de Brito Lourenço; TORO, Maricely Janette Uria. Caracterização físico-química e microbiológica do leite de búfala “in natura” produzido no estado do Pará. **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial**, v. 4, n. 1, 2010.

FOX, Patrick F.; MCSWEENEY, Paul L.H. Cheese: an overview. **Cheese**, p. 5-21, 2017.

FRYER, P.; HASTING, A.; JEURNINK, J. Fouling and cleaning in food processing, **Proceedings of a conference held at Jesus College**, Cambridge 23 to 25 March 1994. Brussels: European Commission, 1996.

FRANCO, B. D. G.; LANDGRAF, M. **Microbiologia dos alimentos**. ed. São Paulo: Atheneu, 2005. 182p

GDP – Global Dairy Platform. **Annual Review 2016**. Rosemont, IL, (2017). Disponível em: <<https://www.globaldairyplatform.com/wp-content/uploads/2018/04/2016-annual-review-final.pdf>>. Acesso em: 10 nov. 2024.

GIBSON, H. et al. Effectiveness of cleaning techniques used in the food industry in terms of the removal of bacterial biofilms. **Journal of Applied Microbiology**, Malden, v. 87, p. 41- 48, 1999.

HOTT, M. C.; CARVALHO, G. R.; OLIVEIRA, A. F. Análise da concentração produtiva mesorregional de leite no Estado de Minas Gerais. In: **CONGRESSO INTERNACIONAL DO LEITE**, 2007. p. 2007.

JACQUES, K.; LYONS, T.; KELSALL, D. **The alcohol textbook**. Nottingham: Nottingham University Press, 2003

JAY, J.M. **Microbiologia moderna de los alimentos**. 3rd ed. Zaragoza: Editorial Acribia, p. 30-96, 1992.

JIANG, Yun et al. Aflatoxin in dairy cows: toxicity, occurrence in feedstuffs and milk and dietary mitigation strategies. **Toxins**, v. 13, n. 4, p. 283, 2021.

LEITE, José Luiz Belline. **O Comércio Internacional do Agronegócio do Leite**, 2020. Disponível em < <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1110792>>. Acessado em 11 de nov. 2024.

LELIEVELD, Huub LM; HOLAH, John; NAPPER, David (Ed.). **Hygiene in food processing: principles and practice**. Elsevier, 2014.

MACHADO, Roberto Luiz Pires; DUTRA, A. de S.; PINTO, Mauro Sergio Vianello. **Boas práticas de fabricação (BPF)**. 2015.

NARDY, Vinícius Pimenta Delgado Ribeiro; CARVALHO, Glauco R.; DA ROCHA, Denis T. (2019). **Mercado de leite fluido e queijos no Brasil: uma análise de 2005 a 2016**. In:

WORKSHOP DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA EMBRAPA GADO DE LEITE, 23., 2019, Juiz de Fora. Anais... Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, 2019. (Embrapa Gado de Leite. Documentos, 234).

NATARO, James P.; KAPER, James B. Diarrheagenic escherichia coli. **Clinical microbiology reviews**, v. 11, n. 1, p. 142-201, 1998.

NIKOLEISKI, D. Principles of hygienic design. **Journal of Journal of Hygienic engineering and design**, v. 1, p 15-18, 2012.

NOGUEIRA, Thallys da Silva; MONTEIRO, Ana Letícia Franco; SILVA, Darlan Henrique da Costa; SIQUEIRA, Kennya Beatriz; GOILATT, Priscila Vanessa Capriles. Quais os derivados lácteos mais consumidos no Brasil durante a pandemia da COVID-19?, 2022. In: **WORKSHOP DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA EMBRAPA GADO DE LEITE PIBIC/CNPQ**, 26., 2022, Juiz de Fora. Anais. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, 2022.

NUNES, Catarina Freitas. **Optimização de condições de pasteurização na indústria de derivados de tomate**. (Mestrado em Tecnologia Química) Instituto Politécnico de Tomar - Escola Superior de Tecnologia de Tomar, Tomar, 2014.

OMAR, D.; AL-ASHMAWY, M.; RAMADAN, H.; EL-SHERBINY, M. Occurrence and PCR identification of Salmonella spp. from milk and dairy products in Mansoura, Egypt. **International Food Research Journal**, v. 25, n. 1, p. 446-452, 2018.

PARTINGTON, DANIEL; BRUNNER, P.; SIMMONS, C. T.; WERNER, A. D.; THERRIEN, R.; MAIER, H. R.; DANDY, G. C. Evaluation of outputs from automated baseflow separation methods against simulated baseflow from a physically based, surface water-groundwater flow model. **Journal of Hydrology**, v. 458, p. 28-39, 2012

PAS, PROGRAMA ALIMENTO SEGURO - SENAI. **Programa de Alimentos Seguros**. 2018. Disponível em: <<http://www.alimentos.senai.br>>. Acesso em: 11 nov. 2024.

PEREIRA, Vanessa Sousa. Análise de um sistema de bombeamento para limpeza e desinfecção clean in place em uma indústria de cerveja. Trabalho de Conclusão de Curso, (Curso de Engenharia Química), Universidade Federal do Maranhão, 2021.

PEREIRA JUNIOR, Wagner Vicente. Projeto de redução no consumo de produtos químicos utilizados em indústrias de bebidas e alimentos. 2018. 40 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Química) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2018.

PERRY, Katia SP. Queijos: aspectos químicos, bioquímicos e microbiológicos. **Química nova**, v. 27, p. 293-300, 2004.

Pitt, J. I., & Hocking, A. D. (1997). **Fungi and food spoilage**. Blackie Academic & Professional. *New South Wales, Australia*.

PLETT, E. A. Cleaning of fouled surfaces. In: **Fouling and Cleaning in Food Processing**, Lund, D. B., Plett E., and Sandu C., eds, University of Wisconsin, Madison, WI, USA, 286 - 311, 1985.

PROSSER, Colin G. Compositional and functional characteristics of goat milk and relevance as a base for infant formula. **Journal of food science**, v. 86, n. 2, p. 257-265, 2021.

PUI, C. F.; WONG, W. C.; CHAI, L. C.; TUNUNG, R.; JEYALETCHUMI, P.; NOOR, H. M. N.; UBONG, A.; FARINAZLEEN, M. G.; CHEAH, Y. K.; SON, R. Salmonella: A foodborne pathogen. **International Food Research Journal**, v. 18, p. 465-473, 2011.

RAMOS, Gustavo Luis de Paiva Anciêns, Silva, Gabriel Macedo Magalhães, Ribeiro, Wesley Alves, & dos Santos Nascimento, Janaína. Salmonella spp. em produtos lácteos no Brasil e seu impacto na saúde do consumidor. In: **AVANÇOS EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS-VOLUME 4**. Editora Científica Digital, 2021. p. 254-266.

ROBINSON, Richard K.; TAMIME, Adnan Y.; WSZOLEK, Monika. **Microbiology of fermented milks**. v. 1, John Wiley and Sons, Inc, USA, p. 25-97, 2002.

ROSEN, Milton J.; KUNJAPPU, Joy T. **Surfactants and interfacial phenomena**. John Wiley & Sons, 2012.

SEBASTIANSKI, Meghan et al. Disease outbreaks linked to pasteurized and unpasteurized dairy products in Canada and the United States: a systematic review. **Canadian Journal of Public Health**, v. 113, n. 4, p. 569-578, 2022.

SIQUEIRA, Kennya Beatriz. O mercado consumidor de leite e derivados. **Circular Técnica Embrapa**, v. 120, p. 1-17, 2019.

SPLABOR. **Medidor de Condutividade: Descubra sua importância na Análise Laboral**. 2023. Disponível em: < <https://www.splabor.com.br/blog/medidor-de-condutividade->

2/conductividade-unidade-de-medida-que-determina-o-potencial-eletrico-de-uma-amostra/>
Acessado no dia 20 de nov. de 2024.

STOPIGLIA, Cheila Denise Ottonelli et al. Microbiological evaluation of peracetic acid for disinfection of acrylic resins. **Revista Odonto Ciência**, v. 26, p. 238-241, 2011.

SVENSSON, CECILIA. Tetra Pak Processing Solutions: Cleaning Handbook. 2008, p. 4-70. Disponível em: <<http://www.dairyprocessinghandbook.tetrapak.com/public/chapter/cleaning-dairy-equipment>>. Acessado em 8 nov. 2024.

TAMIME, Adnan Y. (Ed.). **Cleaning-in-place: dairy, food and beverage operations**. John Wiley & Sons, 2009.

TETRA PAK. (2015). HANDBOOK Cleaning in place A guide to cleaning technology in the food processing industry. *Lund, Suécia*.

TETRA, P. The Orange Book. **Tetra Pak Processing Systems** AB: Lund, Sweden, 2004.

TORTORA, Gerard J.; CASE, Christine L.; FUNKE, Berdell R. **Microbiologia**-12ª Edição. Artmed Editora, 2016.

TRETALON. 2024. **Bombas, Compressores, Instrumentação e Válvulas**. Disponível em: <https://vallair.com.br/?gad_source=1&gclid=CjwKCAiA3ZC6BhBaEiwAeqfvylG09nqOTB9pYIjyp4Mj1zqrKlKll4dRu4FTOfM_r_CgaROeoYogThoCqkkQAvD_BwE>. Acessado em 25 de nov. de 2024.

VARNAM, A. H.; SUTHERLAND, J. P. **Milk and milk products**.-Gaithersburg, MD: Aspen Publishers. 2001.

VENTURINI, Katiani Silva; SARCINELLI, Maryelle Freire; SILVA, LC da. Características do leite. **Boletim Técnico**. Universidade Federal do Espírito Santo, Pró-Reitoria de Extensão, Programa Institucional de Extensão, PIE-UFES, v. 1007, n. 6, 2007.

WHO, World Health Organization. **Salmonella (non-typhoidal)**, 2021. Disponível em: <[https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/salmonella-\(non-typhoidal\)](https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/salmonella-(non-typhoidal))>. Acesso em: 12 nov. 2024.

ZAFFARI C. B., MELLO J. F., COSTA M. Qualidade bacteriológica de queijos artesanais comercializados em estradas do litoral norte do Rio Grande do Sul, Brasil. **Ciência Rural**, 37:862-867, 2007.

- V23i Valadão, João Antonio Coutinho.
Investigação de causas de contaminação em uma planta de produção de manteiga com ações resolutivas / João Antonio Coutinho Valadão. – Uberaba (MG), 2025.
85 f. : il., color.
- Dissertação (Mestrado) – Universidade de Uberaba. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Química. Mestrado Profissional. Área de concentração: Desenvolvimento de Processos Químicos Industriais.
Orientadora: Profa. Dra. Harielly Marianne Costa Marques.
Coorientador: Prof. Dr. Euclides Antônio Pereira de Lima.
1. Alimentos – Microbiologia. 2. Manteiga – Contaminação. 3. Higiene industrial. 4. Alimentos – Indústria – Controle de qualidade. I. Marques, Harielly Marianne Costa. II. Lima, Euclides Antônio Pereira de. III. Universidade de Uberaba. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Química. IV. Título.
- CDD 664.001579

Tatiane da Silva Viana – Bibliotecária – CRB-6/3171