

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PAMPA
CURSO DE ENGENHARIA QUÍMICA**

THAIS CANTO PERES

**PROPOSTAS DE MELHORIAS QUE POSSIBILITEM A REUTILIZAÇÃO DA
SALMOURA UTILIZADA NA SALGA DO QUEIJO MUÇARELA**

**Bagé
2022**

THAIS CANTO PERES

**PROPOSTAS DE MELHORIAS QUE POSSIBILITEM A REUTILIZAÇÃO DA
SALMOURA UTILIZADA NA SALGA DO QUEIJO MUÇARELA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Engenharia Química da Universidade Federal do Pampa, como requisito parcial para obtenção do Título de Bacharel em Engenharia Química.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Tânia Regina de Souza

Bagé

2022

Ficha catalográfica elaborada automaticamente com os dados fornecidos
pelo(a) autor(a) através do Módulo de Biblioteca do
Sistema GURI (Gestão Unificada de Recursos Institucionais) .

P437p Peres, Thais Canto

Propostas de melhorias que possibilitem a reutilização da salmoura utilizada na salga do queijo muçarela / Thais Canto Peres.

60 p.

Trabalho de Conclusão de Curso(Graduação)-- Universidade Federal do Pampa, ENGENHARIA QUÍMICA, 2022.

"Orientação: Tânia Regina de Souza".

1. Salmoura. 2. Recuperação da salmoura. 3. Filtração. 4. Queijo muçarela. I. Título.



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
Universidade Federal do Pampa

THAIS CANTO PERES

**PROPOSTAS DE MELHORIAS QUE POSSIBILITEM A REUTILIZAÇÃO DA SALMOURA
UTILIZADA NA SALGA DO QUEIJO MUÇARELA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia Química da Universidade Federal do Pampa, como requisito parcial para obtenção do Título de Bacharel em Engenharia Química.

Trabalho de Conclusão de Curso defendido e aprovado em 08 de agosto de 2022.

Banca examinadora:

Profa. Dra. Tânia Regina de Souza
Orientadora
(UNIPAMPA)

Prof. Dr. Edson Abel dos Santos Chiamonte
(UNIPAMPA)

Prof. Dr. Luciano Vieceli Taveira
(UNIPAMPA)



Assinado eletronicamente por **TANIA REGINA DE SOUZA, PROFESSOR DO MAGISTERIO SUPERIOR**, em 19/08/2022, às 15:06, conforme horário oficial de Brasília, de acordo com as normativas legais aplicáveis.



Assinado eletronicamente por **EDSON ABEL DOS SANTOS CHIARAMONTE, PROFESSOR DO MAGISTERIO SUPERIOR**, em 20/08/2022, às 09:51, conforme horário oficial de Brasília, de acordo com as normativas legais aplicáveis.



Assinado eletronicamente por **LUCIANO VIECELI TAVEIRA, PROFESSOR DO MAGISTERIO SUPERIOR**, em 24/08/2022, às 12:57, conforme horário oficial de Brasília, de acordo com as normativas legais aplicáveis.



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://sei.unipampa.edu.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **0899112** e o código CRC **7B185343**.

Referência: Processo nº 23100.016182/2022-21 SEI nº 0899112

A dedicatória não é somente neste trabalho, pois esse não foi um terço de todo o esforço e dedicação no decorrer do curso. Com isso, dedico a todos que sempre estiveram ali me dando um ombro amigo quando as lágrimas escorriam, minha família, namorado e meus amigos, e por último e não menos importante a professora Tânia que sempre me resgata quando necessário.

AGRADECIMENTO

Alô Mãe, lembra que eu disse que conseguiria? Força, gratidão, dedicação, perseverança, amor e fé são as palavras que definem a minha trajetória.

Eu sei que, toda glória vai ser dada à Deus. Mas não posso esquecer daquele que me deu a mão, daqueles porque foi mais de um, sem eles, não chegaria a lugar nenhum. Em primeiro lugar, não poderia ser diferente, dedico toda a minha vitória, garra, e persistência para aquela que quando desanimei, me deu forças para seguir mesmo quando tudo que eu mais queria é tacar o foda-se, naqueles momentos em que eu só me questionava “o que estou fazendo aqui”, era ela que segurava a minha mão, mesmo em um outro plano espiritual, eu sabia que ela estava ali. Te dedico vizinha Jorgina todo meu esforço e empenho para atingir meu objetivo. Sou completamente grata por todos os apoiadores que encontrei no meu caminho, em especial a minha mãe Samira e meu avô Ismar, os meus primeiros incentivadores, que desde o início vibraram e torceram por mim, e mesmo a 15 dias operada foram os que mais me apoiaram e que sempre fizeram de tudo para que eu conseguisse estudar e me dedicar em prol da realização do meu sonho, sem eles nada seria possível. Aos meus irmãos Tamires e Pétersson que sempre me impulsionaram e nunca duvidaram do meu potencial, especialmente minha irmã que sempre foi meu exemplo de mulher foda, de fibra e bondade que sempre me instigou a desbravar os horizontes, a voar mundo a fora em busca de oportunidades que me desenvolvesse em todos os âmbitos da minha vida. Ao meu namorado Bernardo que sempre esteve comigo, mesmo em momentos em que eu tive de abdicar de momentos incríveis, de passeios e encontrar amigos, ele sempre esteve ali, quando o silêncio devia prevalecer ele estava lá mudo e calado apenas para me fazer companhia, somente para que eu não ficasse sozinha. A cada choro, ele estava lá para me fazer rir da situação. No momento no qual ele não sabia o que dizer a uma discente que tinha estudado horrores e havia quase zerado uma prova, ele questionou ao senhor google “o que dizer quando uma pessoa tira zero em uma prova”? E após tal questionamento seu consolo foi: “Não é uma nota que medirá sua capacidade”. Ao meu cunhado Maurício que sempre com palavras dóceis e iluminadas me encorajava a seguir adiante. Ao meu pai Zé, tio Jader e tia Fernanda que a todo momento de contato me estimularam mesmo diante as dificuldades. As amigades que fiz durante toda essa jornada, amigos que levo comigo

para sempre. Em especial a Bruna e a Érica que são amizades conquistadas no âmbito da universidade, na qual sou extremamente grata.

Quem diria na frente da sala de Equações Diferenciais conheci uma das amigas que mais me entende, a Bruninha, e foi uma conexão inexplicável, uma ligação uma doação mútua que agradeço a Deus por ter a colocado na minha vida, aquela que mais puxa minhas orelhas, que me ensina e se doa de forma inexplicável pela nossa amizade.

Jamais imaginária que ao convidar uma menina para fazer um trabalho em grupo, teria conquistado uma cúmplice para vida, nosso elo nos acompanhou durante todo o percurso. Conheci a Érica em uma aula monótona de fundamentos da administração, todavia nossa amizade não tem nada de calma, sempre fomos muito diferentes, e com isso nos completamos. Nosso sonho sempre foi formamos juntas. Durante toda nossa trajetória nos organizamos para tal, e hoje estar mais perto do que nunca de realizarmos nosso maior objetivo é uma das melhores sensações. A Érica sempre me diz que eu fui a força que ela precisava, mas mal sabe ela toda a força e coragem que me deu para juntas estarmos a um passo da nossa formatura, mas uma coisa não esperávamos ter a Patinha junto a nós, que benção senhor!

Agradeço também as amizades de fora da universidade, mas que se fizeram tão importante durante toda minha vida, a Drica, Gabi e Sheridam sem elas nada seria possível. Sem a pausa nessa rotina louca jamais teria conseguido. Como sempre dizemos: “tem dias que um café, uma gelada ou açaí com as amigas é tudo que precisamos”. Em diversos momentos elas foram meu refúgio em meio ao caos, aquele rolê, aquelas conversas com mil assuntos paralelos e sem terminar nenhum, literalmente foram meu porto seguro.

Não posso deixar de citar nesse o Alessandro meu colega de universidade e atualmente de empresa, foi ele quem me incentivou a fazer meu TCC na queijaria da empresa! Meu muito obrigada, tenho certeza que foi a minha melhor escolha!

Agradeço também a todos os colegas e amigos que se fizeram importantes na minha jornada, não citarei nomes para não cometer uma gafe e esquecer algum.

E sobre uma das professoras que tem um coração gigante, que sempre está pronta para compreender toda a situação do aluno, aquela que com sua calma nos tranquiliza com poucas palavras, sim a professora Tânia, aquela que me resgatou para seu time de orientadas, graças à Deus, ele ouviu minhas preces! Professora lhe devo tudo, e mais um pouco por toda ajuda dedicada a mim durante toda minha

história na universidade e devo mais ainda na finalização do meu sonho, com certeza sem a senhora não teria concluído dois TCC's em um. Sou extremamente grata por isso!

O professor Edson, muitos o temem, por suas disciplinas complexas, por ele ser um professor diferente dos outros, de poucas palavras, mas mal sabem os colegas que é só demonstrar interesse pela disciplina que verá uma nova versão dele. Nunca vi um professor tão dedicado, sábado ou domingo sem problemas podemos sim, se todos concordarem, adiar a prova para esses dias... Quem no mundo abdicaria de sua vida para ajudar seus alunos?? Só o senhor professor! Muito obrigada por todos os seus ensinamentos.

O professor Taveira, nossa que coração, uma pena não dar mais cadeiras, certeza de que aprenderíamos muito mais cedo a possuir garra e força. Professor que trata cada aluno de forma singular, envia a nota da prova para cada aluno com um e-mail dizendo o porquê de tal nota, citando suas qualidades e suas falhas, te incentivando sempre. Quando li meu e-mail chorei, e não foi pela nota e sim pela dedicação deste. Pessoa esta que transmite leveza no seu conteúdo, por mesclar teoria e brincadeiras. Sua aula é fantástica!

Enfim, agradeço a universidade e demais professores, vocês moldaram o meu ser, tanto profissionalmente quanto pessoalmente, apesar de todo o sofrimento ao longo dos anos, hoje compreendo que se fez necessário para formar Engenheiros Químicos de garra, que não se abalariam por qualquer circunstância, que dariam o seu máximo sempre, e jamais aceitariam qualquer coisa sem questionar qualquer fato!

Com certeza levarei comigo um pouco de cada um de vocês, cada personalidade, cada crítica, cada incentivo, cada puxão de orelha foi essencial para meu crescimento. Entrei na universidade uma menina, e sairei muito mais madura cheia de vontade de desbravar todas as oportunidades a mim concedidas!

Se precisasse faria tudo de novo! Com o reconhecimento que sem Deus nada aconteceria! Obrigada a todos pela confiança depositada a mim!

“Se olhe, se valorize, e se permita errar. Se dê de presente a chance de pelo menos tentar. Se o ‘se’ for bem usado, o impossível sonhado pode se realizar”.

Bráulio Bessa

RESUMO

O presente trabalho decorreu na queijaria de uma indústria de laticínios no estado do Rio Grande do Sul, durante um período de dois meses. Para a produção das peças de queijo muçarela, ocorrem diversas etapas, dentre as principais está a salga que contribui com inúmeros parâmetros como: formação do sabor, controle de umidade, controle microbiológico, dentre outros. A salga pode ser realizada de diversas formas, como por exemplo, adição de sal no leite, na massa, a seco e por imersão na salmoura. Esta última é a mais usual no Brasil e é utilizada na indústria em questão. No entanto a salmoura é motivo de preocupação, pois oferece riscos à saúde dos consumidores através da contaminação cruzada em virtude de falhas na periodicidade das análises, sua correção ou recuperação. Dessa forma, o objetivo deste trabalho é apresentar algumas melhorias no processo de salga dos queijos muçarela, quanto às análises físico-químicas, microbiológicas e à necessidade ou não de correções da solução salina. Os resultados obtidos mostram a necessidade de uma correção na temperatura da salmoura e na concentração de sal, que atualmente não é realizada. Quanto ao pH o valor se manteve dentro do estabelecido de 5,2 a 5,4, possivelmente pelo tamponamento da salmoura. Os resultados da contagem de microrganismos realizado nas análises microbiológicas, obtiveram valores aceitáveis. Foram sugeridas diversas alterações nas planilhas onde são anotados os parâmetros obtidos nos laboratórios da indústria e também um método para correção da concentração de sal da salmoura. Em vista disso, almeja-se, auxiliar na melhoria da qualidade do queijo muçarela, através do tratamento da salmoura e melhorias elencadas no decorrer desse estudo.

Palavras-chaves: Salmoura. Recuperação da salmoura. Filtração. Queijo muçarela.

ABSTRACT

The work took place in the cheesemaking sector of a dairy industry in the state of Rio Grande do Sul, during a period of two months. For the production of the pieces of mozzarella cheese, several steps occur, among the main ones is the salting, which contributes to numerous parameters such as: flavor formation, humidity control, microbiological control, among others. The salting can be done in several ways, such as adding salt in the milk, in the paste, dry, and by immersion in brine. The latter is the most usual in Brazil and is used in the industry in question. However, the brine is a cause for concern, because it offers risks to the health of consumers through cross contamination due to failures in the periodicity of analysis, its correction or recovery. Thus, the objective of this work is to present some improvements in the salting process of mozzarella cheeses, regarding the physical-chemical and microbiological analysis and the need or not of corrections of the saline solution. The results obtained show the need for a correction in the brine temperature and in the salt concentration, which is not currently done. As for the pH value, it remained within the established range of 5.2 to 5.4, possibly due to the buffering of the brine. The results of the microorganism count performed in the microbiological analyses, obtained acceptable values. Several changes were suggested in the spreadsheets where the parameters obtained in the industry laboratories are recorded, and also a method to correct the brine salt concentration. In view of this, it is aimed to help improve the quality of mozzarella cheese through the treatment of brine and improvements listed during this study.

Keywords: Brine. Brine recovery. Filtration. Mozzarella cheese.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Quantidade de leite industrializado em cada estado do Brasil em 2021 ...	22
Figura 2 - Produtos comercializados na Indústria de Laticínios X	28
Figura 3 - Processo de preparação da massa muçarela	29
Figura 4 - Filtração	36
Figura 5 - Fluxograma das análises realizadas na Indústria de laticínios X	38
Figura 6 - Recipiente improvisado e saco estéril utilizados para coleta de amostras	39
Figura 7 - Modelo do pHmetro utilizado	40
Figura 8 - Proveta utilizada para retirada de amostras e areômetro de Baumé	41
Figura 9 - Turbidímetro.....	43
Figura 10 - Equipamentos utilizados na análise microbiológica	44
Figura 11 – Recipiente de coleta de amostras, fabricado em aço inoxidável	54

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Composição média e variação dos componentes do leite de vaca	21
Tabela 2 - Produção mundial de leite de 2016 a 2020, em milhões de toneladas. ...	21
Tabela 3 – Tratamento da massa e fatores de maturação dos queijos	24
Tabela 4 - Composição média do queijo muçarela no Brasil.....	25
Tabela 5 - Principais análises físico-químicas da salmoura	35
Tabela 6 - Equivalência entre graus Baumé (Bé) e %de de NaCl (m/v).....	42
Tabela 7 - Visão geral das placas	45
Tabela 8 - Resultados das análises físico-químicas da salmoura	48
Tabela 9 - Resultados das microbiológicas da salmoura	50

LISTA DE SIGLAS

ABIQ – Associação Brasileira das Indústrias de Queijo

CIP – Clean In Place

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

EUA – Estados Unidos da América

GMO – Laboratório de Controle de Qualidade

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

MAPA – Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento do Brasil

PIB – Produto Interno Bruto

RIISPOA – Regulamento de Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem
Animal

RS – Rio Grande do Sul

TCC – Trabalho de Conclusão de Curso

UHT – Ultra High Temperature

UNIPAMPA – Universidade Federal do Pampa

USDA – Departamento de Agricultura dos Estados Unidos

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	17
2	OBJETIVOS.....	19
2.1	Objetivo geral	19
2.2	Objetivos específicos	19
3	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	20
3.1	Produção de Leite	20
3.2	Produção de queijos	23
3.2.1	Produção do queijo muçarela	25
3.3	Produção de muçarela na Indústria de laticínios X.....	27
3.3.1	Salmoura.....	31
3.3.1.1	Caracterização da salmoura.....	34
3.3.1.2	Filtração da Salmoura.....	36
4	METODOLOGIA EXPERIMENTAL	38
4.1	Coleta da Amostra.....	39
4.2	Análises físico-químicas	39
4.3	Análises microbiológicas	43
4.3.1	Contagem de mesófilos.....	45
4.3.2	Contagem de bolores e levedura.....	45
4.3.3	Contagem de coliformes Totais	46
4.3.4	Contagem de <i>Escherichia Coli</i>	46
4.3.5	Contagem de <i>Staphylococcus Aureus</i>	46
5	RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	48
5.1	Resultados das análises físico-químicas.....	48
5.2	Resultados das análises microbiológicas	50
5.3	Propostas de melhorias no processo	52
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	56
7	REFERÊNCIAS	57

1 INTRODUÇÃO

O leite é considerado um alimento nutricionalmente benéfico, contribuindo principalmente como fonte de cálcio e proteínas. Apresenta grande versatilidade, possibilitando a obtenção de diversos subprodutos, como queijos, iogurtes, creme de leite, leite condensado, leite em pó, manteiga e doce de leite. Esses subprodutos com valor agregado, fazem com que o setor de laticínios, represente uma parcela expressiva na agricultura do Brasil, acarretando uma elevação do Produto Interno Bruto (PIB) do país.

As indústrias de laticínios que atuam na produção de queijos (as queijarias), englobam grande número de operações e atividades que variam em função do tipo de queijo a ser produzido. A produção de queijos absorve mais de 40% do leite produzido no Brasil e, ao mesmo tempo, este é um dos mercados com o maior potencial de crescimento de consumo no país (RIO PARDO LATICÍNIO, 2022), uma vez que o consumo de queijo pelos brasileiros é metade do consumo dos argentinos e um quarto do consumo dos habitantes de países europeus. (RENTERO - EMBRAPA, 2021).

Para garantir a qualidade do produto final, além dos cuidados que devem ser tomados no processo de fabricação, é essencial realizar análises físico-químicas (cor, sabor, odor, isenção de antibióticos, teor de acidez e porcentagem de gordura) e também análises microbiológicas, tanto do leite e da salmoura, quanto do queijo produzido (FERNANDO MORO; DITTMAR WEISE, 2016)

Dentre as principais etapas no processamento do queijo muçarela, enfatiza-se a salga graças às inúmeras funções desempenhadas por esta. O queijo muçarela pode ter sua salga feita de algumas maneiras, como, por exemplo, a salga à seco (distribuição do sal na superfície dos queijos), no leite ou então na massa, e ainda a imersão das peças muçarelas em salmoura, processo mais usual no Brasil.

Um aspecto importante a ser estudado nas queijarias é a qualidade da salmoura utilizada na fabricação dos queijos, no entanto pode ser considerada um ponto crítico de produção devido à falta de legislação estipulando parâmetros de controle, que garantam a qualidade das peças imersas.

A salmoura faz parte do processo final de fabricação do queijo muçarela, conferindo ao queijo sabor. O sal também auxilia como conservante ajudando a inibir a proliferação de microrganismos.

Este trabalho justifica-se pela inserção da autora em uma indústria de laticínios do estado do Rio Grande do Sul - RS, que nesse trabalho será chamada de indústrias de laticínios X (a pedido da empresa, foi omitido o nome). No acompanhamento do processo de produção verifica-se a necessidade de melhorias no processo de salga do queijo muçarela. Para tanto, será proposto um tratamento visando melhorias que possibilitem a reutilização da salmoura, acarretando uma economia à empresa.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

O presente trabalho tem por objetivo geral propor um tratamento visando melhorias que possibilitem a reutilização da salmoura, utilizada na imersão de queijos muçarela, no setor da queijaria, na indústria de laticínios X no estado do Rio Grande do Sul (RS).

2.2 Objetivos Específicos

Como objetivos específicos, destacam-se:

- Conhecer todas as etapas do processo de produção do queijo muçarela;
- Caracterizar a salmoura utilizada quanto às características físico-químicas (pH e acidez) e microbiológicas (Bolors e Leveduras, Coliformes Totais, *Escherichia Coli*, *Staphylococcus Aureus*, bactérias mesófilas aeróbicas);
- Propor melhorias no processo, tanto documental quanto operacional, que possibilitem a reutilização da salmoura;
- Comparar com dados da literatura.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Nesta seção é apresentada a revisão bibliográfica necessária para o entendimento do trabalho proposto. Inicia-se com a discussão de conceitos básicos sobre produção de leite e produção de queijos, ressaltando aspectos da produção do queijo muçarela. Posteriormente aborda-se a produção de muçarela na Indústria de laticínios X, com ênfase na salmoura utilizada na salga da muçarela, sua caracterização, controles tanto microbiológicos quanto físico-químicos.

3.1 Produção de leite

Conforme define o (MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, 2022) através do Regulamento de Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal (RIISPOA), o leite pode ser definido como sendo “o produto oriundo de ordenha completa e ininterrupta, em condições de higiene, de vacas sadias, bem alimentadas e descansadas, excetuando-se o período entre 30 dias antes e 10 dias depois do parto”.

Do ponto de vista biológico, o leite é um líquido branco, proveniente das glândulas mamárias das fêmeas dos mamíferos. Todas as fêmeas de todas as espécies de mamíferos produzem leite cuja função é a alimentação de seus filhotes. Essa alimentação provê a quantidade de nutrientes necessária ao crescimento e fortalecimento do sistema imunológico, garantindo o desenvolvimento do filhote. Contém em sua composição, diversas substâncias, como: lactose, glicérides, cálcio, proteínas, sais minerais, vitaminas, enzimas etc. (PELLEGRINI, 2017).

Diversas espécies podem ser criadas com a finalidade de produção de leite, como: a vaca (*Bos taurus*), a ovelha (*Ovis aries*), a cabra (*Capra hircus*) e a búfala (*Syncerus caffer*). O leite apresenta diferentes constituintes dependendo da raça, espécies, quantidade de ordenhas, temperatura, alimentação e outros fatores (MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, 2022).

Segundo o decreto-lei nº 15.642 de 08 de fevereiro de 1946, no Brasil, o termo leite é privativo do produto de bovinos e outros leites devem ter sua denominação seguida da indicação do animal de origem, como leite de búfala, por exemplo (LIMA, 2010).

O leite de vaca apresenta densidade maior que a da água, que varia de 1,028 a 1,036, ponto de congelamento de -0,550 a -0,750°C e de ebulição de 101°C no nível do mar (LIMA, 2010). Os principais componentes e a composição média do leite são apresentados na Tabela 1, a seguir.

Tabela 1 - Composição média e variação dos componentes do leite de vaca

Componente	Valor médio	Limite de variação
Água	87,0%	85,3 a 88,7%
Sólidos totais	13,0%	11,3 a 14,7%
Gordura	4,0%	2,5 a 5,5%
Proteínas	3,3%	2,3 a 4,3%
Lactose	4,6%	3,8 a 5,4%
Sais minerais	0,7%	0,57 a 0,83%

Fonte: Lima (2010).

Segundo o Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (USDA) Formigoni (2020) a produção mundial de leite em 2020 foi estimada em 532,2 milhões de toneladas, aumento de 1,5% frente a 2019 (524,3 milhões de toneladas) e de 6,75% acima do observado em 2016 (498,6 milhões de toneladas). Os dados da produção de leite no período de 2016 a 2020 são apresentados na Tabela 2 a seguir, em milhões de toneladas.

Tabela 2 - Produção mundial de leite de 2016 a 2020, em milhões de toneladas.

País	2016	2017	2018	2019	2020
EU	151,00	153,40	154,50	155,20	156,70
EUA	96,36	97,76	98,68	99,05	100,48
Índia	78,09	83,63	89,80	92,00	94,00
China	30,64	30,38	30,75	32,00	33,00
Rússia	30,51	30,93	30,30	30,56	31,00
Brasil	22,72	23,62	23,75	24,25	24,95
Nova Zelândia	21,22	21,53	22,01	21,85	21,90
México	11,95	12,12	12,36	12,65	12,75
Argentina	10,19	10,09	10,83	10,64	11,10
Outros	45,97	46,51	46,66	45,90	46,42
MUNDO	498,6	509,9	519,7	524,3	532,2

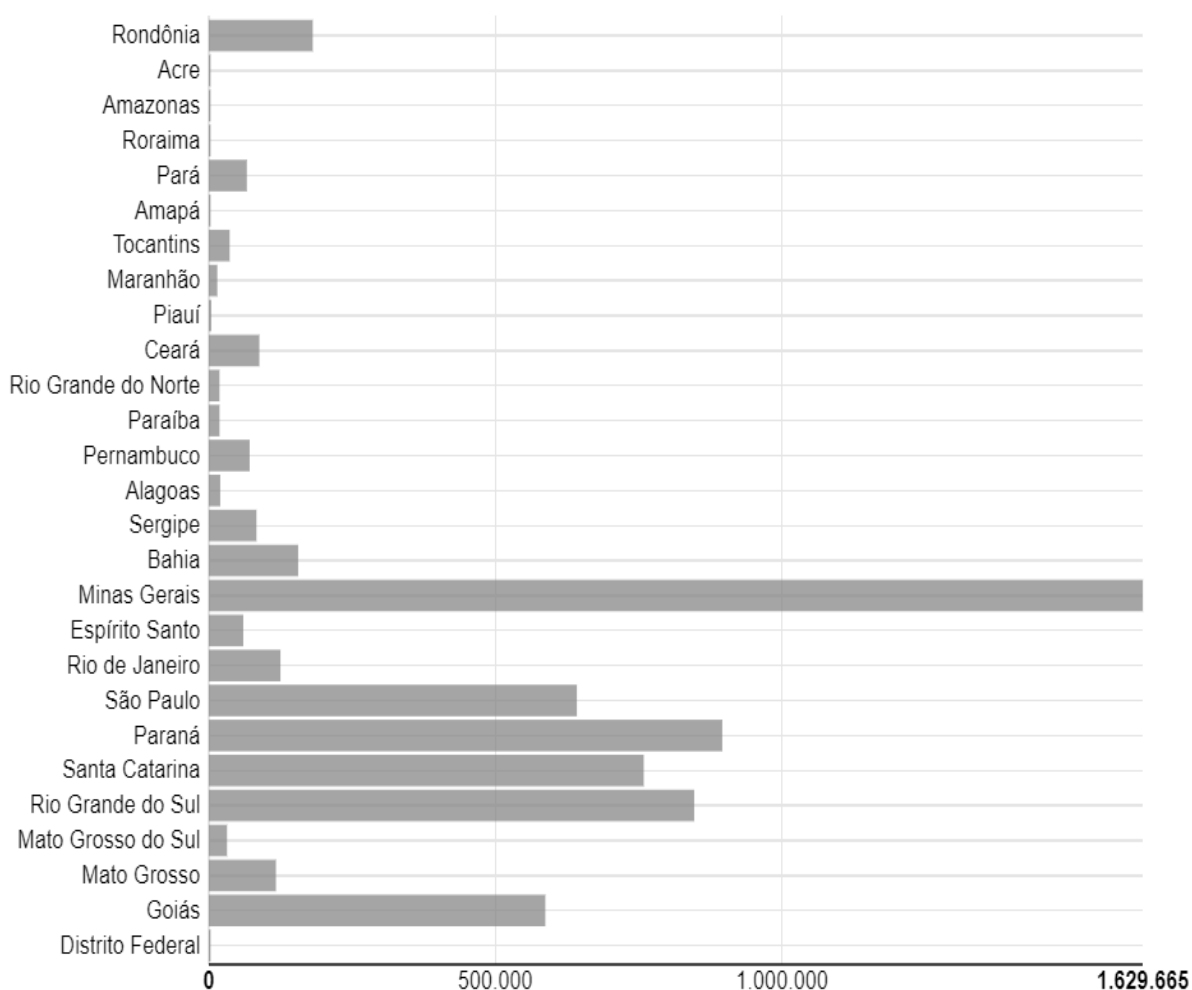
Fonte: Formigoni (2020)

Já no Brasil, o aumento na produção de 2020 (24,95 milhões de toneladas) frente a 2019 (24,25 milhões de toneladas) foi de 2,9% e de 9,8% quando comparado com a produção de 2016, mostrando um futuro promissor do setor, com aumentos de produção superiores ao da produção mundial, no mesmo período (FORMIGONI, 2020).

Ainda em 2020, no ano de início da pandemia da COVID-19, a disponibilidade de leite no país aumentou 2,8%, com volume de 734,08 milhões de litros superior a 2019 (RENTERO - EMBRAPA, 2021).

Conforme dados publicados pelo (IBGE - SIDRA, 2022), os quais estão dispostos no Figura 1, é possível notar que o estado do Rio Grande do Sul é o terceiro maior responsável pela produção e industrialização de leite do Brasil, ficando atrás dos estados de Minas Gerais e Paraná.

Figura 1 - Quantidade de leite industrializado em cada estado do Brasil em 2021



Fonte: IBGE (2021)

Segundo o Decreto-lei nº 923, sabe-se que é proibida a venda de leite cru para consumo direto da população, desde 1969 (BRASIL, 1970) e para tanto o leite deve ser processado, ou seja, passar por processo chamado UHT (Ultra High Temperature), também conhecido como processo “Longa Vida”, onde o leite é submetido a uma temperatura de 130 a 150°C entre 2 a 4 segundos e imediatamente resfriado à temperatura ambiente. Esse processo ocorre para que o leite, que é um alimento que se deteriora rapidamente, garanta sua durabilidade por até seis meses com a embalagem fechada (MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, 2022).

O leite é utilizado como matéria prima na indústria de laticínios, podendo ser consumido in natura (como leite UHT) ou na fabricação de diversos subprodutos, como o leite em pó, o iogurte, a manteiga, os gelados, o creme de leite, o leite condensado, o queijo e vários tipos de sobremesas. Nessa produção são utilizadas diversas operações unitárias, tais como pasteurização, coagulação, filtração, centrifugação e refrigeração (RUAS, 2012; VALSECHI, 2001).

3.2 Produção de queijos

Queijo é o nome genérico dado a um grupo de produtos alimentares à base de leite fermentado produzidos em todo o mundo (CARVALHO COSTA et al., 2011).

De acordo com a Portaria nº146 de 07/03/1996 (BRASIL, 1996), entende-se por queijo o produto fresco ou maturado que se obtém por separação parcial do leite e do soro. Essa separação ocorre pela ação física do coalho, de enzimas específicas, de bactérias específicas, de ácidos orgânicos, isolados ou combinados, todos de qualidade apta para uso alimentar, com ou sem agregação de corantes, especiarias e/ou aromatizantes. O queijo obtido pode ou não ser submetido ao processo maturação, onde permanece durante tempo determinado, em condições de temperatura e umidade relativa pré-definidas (FERNANDO MORO; DITTMAR WEISE, 2016).

Nos dias atuais, o país Estados Unidos da América (EUA) é o maior produtor de queijo, com uma produção anual de 5,5 milhões de toneladas, seguido da Alemanha, com 2,7 milhões de toneladas, e da França, com 2 milhões de toneladas. O Brasil encontra-se em quinquagésimo terceiro (53º) colocado na escala de produtores de queijos (RENTERO - EMBRAPA, 2021).

Segundo a Associação Brasileira das Indústrias de Queijo (ABIQ) o consumo de queijo pelos brasileiros está em 5,5 kg por habitante/ano, a metade da Argentina, com 11 kg por habitante/ano, e muito longe de vários países europeus, que apresentam médias superiores à 20 kg por habitante/ano. Minas Gerais é o maior estado produtor de queijos, representando 25% de todo volume de produção do país, somando a produção industrial e a artesanal (RENTERO - EMBRAPA, 2021).

No Brasil são fabricados diversos tipos de queijos e a produção de cada um deles difere quanto as características de tratamento da massa e fatores de maturação, como mostrado na Tabela 3.

Tabela 3 – Tratamento da massa e fatores de maturação dos queijos

Tratamento da massa	Fatores de maturação	Exemplos
Massa não cozida	Sem cura	Minas Frescal
	Cura por <i>Penicillium Candidium</i>	Camembert, Brie
	Cura por <i>Penicillium Roqueforti</i>	Gorgonzola
Massa semi cozida	Cura rápida	Gouda
	Cura prolongada	Prato
Massa cozida	Cura prolongada	Parmesão, Reino e Gruyère
Massa filada	Sem cura	Muçarela
	Com cura	Provolone
Fundidos	Sem cura / cremosos	Requeijão
	Sem cura / consistentes	Cream Cheese
Proteína de soro	Sem cura / fresca	Ricota fresca

Fonte: Daxia (2022).

Os queijos também podem ser classificados de acordo com o teor de gordura e umidade que apresentam. Queijos com no mínimo 60% de gordura na matéria seca são queijos extra gordos ou duplo creme, de 45 a 59,9% são os queijos gordos, de 25 a 44,9% são os semigordos, de 10 a 24,9% são os considerados magros e aqueles que apresentam menos de 10% de gordura são classificados como queijos desnatados. Em relação à umidade dos queijos, aqueles que apresentam até 35,9%

de umidade são os de baixa umidade, de 36 a 45,9% são de média umidade, de 46 a 54,9% são os de alta umidade (BRASIL, 1996).

Os queijos mais consumidos no Brasil são os queijos tipo muçarela, requeijão e queijo branco, mostrando uma preferência dos consumidores brasileiros por queijos com sabor suave (DAXIA, 2022).

3.2.1 Produção do queijo muçarela

Inicialmente o queijo muçarela era fabricado na Itália a partir do leite de búfala, porém com o tempo foi se tornando mais popular, passando a ser produzido a partir do leite de vaca. Veio para o Brasil com os imigrantes italianos e seu consumo se expandiu rapidamente pelo país. Atualmente é o queijo de maior produção e consumo nacional (ABIQ, 2019).

Enquadra-se dentro dos queijos de pasta filada sem cura, apresentando umidade média, alta ou muito alta, com teores de 36 até 54% de umidade, e quanto ao teor de gordura em extra gordo, gordo a semigordo, com o mínimo de 25% de gordura (DAXIA, 2022).

Conforme (EMBRAPA, 2005), o queijo muçarela apresenta, em média, a composição mostrada na Tabela 4:

Tabela 4 - Composição média do queijo muçarela no Brasil

Parâmetro	Valores
Umidade	45 a 50%
Gordura	15 a 25%
Gordura de Extrato Seco (GES)	25 a 60%
Sal (cloreto de sódio)	1,4 a 1,8%

Fonte: Fernando Teixeira Silva - EMBRAPA (2005)

A fabricação do queijo muçarela consiste em etapas sendo a primeira delas a seleção da matéria-prima. Essa etapa garante que o leite seja de qualidade, tanto do ponto de vista de sua composição e flora microbiana, como em relação a sua capacidade para a fermentação e coagulação (ROCHA, 2004).

Supõe-se que matéria-prima de boa qualidade resulta em um produto final também de boa qualidade, sendo assim, a seleção do leite é condição primordial. A recepção do leite é o setor onde ocorre o recebimento do leite cru, via caminhões e/ou carretas refrigeradas, cuja temperatura não deve ser superior a 7°C (DIÁRIO OFICIAL DA UNIÃO, 2018).

O leite deve ser submetido a análises físico-químicas e microbiológicas para garantir a qualidade da matéria prima. Após aprovação, o leite segue para a etapa da pasteurização, onde permanece por 15 a 20 segundos a uma temperatura de 71 a 75°C (NGUYEN et al., 2017;FURTADO, 1991).

Temperaturas superiores devem ser evitadas, sob o risco de ocorrer uma forte desnaturação das proteínas (alfa-lactalbumina e beta-lactoglobulina) presentes no soro, que poderiam ser incorporadas em maiores proporções à coalhada. Se isso vier a ocorrer, a coagulação é prejudicada (coalhada torna-se mais mole) e a coalhada arrasta consigo mais coalho, elevando o risco de ocorrer sabor amargo na muçarela (FURTADO, 2016).

O leite pasteurizado segue para a etapa da coagulação, que ocorre por meio da adição de coalho e ou outras enzimas coagulantes apropriadas, completada pela ação de bactérias lácticas e um tempo de estabilização de 24 horas. Após a coagulação, ocorre a etapa da mexedura e corte, onde a coalhada é mexida constantemente e cortada em cubos com 1 a 2 cm de aresta para garantir a melhor retirada do soro. Essa etapa deve ocorrer por cerca de 40 a 50 minutos, com temperaturas entre 37 e 42°C, para que ocorra o cozimento da massa (DAXIA, 2022).

Logo a seguir a massa é submetida a etapa da filagem, que pode ser mecânica ou manual, onde ocorre o estiramento da massa em água quente, com temperaturas entre 75 e 85°C, garantindo que a temperatura da massa não ultrapasse 60°C. À medida que a massa aquece ela vai se tornando mais plástica, possibilitando o esticamento em forma de fios longos. Para tanto o pH da massa deve estar entre 4,8 a 5,5 (CARVALHO COSTA et al., 2011). A etapa da filagem é essencial para que o queijo muçarela obtenha maior maciez, elasticidade e poder de derretimento (NGUYEN et al., 2017).

Após a filagem a massa é moldada, normalmente em formas retangulares e a cada 10 minutos deve ser virada dentro da forma. Após 3 viragens, a forma deve ser submersa em água gelada, com temperatura entre 8 e 10°C, por cerca de 90 minutos. Este tratamento é necessário para evitar a deformação da peça, quando submetida a

etapa da salmoura. É importante também para evitar que haja transferência de gordura do queijo para a salmoura, deteriorando a salmoura (FURTADO, 1991).

Após a filagem o queijo segue para a salga, que proporciona o desenvolvimento do sabor, textura, controle da umidade e na conservação do produto. A salga pode ocorrer de três maneiras: salga à seco (distribuição do sal na superfície dos queijos), no leite ou então na massa, e ainda pela imersão das peças muçarelas em salmoura. O processo mais utilizado mundialmente é o de salga em salmoura, onde o queijo é submerso em uma salmoura com temperatura de 10 a 12°C e uma concentração de 18 a 20% de sal, de maneira que o queijo adquira um teor de sal na faixa de 1,4 a 1,8% de sal (NGUYEN et al., 2017).

De acordo com Embrapa (2005), embora temperaturas superiores possam diminuir o tempo de salga do queijo, elas favorecem o crescimento de microrganismos contaminantes, como bactérias e fungos.

O mesmo autor menciona que, acima de 20%, podem ocorrer rachaduras no queijo, decorrentes do excesso de desidratação; por sua vez, concentração abaixo de 18% oferece condições para o crescimento de microrganismos contaminantes (EMBRAPA, 2005)

A eficiência da salga e o tempo que leva para ocorrer, variam conforme o tipo do queijo, seu tamanho, formato (retangular, bolinha, nozinho e palito), umidade e volume de salmoura utilizada na imersão (OLIVEIRA, 1986).

Após a salga a muçarela deve passar por um processo de secagem, em uma câmara com temperatura de 8 a 10°C e umidade de 80 a 85%, pelo menos por 24 horas. Então, a muçarela segue para ser embalada em material plástico, à vácuo e estabilização. Ela deve permanecer por um período de 8 a 20 dias em câmara fria para adquirir textura macia e uma melhor distribuição de sal por toda a peça. Finalmente a muçarela segue para comercialização (FURTADO, 1991).

Cada indústria de laticínios realiza o processo descrito acima com algumas diferenças, proporcionando condições específicas e características únicas ao queijo muçarela produzido.

3.3 Produção de muçarela na Indústria de laticínios X

A indústria de laticínios X (a pedido da empresa, foi omitido o nome), fica localizada no estado do Rio Grande do Sul e comercializa o leite UHT e também

alguns produtos lácteos. Na Figura 2 é possível conhecer os principais produtos fabricados pela indústria.

Figura 2 - Produtos comercializados na Indústria de Laticínios X



Fonte: Autora (2022)

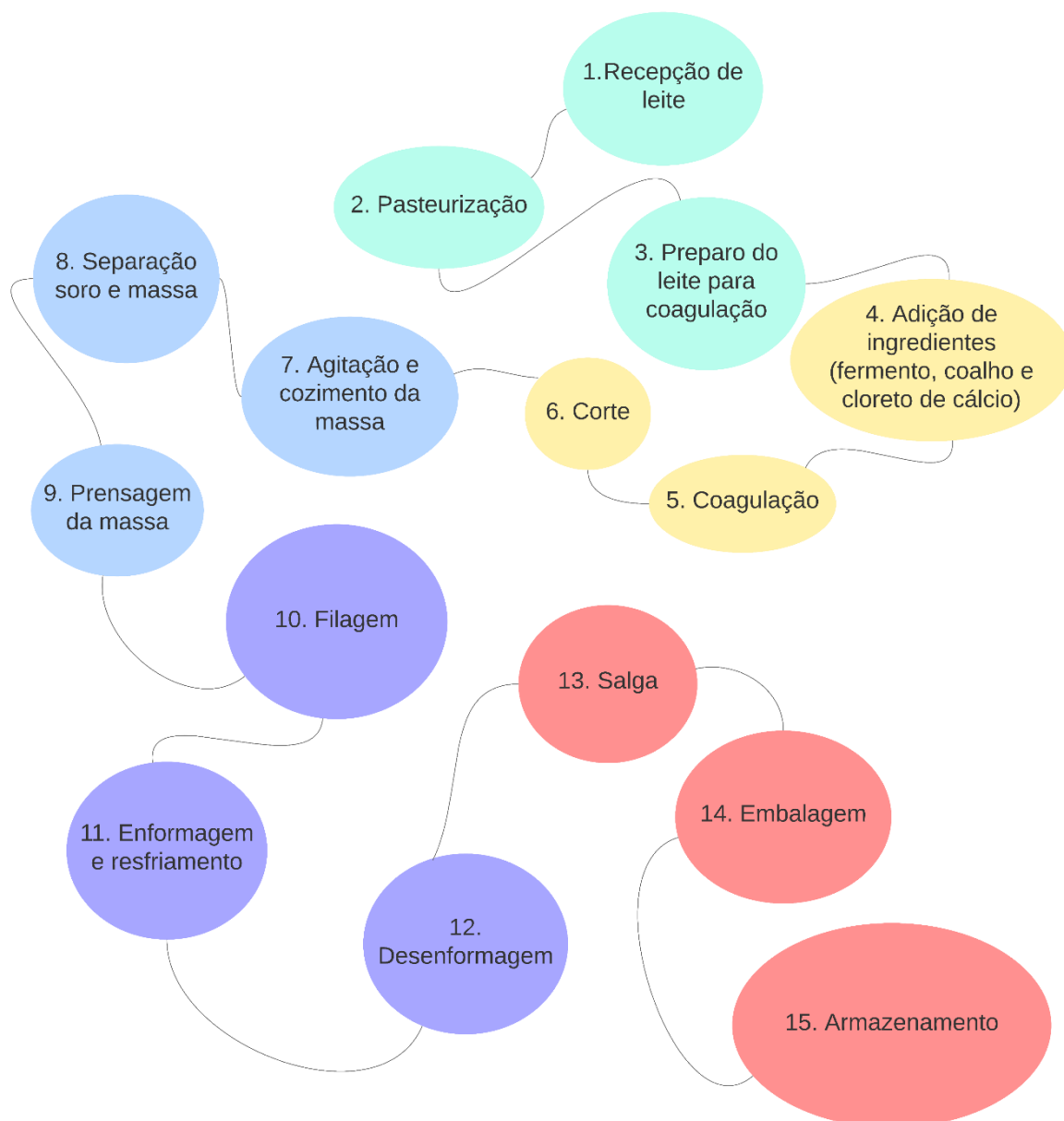
A preparação dos produtos lácteos difere para cada produto, necessitando de etapas diferentes, por exemplo a obtenção de iogurtes e bebidas lácteas ocorre por fermentação láctea, a obtenção de manteigas ocorre por processos mecânicos e na fabricação de queijos ocorre a combinação dos processos de fermentação e tratamento da massa.

Para evitar contaminações, antes de cada produção ocorre a etapa da limpeza dos equipamentos e tubulações, denominada Clean In Place (CIP), utilizando soda, ácido nítrico e ácido peracético e em alguns equipamentos a limpeza é manual com detergente neutro. Logo após o setor é organizado para a produção e finalmente o setor de qualidade faz a inspeção final, autorizando ou não a produção.

A indústria faz o controle diário da qualidade de todo leite recebido, conforme orienta a Instrução Normativa nº 77 de 26 de novembro de 2018 (BRASIL, 2018).

A produção de muçarela da indústria de laticínios X, segue o fluxograma mostrado na Figura 3.

Figura 3 - Processo de preparação da massa muçarela



Fonte: Autora (2022)

O leite recebido em cada caminhão e/ou carreta é analisado, verificando os seguintes parâmetros: temperatura de recebimento, teste do Álcool/Alizarol na concentração mínima de 72% v/v (setenta e dois por cento volume/volume), acidez titulável, teor de gordura, dentre outros. Caso algum dos caminhões contenha leite em condições indesejáveis, o mesmo é condenado e descartado, trazendo prejuízos ao produtor.

Após aprovação de qualidade, o leite é sujeito a diferentes processos de pré-tratamento, dos quais são exemplo a filtração, para remoção das partículas grosseiras

e impurezas eventualmente presentes, o tratamento térmico, e a padronização, que consiste na operação de separação e ajuste do teor de gordura do leite (CARVALHO COSTA et al., 2011).

Feito isso é realizada a segunda etapa, ou seja, a pasteurização, procedimento na qual reduz a carga microbiana do leite evitando que algum microrganismo competitivo possa vir a prejudicar o desenvolvimento das bactérias lácticas (BEHMER, 1999 apud BORTOLON, 2012). Como, durante a pasteurização, também ocorre a destruição de microrganismos favoráveis à produção de queijo, é necessário repor essa perda por meio da adição de fermento. A realização da pasteurização exige muitos cuidados higiênicos para evitar a contaminação do produto (EMBRAPA, 2005). O leite é pasteurizado entre 72°C a 75°C por no mínimo 15 e no máximo 20 segundos.

O leite é então encaminhado para cubas onde ocorre a etapa 4, com a adição de uma cultura (fermento, coalho e cloreto de cálcio), seguindo para a etapa 5, a coagulação. Nessa etapa o leite é transformado em coalhada, pois ocorre a coagulação da caseína do leite (proteína do leite) e o mesmo deve permanecer em repouso até que a coagulação ocorra por completo. (CARVALHO COSTA et al., 2011).

Fermento é uma cultura láctica selecionada, que deve ser adicionada ao leite para a fabricação de queijos. O fermento possui as seguintes finalidades: (FURTADO, 2016)

- Produzir ácido láctico e, conseqüentemente, reduzir o crescimento de microrganismos indesejáveis, o que pode ocorrer pela diminuição do pH;
- Desenvolver pequena acidez, que aumentará o poder de coagulação do coalho;
- Melhorar a consistência do coágulo e;
- Auxiliar na etapa de retirada do soro.

Conforme menciona (Carvalho Costa et al., 2011) a adição de cloreto de cálcio é necessária para aumentar o teor de cálcio solúvel no leite, pois o existente naturalmente fica indisponível quando o leite é pasteurizado. Se o cloreto de cálcio não for adicionado, a coagulação será demorada e incompleta. Além disso, o cloreto de cálcio confere elasticidade à massa do queijo.

O coalho é o agente que vai promover a coagulação do leite, formando a massa do queijo. Esse método é denominado de “coagulação enzimática”, pois o coagulante

é formado por uma enzima, que é uma proteína com propriedades específicas (EMBRAPA, 2005).

Quando a coalhada atinge o ponto de corte (no final do tempo de coagulação), efetuam-se cortes sucessivos, em pequenos cubos (etapa 6). Após os cortes, ocorre a agitação suave da massa, e aquecimento, mantendo a massa a 40°C durante 45 minutos para que ocorra o cozimento da mesma (etapa 7). Na etapa 8 o soro é separado da massa através do processo de esgotamento, em que é drenado o soro. Logo após, ocorre a etapa 9, onde a massa é enviada para uma prensa para que ocorra uma leve prensagem, retirando o soro em excesso, mas mantendo a umidade necessária à muçarela em torno de 40%.

Na etapa 10 ocorre a filagem, que consiste em sovar e esticar a massa à temperatura média de 72°C até formar fios. Com a massa ainda quente é feita a enformagem que consiste em colocar a coalhada em formas (etapa 11) a fim de moldar o queijo. As formas são viradas de 10 em 10 minutos até o resfriamento e a desenformagem (etapa 12).

Logo após o queijo é enviado para a salga, a etapa 13, que na Indústria de Laticínios X ocorre por imersão da peça na salmoura.

Em razão da sua fundamental importância, a salga destaca-se entre as etapas mais importantes do processo de produção de queijo, pois a concentração de NaCl influencia na atividade enzimática e pode ou não beneficiar as espécies microbianas que têm impacto no sabor. A imersão em salmoura, com concentração de cloreto de sódio entre 18% e 20%, acarreta uma troca osmótica contínua entre as fases aquosa do queijo e o cloreto de sódio da salmoura. Outras funções do NaCl são a melhoria na textura, inativação e/ou redução das bactérias deteriorantes envolvidas nas etapas de salga e maturação de diversos queijos (MCMAHON, 2010).

Finalmente, a muçarela segue para ser embalada (etapa 14) em material plástico, à vácuo. Após a embalagem ocorre o armazenamento (etapa 15), também conhecido como etapa de estabilização, onde as peças de queijo permanecem em câmara fria por um período de 20 dias para então ser comercializadas.

3.3.1 Salmoura

Para Furtado (1991), a salmoura deve ser limpa e de coloração esverdeada, não podendo conter depósitos estranhos no fundo.

O preparo da salmoura é constituído basicamente pelo preparo de uma solução aquosa pasteurizada contendo sal (NETO et al, 2005). Por esse motivo, a escolha da água é importantíssima, dever ser de boa qualidade e com dureza inferior a 5 °TH, pois quando superior pode impedir a estabilidade da concentração, ocasionar a neutralização da acidez da casca dos queijos e promover o crescimento de flora indesejada na superfície dos queijos.

Além da qualidade da água, outro aspecto importante a se atentar é o sal utilizado na salmoura, é interessante que seja fino, limpo e preferencialmente dessulfatado, visto que os sulfatos de cálcio e magnésio reduzem a solubilidade do sal e provocam o surgimento de sabor amargo. Dito isso, aconselha-se o uso de sal com teor de SO_4^{2-} inferior a 0,020% (NETO, 2005).

O volume de salmoura necessário deve levar em conta, além da relação quilo de queijo/volume de salmoura, como também o tipo de queijo a ser salgado. Furtado, (1991) sugere que a proporção seja: para cada quilograma de queijo muçarela a ser salgado, a utilização de no mínimo 3 litros de salmoura.

O pH da salmoura deve ser um valor mais próximo possível do pH do queijo a ser salgado (NETO, 2005). Já para (Furtado, 2016), essa salmoura deve ter o pH em torno de 5,10 e para ajustá-la nesse valor pode ser adicionado ácido clorídrico (HCl, em solução diluída a 10%) ou então, fazer este ajuste com o uso de ácido láctico. É importante salientar que o emprego de ácidos como o cítrico e o fosfórico devem ser evitados, pois, eles dão origem à formação de substâncias tóxicas a partir de derivados da lactose (NETO, 2005).

A adição de 0,5 a 0,6% de cloreto de cálcio (CaCl_2) na salmoura contribui na prevenção de defeitos tais como: o amolecimento e a formação de uma camada pegajosa na casca do queijo (NETO, 2005).

A salga em salmoura, de que trata este TCC (Trabalho de Conclusão de Curso), refere-se a submersão do queijo muçarela em uma salmoura com concentração de cloreto de sódio entre 18% e 20%, por um período de 19 horas a uma temperatura de 10°C a 12°C.

Nesta salga em questão, ocorre absorção de NaCl e perda de água. O objetivo da operação é reduzir a atividade da água no queijo melhorando a estabilidade microbiana, química e bioquímica. (MULVIHILL, 1980).

Uma vez preparada, a salmoura pode ser desfrutada por um longo período, desde que seja regularmente submetida a análises, e posteriormente as devidas

correções, como por exemplo a correção da concentração de sal e/ou ajuste de pH. Essas correções são essenciais para evitar a ocorrência de algumas modificações físico-químicas e microbiológicas indesejáveis (SANTOS et al., 2022). Por este motivo, é imprescindível a substituição ou reutilização da salmoura, sendo mais recomendada, usual e econômica a sua reutilização.

De acordo com Gusso (2011), as salmouras utilizadas normalmente em indústrias devem contar com controles preventivos para que a produção e a saúde do consumidor sejam garantidas, o que é um dever da indústria e um direito do consumidor.

É inviável estipular a vida útil da salmoura utilizada na salga do queijo muçarela, pois depende de diversos fatores. O prazo de validade da salmoura se esgota quando ela adquire uma coloração leitosa, meio esbranquiçada, devido a maiores perdas de gordura (em estado livre na casca), o que indica que já deve ser recuperada.

Referente às cargas microbiológicas, a correção bacteriana pode ser realizada também por meio de produtos químicos, com a adição de solução de hipoclorito de sódio 10% a 15% de cloro ativado, adicionado à base de 500mL por 1000 litros (L) de salmoura, ou peróxido de hidrogênio 130 volumes (cerca de 35%) à base de 300mL/1000L de salmoura. Vale frisar a importância de obter peróxido de hidrogênio que não contenha metais pesados (principalmente chumbo), que são tóxicos. Este último é o antisséptico mais usual, pois não altera o sabor, odor e pH da solução. Em qualquer dos casos, não poderá haver queijos na salmoura no momento do tratamento (FURTADO, 2005). Ao finalizar o tratamento, a salmoura só poderá ser utilizada novamente após doze horas do término do procedimento.

O autor Perry (2004) cita que a recuperação da salmoura também pode ocorrer através da ultrafiltração, seguida de uma clarificação e pasteurização, que deve ocorrer mensalmente ou no máximo a cada 45 dias, posteriormente um resfriamento, decantação, filtração e reajuste do teor de cálcio, sal e pH, no entanto, a indústria X não recorre a esse método. Ou ainda, em alguns casos, a indústria realiza a substituição da solução salina por uma salmoura nova, sem tentar sua recuperação.

Quando o assunto é reutilização da salmoura, a qualidade físico-química e microbiológica é imprescindível, pois, quando não está em condições de uso corre-se o risco de contaminar os queijos submersos, ocasionando uma contaminação cruzada. Contudo, mesmo a salmoura sendo utilizada na salga de queijos e o poder

que exercem para a qualidade do produto, não existe legislação pertinente aos controles e padrões microbiológicos e físico-químicos necessários.

Devido a isso, a reutilização da salmoura na indústria de queijos representa motivo de preocupação, pois acarreta aumento de impurezas nesta solução, o que pode ocasionar modificações em sua composição físico-química de modo a propiciar maior sobrevivência e/ou multiplicação de microrganismos, comprometendo assim a qualidade do produto final (AMARAL et al., 1992). Conforme cita Gusso (2011), as salmouras podem veicular microrganismos deteriorantes e/ou patogênicos que, além de alterar a qualidade dos queijos, podem representar risco potencial à saúde dos consumidores.

3.3.1.1 Caracterização da salmoura

A caracterização consiste em determinar as principais características físico-químicas, biológicas, qualitativas e/ou quantitativas da amostra. Além de verificar o controle de qualidade nos produtos, a análise físico-química de alimentos identifica a presença de elementos que podem ser altamente prejudiciais à saúde humana (GMO - LABORATÓRIO DE CONTROLE DE QUALIDADE, 2022).

Outro fator importantíssimo no controle da salmoura é o monitoramento do pH, pois representa efeito direto na qualidade do produto. Quando o pH está baixo, este se aproxima do ponto isoelétrico da caseína (pH 4,6 a 20°C), a qual se dissolve na casca do queijo, aumentando a perda de umidade e reduzindo a velocidade de absorção do sal com formação de uma camada gordurosa na casca do queijo (GUSSO, 2011). No entanto, não é só o pH baixo que causa problemas no queijo, o pH alto contribui com a putrefação da casca e adia a salga dos queijos, porque aumenta a saída de soro para a salmoura.

De maneira geral, o pH da salmoura deve estar equilibrado com o pH do queijo, caso contrário, este deve ser ajustado conforme o pH do queijo. Para a maioria dos queijos, o pH deve estar entre de 5,0 a 5,4 (FURTADO, 1991).

A Tabela 5 mostra as principais análises físico-químicas que são efetuadas na salmoura, juntamente com a frequência com que são realizadas.

Tabela 5 - Principais análises físico-químicas da salmoura

Análise	Padrão	Verificação	Correção
Temperatura	10 a 12°C	Diária	Controlar a temperatura
Concentração de NaCl	18 a 20%	Semanal	Adicionar NaCl
Acidez titulável	10°D a 20° D	Semanal	NaCl
Cloreto de cálcio	0,02 a 0,03%	Semanal	Cloreto de cálcio
pH	5,0 a 5,4	Semanal	Ácido clorídrico

Fonte: Autora (2022)

Devido ao poder tamponante da salmoura, o pH não varia muito, mas a acidez titulável tende a subir e deve ser periodicamente corrigida. (FURTADO, 1991).

Em razão das inúmeras trocas entre o queijo e salmoura, ocorre um aumento de proteínas lácteas, como caseínas e soroproteínas, lactose, sais minerais, gordura e ácido lático que são diluídos na salmoura (FONSECA, 1986). Estes elementos proporcionam condições favoráveis para a sobrevivência e desenvolvimento de microrganismos, notadamente bolores e leveduras (FURTADO; SAMPAIO; NUNES, 1989). Esses microrganismos, quando presentes nos alimentos, podem reduzir a qualidade do produto e causar problemas para a saúde do consumidor (OLIVEIRA, 2010).

É importante atentar-se para a qualidade da água e do sal usados na preparação da salmoura. Estes devem ser avaliados, pois podem se transformar em fonte de contaminação para os queijos. Os sais de origem marinha podem contaminar-se com microrganismos mesófilos, bolores e leveduras, coliformes a 45°C e *Staphylococcus aureus*, deste modo a qualidade destes deve ser monitorada, a fim de se ter uma salmoura adequada do ponto de vista microbiológico (ORDÓÑEZ et al., 2005).

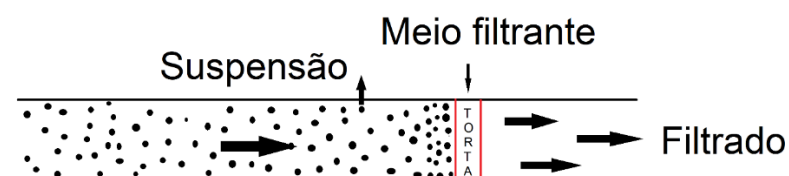
Da perspectiva microbiológica, os microrganismos de maior relevância no segmento de laticínios podem ser agrupados em Bolores e Leveduras, Coliformes Totais, *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, bactérias mesófilas aeróbicas. Se a contagem global de microrganismos exceder 1×10^5 UFC/mL se faz necessária uma correção e uma pasteurização da salmoura (FURTADO, 1991). As análises microbiológicas devem ser realizadas semanalmente.

Além das análises citadas anteriormente, Furtado (2016) propõe a retirada da matéria orgânica formada na superfície da salmoura, diariamente, para evitar a proliferação de microrganismos. Uma opção para retirada desse material é o uso de filtros contínuos, que além da retirada da matéria orgânica presente, pode também retirar o material em suspensão.

3.3.1.2 Filtração da salmoura

A operação unitária da filtração se refere à separação mecânica entre as fases particulada e fluida, presente em uma determinada suspensão, utilizando-se um meio poroso, o qual retém a fase particulada e é permeável à fase fluida (CREMASCO, 2012). O sólido da suspensão fica retido sobre o meio filtrante (poroso) ocorrendo a formação da torta, cuja espessura cresce com o transcorrer da operação, em contrapartida o líquido que escoar chama-se filtrado, conforme mostra a Figura 4.

Figura 4 - Filtração



Fonte: Autora (2022)

Os filtros podem ser encontrados em diferentes tamanhos e formatos, para atender às necessidades do processo, podendo ser operado de forma contínua ou em bateladas, sendo a única diferença a retirada da torta, que no sistema batelada ocorre a cada filtração.

Nesse trabalho será sugerido o uso do filtro contínuo, um dos mais empregados, que é do tipo leito poroso granular, também conhecido como leito fixo. De acordo com Cremasco (2012) e MORAES et al., 2013, tais filtros são caracterizados por apresentar uma ou mais camadas de material granular (antracito, areia, cascalho, carvão ativado, por exemplo) que retém o material particulado de acordo com a porosidade de cada camada. Areias muito grossas podem resultar em filtração ineficiente e não reter a quantidade necessária de material, enquanto areias

muito finas podem entupir rapidamente seus poros e requerer retrolavagens frequentes. (HAMAN et al, 1994).

Os filtros de carvão ativado e areia podem ser acoplados às linhas/tubulações do processo, removendo quantidades significativas de sólidos suspensos com diâmetros equivalentes de até 20 μm , sendo o seu uso também recomendado para o tratamento de águas residuárias que contêm materiais orgânicos em suspensão (VERMEREIN; JOBLING, 1984).

4 METODOLOGIA EXPERIMENTAL

Neste capítulo são apresentados os aspectos envolvidos para a análise da salmoura utilizada no processo de salga do queijo muçarela produzido na Indústria de Laticínios X, localizada no estado do Rio Grande do Sul.

Muitas análises são realizadas na empresa, mas serão consideradas nesse TCC apenas as análises relacionadas com a salmoura. Essas análises podem ser divididas em dois blocos, chamados de análises físico-químicas e análises microbiológicas, conforme ilustrado no fluxograma mostrado na Figura 5.

Figura 5 - Fluxograma das análises realizadas na Indústria de laticínios X



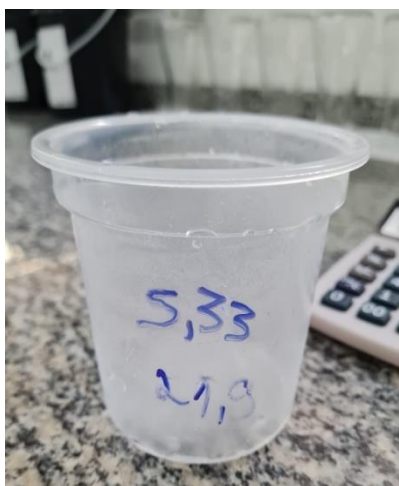
De acordo com os resultados obtidos nas análises físico-químicas e microbiológicas será proposto um tratamento para a salmoura visando um maior tempo de vida útil.

4.1 Coleta da amostra

Foram coletadas semanalmente amostras da salmoura, no tanque onde são imersas as peças de muçarelas, durante dois meses.

Foram dois procedimentos utilizados para a realização da coleta. O primeiro procedimento utiliza um recipiente improvisado para coletar a amostra, mostrado na Figura 6a. Essa amostra coletada é enviada ao laboratório físico-químico da empresa. O segundo procedimento utiliza um saco estéril com capacidade para 250mL, mostrado na Figura 6b, para coletar a amostra e enviá-la ao laboratório microbiológico da empresa.

Figura 6 - Recipiente improvisado e saco estéril utilizados para coleta de amostras



(a)



(b)

Fonte: Autora (2022)

4.2 Análises físico-químicas

A primeira análise obtida é a medição da temperatura, que é mensurada no momento da coleta no tanque onde fica a salmoura. A amostra é coletada e

encaminhada para o laboratório físico-químico da indústria e neste é determinado o valor do pH, da acidez e da concentração de sal.

Os valores obtidos com as análises físico-químicas são registrados em planilhas de controle da qualidade da empresa.

4.2.1 Medição do pH

As medições dos valores de pH são obtidas com um pHmetro digital de bancada (Digimed), mostrado na Figura 7. Inicialmente, o equipamento é calibrado segundo as instruções do fabricante e logo em seguida, é inserido o eletrodo apropriado diretamente na amostra e feita a leitura do valor de pH.

Figura 7 - Modelo do pHmetro utilizado



Fonte: Labdel (2022)

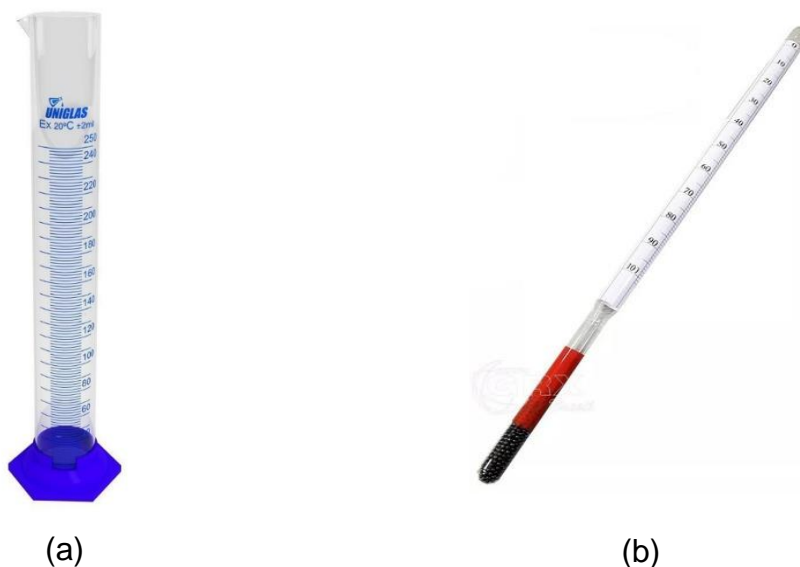
4.2.2 Medição da acidez titulável

A acidez da salmoura é determinada através da titulação das amostras com solução de hidróxido de sódio (NaOH) N/9 (solução Dornic), tendo como indicador a solução alcoólica de fenolftaleína a 1,0%.

4.2.3 Medição da concentração de sal

A determinação dos valores da concentração de sal segue a metodologia do Instituto Adolfo Lutz (2008). Nessas medições é utilizada uma proveta Figura 8a e o areômetro de Baumé, mostrado na Figura 8b que é inserido diretamente na amostra e feita a leitura do valor de concentração em °Bé.

Figura 8 - Proveta utilizada para retirada de amostras e areômetro de Baumé



Fonte: Lader química (2022) e Químico (2022)

Ao contrário do que pensam muitos técnicos, 1°Bé não corresponde a exatamente 1% de cloreto de sódio na salmoura, por exemplo, a concentração típica de sal de uma salmoura com 20% (m/v), corresponde a 19°Bé (FURTADO, 2016). Devido a esse fato, após a obtenção da concentração em °Bé, faz-se necessário a utilização da Tabela 6 para converter o valor em % de cloreto de sódio (m/v) presente na solução (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 2008).

Tabela 6 - Equivalência entre graus Baumé (Bé) e %de de NaCl (m/v)

Graduação Baumé	Densidade a 15°C (g/mL)	% de NaCl (m/v)
1	1,007	1
2	1,014	2
5	1,036	5
10	1,075	10
15	1,116	15
16	1,125	16,5
17	1,134	18
18	1,143	19
19	1,152	20
20	1,161	21
21	1,171	22,5
22	1,180	24
25	1,209	27

Fonte: Adaptado de FURTADO (2016)

Os resultados da concentração de sal em % (m/v) devem ser registrados em planilhas de controle da empresa. Se o valor da concentração de NaCl na salmoura estiver abaixo de 20% (m/v), deve ser realizado um processo de correção da concentração.

4.2.4. Turbidez

Outra análise importante que deve ser realizada, quando se trata de salmoura é avaliar sua cristalinidade, por meio da turbidez, e para mensurá-la, no laboratório desta indústria, dispomos de um equipamento chamado de turbidímetro da marca Insmart, representado pela Figura 9.

Figura 9 - Turbidímetro



Fonte: Insmart, (2022)

A turbidez trata da facilidade ou a dificuldade de a luz atravessar determinado volume de água. Refere-se ao número de partículas, orgânicas e inorgânicas, em suspensão neste volume, sendo que quanto menos partículas menor a turbidez. Por outro lado, quanto mais partículas em suspensão na salmoura, mais turva ela será, e a probabilidade de estar contaminada com microrganismos indesejados é maior. Todavia, esta análise não dispensa as realizadas e que foram citadas anteriormente.

4.3 Análises microbiológicas

As análises microbiológicas realizadas na salmoura são contagem de: mesófilos, de bolores e leveduras, de coliformes totais, de *Escherichia coli* e de *Staphylococcus Aureus*. Todas são efetuadas no Laboratório de Microbiologia da indústria de laticínios em questão, através do método rápido com auxílio de placas acrílicas e petrifilm. Os equipamentos utilizados na análise microbiológica, podem ser visualizados na Figura 10.

Figura 10 - Equipamentos utilizados na análise microbiológica



Fonte: Autora (2022)

Dando sequência as análises, higieniza-se mais uma vez as mãos com álcool, e então é hora de identificar as placas e retirar alíquotas da amostra de salmoura contida no saco estéril. São retiradas alíquotas de 1 mL com um pipetador da marca digipet e ponteira de 1 mL da marca 3M. Essas alíquotas são colocadas em diversas placas de petri, sem diluição e cada uma segue um procedimento diferente para obtenção dos parâmetros microbiológicos.

Na Tabela 7 é apresentada uma relação sobre os tipos de placas utilizadas, a aplicação de cada uma delas, o tempo de inoculação de cada, bem como, as respectivas temperaturas que devem ser utilizadas durante o crescimento dos microrganismos. Todas estas placas são da marca Cap Lab, exceto a de contagem de mesófilos que é da marca 3 M.

Tabela 7 - Visão geral das placas

Tipo de placa	Aplicação	Incubação (horas)	Temperatura (°C)
Petriefilm CT	Contagem de mesófilos	48	35 ±2
Compact Dry YM	Bolores e Leveduras	48	24 ±2
Compact Dry CC	Coliformes Totais	24	35 ±2
Compact Dry EC	<i>Escherichia Coli</i>	24	35 ±2
Compact Dry XAS	<i>Staphylococcus Aureus</i>	24	35 ±2

Fonte: Autora, 2022

As estufas que serão utilizadas nos experimentos de crescimento de microrganismos também diferem. Para o crescimento de bolores e leveduras é utilizada uma estufa da marca Nova Ética, já para a contagem de mesófilos e o crescimento de *Escherichia coli*, *Staphylococcus Aureus* e coliformes totais é utilizada uma estufa da marca Biomatic.

Os valores obtidos com as análises microbiológicas são registrados em planilhas de controle da qualidade da empresa.

4.3.1 Contagem de mesófilos

Para análise de contagem de mesófilos é utilizada a placa Petriefilm CT e faz-se necessário marcar a circunferência onde a salmoura deve permanecer, com o auxílio de um difusor adequado.

Durante o procedimento de contagem de mesófilos é colocado 1 mL de salmoura na placa, contendo o meio de cultura Ágar padrão. Logo após a placa segue para uma estufa e fica em incubação na temperatura de 35 ± 2°C por 48 horas. Após esse período é feita a contagem de microrganismos.

4.3.2 Contagem de bolores e leveduras

Durante o procedimento de contagem de bolores e leveduras é verificada a capacidade dos microrganismos se desenvolverem em meios de cultura com pH

menor que 4,5. Para tanto é colocado 1 mL de salmoura na placa Compact Dry YM, contendo meio acidificado a pH 4,5. Logo após a placa segue para uma estufa e fica em incubação na temperatura de 24 ± 2 °C por 48 horas. Após esse período é feita a contagem de colônias que surgirem.

4.3.3 Contagem de coliformes Totais

As placas do tipo Compact Dry CC detectam a presença de coliformes por um processo enzimático. Utiliza-se em sua composição um processo análogo ao processo cromogênico à lactose (magenta-gal), que ao ser degradado pela enzima betagalactosidase, libera um composto de cor vermelha-magenta.

Durante o procedimento de contagem de microrganismos é colocado 1 mL de salmoura na placa Compact Dry CC. Logo após a placa segue para uma estufa e fica em incubação na temperatura de 35 ± 2 °C por 24 horas. Após esse período são contadas as colônias que surgirem com coloração vermelha a rosa, que correspondem a colônias de Coliformes Totais.

4.3.4 Contagem de *Escherichia Coli*

As placas do tipo Compact Dry EC apresentam o mesmo funcionamento das placas tipo Compact Dry CC e também detectam a presença de coliformes por um processo enzimático.

Durante o procedimento de contagem de microrganismos é colocado 1 mL de salmoura na placa Compact Dry EC. Logo após a placa segue para uma estufa e fica em incubação na temperatura de 35 ± 2 °C por 24 horas. Após esse período são contadas as colônias que surgirem em tom azul a azul-púrpura que correspondem a microrganismos do tipo *Escherichia Coli*.

4.3.5 Contagem de *Staphylococcus Aureus*

Os estafilococos são microrganismos mesófilos com temperatura de crescimento entre 7 e 47,8°C e podem produzir enterotoxinas termoresistentes a temperaturas entre 10 e 46°C, com temperatura ótima entre 40 e 45°C. O pH ideal

para seu desenvolvimento varia entre 7 e 7,5, mas é possível a multiplicação em alimentos com pH variando entre 4,2 e 9,3 (SANTANA et al., 2010).

Para o mesmo autor Santana et al. (2010), este grupo de microrganismos ainda tem a capacidade de sobreviver e se multiplicar em uma concentração de cloreto de sódio de até 15% e a produção de enterotoxina acontece em concentrações de sal de até 10%, o que faz com que os alimentos curados também sejam veículos potenciais de intoxicação.

As placas do tipo Compact Dry XSA contém um meio de cultura que contém peptona, sais minerais, manitol, EDTA, antibióticos e substratos cromogênicos. O manitol e os dois substratos cromogênicos específicos para fosfatase ácida e beta glucosidase, diferenciam o *Staphylococcus aureus* de outras bactérias, bolores e leveduras que possam crescer na placa e inibem o crescimento de todas essas espécies que possam interferir no crescimento do *Staphylococcus aureus*.

Durante o procedimento de contagem de microrganismos é colocado 1 mL de salmoura na placa do tipo Compact Dry XSA. Logo após a placa segue para uma estufa e fica em incubação na temperatura de 35 ± 2 °C por 24 horas. Após esse período são contadas as colônias de microrganismos que surgirem.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste capítulo são apresentados os resultados obtidos durante a execução dos experimentos, que foram desenvolvidos durante a elaboração deste TCC, seguindo a metodologia mencionada no item anterior. Os resultados serão discutidos e relacionados com a revisão de literatura, sempre que possível.

O fato da salmoura ser reutilizada traz a necessidade de um acompanhamento periódico realizando análises físico-químicas e microbiológicas para garantir sua qualidade e para prevenir contaminações que possam ocorrer durante o processo de salga do queijo muçarela.

5.1 Resultados das análises físico-químicas

Os resultados das análises físico-químicas, como a temperatura, pH, acidez titulável e concentração de NaCl foram obtidos semanalmente durante um período de 8 semanas, seguindo os procedimentos descritos no capítulo anterior. Esses resultados podem ser visualizados na Tabela 8.

Tabela 8 - Resultados das análises físico-químicas da salmoura

Análise	1 ^a	2 ^a	3 ^a	4 ^a	5 ^a	6 ^a	7 ^a	8 ^a
Temperatura	10,2	10,4	10,0	11,3	10,1	9,8	10,1	10,4
pH	5,25	5,27	5,32	5,33	5,37	5,37	5,39	5,39
Acidez (°D)	20	21	21,3	21,8	21,9	22,3	22,3	24,5
% NaCl	20	19	18,5	18	16,5	16	16	16

Fonte: Autora (2022)

Observa-se que ao decorrer das 8 semanas a temperatura da salmoura variou entre 9,8 e 11,3°C, possivelmente devido a sala de salga não ser adequadamente isolada e segundo Nguyen et al. (2017) o ideal é mantê-la entre 10 e 12° C. Esse intervalo de temperatura também é citado por Carlos et al. (2017), que ressaltam que se a temperatura for mantida nesse intervalo a difusão de sal no queijo ocorre lentamente, acarretando uma distribuição mais homogênea por toda a massa de

queijo. Então faz-se necessário elevar um pouco a temperatura da salmoura utilizada no processo, pois na sexta semana a temperatura estava abaixo do valor ideal.

Os autores SILVA; BORSATO; SILVA (1998) fizeram um estudo sobre a difusão do cloreto de sódio no processo de salga dos queijos muçarela e determinaram que temperaturas baixas prejudicam a difusão do sal, a qual é favorecida a temperaturas entre 10 e 12°C, o que justifica a necessidade de ajuste na temperatura.

Quanto ao pH, verificou-se que a variação foi pequena, identificando que possa ter ocorrido o tamponamento da salmoura, como destacado por Furtado, (2016). A faixa recomendada para pH, de acordo com Nguyen et al. (2017), é de 5,2 a 5,4 portanto, o pH da salmoura está conforme o esperado.

Os resultados obtidos da acidez estão incoerentes, ou seja, devem estar entre 10°D a 20°D como aponta Furtado (2016) tendo em vista que se trata do envelhecimento da salmoura, uma vez que a última substituição desta solução foi em janeiro do presente ano.

A concentração de cloreto de sódio na salmoura em m/v foi reduzindo a cada semana, fato esperado uma vez que o sal está migrando para o interior da massa de queijo, mas EMBRAPA, (2005) relata que em concentrações inferiores à 18% as condições de proliferação de microrganismos são favorecidas. Faz-se necessário um ajuste na concentração de sal, que conforme Furtado (2016), deve ser mantida em 20% m/v e que valores abaixo desse valor propiciam uma absorção de água à muçarela superior ao normal, originando uma casca mais úmida e, comumente, grudenta em virtude de uma proteólise acentuada na sua superfície.

Outro fator que está interferindo nos valores da concentração de sal na salmoura é o fato dos colaboradores fazerem a limpeza da gordura (acumulada ao redor do tanque de salmoura) e o amolecimento da casca das peças de muçarela que estão endurecidas, utilizando uma mangueira de água quente, que acaba escoando para o tanque de salmoura e diluindo a mesma.

É válido reforçar que o recomendado é acrescentar NaCl semanalmente na solução, requisito este estipulado para a quantidade produzida de muçarela na indústria de laticínios X, devido à perda de sal que a salmoura sofre para a salga da muçarela, todavia, esse procedimento não está sendo realizado de acordo com o esperado.

Para Neto et al (2005), a correção do teor de sal deve ser diária (ou a depender da quantidade produzida na queijaria) e pode ser realizada de três formas:

- Simples adição de sal à salmoura;
- Através de um depósito com o fundo furado submerso na salmoura que, permanecendo cheio de sal, permite a reposição sistemática do sal;
- Através de um saturador acoplado ao equipamento de tratamento de grandes volumes de salmoura usado nas instalações mais modernas.

5.2 Resultados das análises microbiológicas

Os resultados das análises microbiológicas, como a contagem de mesófilos, bolores e leveduras, coliformes totais, *Escherichia coli* e *Staphylococcus aureus* também foram obtidos semanalmente durante um período de 8 semanas, seguindo os procedimentos descritos no capítulo anterior. Esses resultados podem ser visualizados na Tabela 9.

Tabela 9 - Resultados das microbiológicas da salmoura

Análise	Contagem de mesófilos (logUFC/mL)	Bolores e Leveduras (logUFC/mL)	Coliformes Totais (logNMP/mL)	<i>Escherichia coli</i> (logUFC/mL)	<i>Staphylococcus aureus</i> (logUFC/mL)
1ª sem.	≤1,0 X10 ⁵	Ausência	Ausência	Ausência	Ausência
2ª sem.	≤1,0 X10 ⁵	Ausência	Ausência	Ausência	Ausência
3ª sem.	≤1,0 X10 ⁵	Ausência	Ausência	Ausência	Ausência
4ª sem.	≤1,0 X10 ⁵	Ausência	Ausência	Ausência	Ausência
5ª sem.	≤1,0 X10 ⁵	Ausência	Ausência	Ausência	Ausência
6ª sem.	≤1,0 X10 ⁵	Ausência	Ausência	Ausência	Ausência
7ª sem.	≤1,0 X10 ⁵	Ausência	Ausência	Ausência	Ausência
8ª sem.	≤1,0 X10 ⁵	Ausência	Ausência	Ausência	Ausência
Padrão	≤1,0 X10⁵	Ausência	Ausência	Ausência	Ausência

Fonte: Autora (2022)

Os resultados de contagem e/ou presença dos microrganismos mostram que os valores dos parâmetros estudados seguem o desejado, ou seja, a qualidade da

salmoura está adequada, durante as oito semanas estudadas. Nesse período não foi identificado nenhum microrganismo durante os experimentos realizados no laboratório microbiológico.

Carlos et al. (2017) encontrou valores da contagem de mesófilos variando entre 1,23 a 3,64 logUFC/mL, embora tenha sido verificado um aumento da carga microbiana, os autores enfatizam que a contagem se manteve dentro do padrão sugerido por Furtado (1991) de 1×10^5 UFC/mL. Já Lisita (2005) observou uma média de $2,7 \cdot 10^6$ logUFC/mL de contaminação por microrganismos mesófilos e ressalta a importância de medições semanais para um maior controle de qualidade das salmouras.

Sangaletti et al. (2009) relatam que a presença de microrganismos mesófilos nas salmouras utilizadas na salga do queijo identifica um controle inadequado da concentração de sal e/ou da temperatura de processo, mostrando que houve condições de processo que favoreceram a multiplicação de patógenos e que a presença dos mesmos está diretamente relacionada com o aumento da acidez.

Quanto aos fungos e leveduras, os valores encontrados por Carlos et al. (2017) estão entre 1 e 3,32 logUFC/mL e para Lisita (2005) estão entre 4 e 5,07 logUFC/mL. Ambos relatam que a presença desses microrganismos na salmoura é indesejável por contaminar os queijos imersos na salmoura e que o crescimento de fungos no queijo pode gerar manchas de cores variadas em sua casca, modificação do sabor e uma consequente rejeição do consumidor.

Carlos et al. (2017) verificou que a contagem do número de coliformes totais e termotolerantes foi de 1,17 logNMP/mL e vai diminuindo ao longo dos dias de utilização da salmoura, chegando ao valor de 0,47 logNMP/mL no décimo quinto dia estudado. Mas, no momento em que é realizada a correção da concentração de sal o valor da contagem desses microrganismos aumenta novamente, mostrando uma suspeita de contaminação do sal. Após a correção da concentração, houve uma nova contagem coliformes totais e termotolerantes obtendo o valor de 0,95 logNMP/mL e verificou-se uma nova elevação nos valores encontrados, confirmando a contaminação do sal.

Os valores da contagem do número de coliformes totais e termotolerantes encontrados por Lisita (2005) variaram entre $2,4 \times 10^4$ e $1,1 \times 10^6$ logNMP/mL, indicando uma contaminação no processo de fabricação do queijo, que podem causar

deterioração do produto, gerando fermentações anormais e possível estufamento do queijo após a embalagem.

Carlos et al. (2017) não detectou microrganismos dos tipos *Escherichia coli* e *Staphylococcus* na salmoura utilizada na salga do queijo muçarela. Já a autora Lisita (2005) encontrou valores de *Escherichia coli* acima de $2,4 \times 10^3$ NMP/mL, ressaltando a necessidade de uma verificação da qualidade da água utilizada na confecção da salmoura e também rever as boas práticas de fabricação do queijo, para tentar determinar o foco da contaminação.

5.3 Propostas de melhorias no processo

Durante minha atuação na Indústria de Laticínios X fiz uma minuciosa análise dos processos produtivos de todos os produtos comercializados pela empresa e um setor que chamou a atenção foi o da queijaria, pois verifiquei que o processo da salga do queijo muçarela poderia passar por algumas melhorias.

Em conversa com a responsável pela produção, sugeri a realização do meu TCC nesse setor da empresa para então realizar um estudo mais aprofundado sobre o assunto.

Segundo o (MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, 2022) através do RIISPOA “é proibido o emprego de salmouras turvas, sujas, alcalinas, com cheiro amoniacal, fermentadas ou inadequadas por qualquer outra razão, mas é permitida a recuperação dessas salmouras após fervura e filtração”. Na empresa, a salmoura estudada apresenta aparência limpa e coloração esverdeada, com algum material em suspensão, e um pouco de gordura sobrenadante.

Quanto ao aspecto da área de produção, verifica-se a necessidade de alguns reparos nas paredes e rodapés, pois a tinta está descascada em alguns locais e o rodapé está armazenando resíduos indesejáveis, o que propicia a presença de microrganismos e sua proliferação. Não foi detectada uma separação adequada da sala de salga com a área da embalagem primária, há apenas uma porta de separação e que permanece aberta, ocasionando a possibilidade da entrada de microrganismos através do ar; portanto faz-se necessário um isolamento da sala de salga, devendo o tanque de salmoura ser isolado da etapa de embalagem e de preferências ser mantido em ambiente com ar controlado e filtrado, para remoção de impurezas.

Quanto ao aspecto do tanque que contém a salmoura observam-se alguns pontos de ferrugem, fato este inadequado e que mostra a necessidade de restauração do tanque.

Para garantir a qualidade do queijo muçarela produzido é essencial garantir a qualidade da salmoura utilizada no processo de salga do queijo e para tanto devem ser realizadas constantemente as análises físico-químicas e microbiológicas. Importante frisar que todas as análises mencionadas são realizadas semanalmente, nos laboratórios da indústria de laticínios em questão, porém, infelizmente a indústria X não mantém corretamente o ritual de correções.

Um ritual de correção que poderia ser utilizado na empresa foi proposto pela autora Lisita (2005), que cita o processo de correção da salmoura utilizado na queijaria onde realizou seus estudos, em que a salmoura era trocada uma vez ao ano e a cada dois meses a salmoura era encaminhada para pasteurização e correção da concentração de sal até atingir o valor de 20% (m/v) e semanalmente é adicionado à salmoura 300 ml de solução de peróxido de hidrogênio (130 volumes) para cada 1000 litros de salmoura ou o hipoclorito de sódio à razão de 500 mL por 1000 litros de salmoura. A autora ainda cita que para evitar o transporte da salmoura até o pasteurizador, essa etapa pode ser substituída por fervura por injeção direta de vapor por no mínimo 1 hora, antes da imersão dos queijos.

Em conversa com os técnicos dos laboratórios da empresa, que realizam as medições dos parâmetros físico-químicos e microbiológicos, foi enfatizada a necessidade da realização semanal da calibração do pHmetro e do areômetro de Baumé. Também foi sugerido o início de medições de turbidez da salmoura, uma vez que a empresa já possui um equipamento com essa finalidade, ou seja, um turbidímetro, mostrado na Figura 9.

Foram realizadas sugestões de melhorias nas planilhas utilizadas para registrar todos os parâmetros obtidos, com o intuito de um melhor acompanhamento da qualidade da salmoura, entretanto a indústria de laticínios não autorizou a exposição dessas planilhas. Foi sugerido a adição de um campo para anotar o pH e a concentração final. Também foi excluído da planilha a análise visual, pois visualmente não há como estimar a cristalinidade. No que tange a acidez da salmoura, não havia um campo para anotar e agora tem-se esse controle documentado. A faixa de pH foi aumentada, antes era de 5,0 a 5,2 e passou a ser 5,0 a 5,4. Havia divergência nas planilhas referentes ao controle de temperatura da salmoura, uma delas havia uma

faixa de até 12°C e as demais 10 a 12°C, item esse também corrigido. Foi adicionado à planilha um campo para anotar os valores da turbidez da salmoura. Foi sugerido também dados do ácido utilizado para ajuste de pH, tais como, marca, lote, fabricação, validade e quantidade utilizada, bem como, o responsável que realizou os procedimentos laboratoriais.

A fim de propor melhorias no processo, outra sugestão é a substituição do recipiente utilizado para a coleta da salmoura, como pode ser observado na Figura 6a, pois este não é adequado para coleta de amostra e pode vir a contaminar a solução, uma vez que é feito de plástico e pode conter resquícios de coletas anteriores. Devido a isso recomenda-se a substituição por um recipiente de coleta também utilizado na coleta de leite cru refrigerado, fabricado em aço inoxidável, conforme a Figura 11. A sugestão de utilizar esse recipiente é para evitar a aquisição de um novo modelo, uma vez que já se encontra à disposição no almoxarifado da empresa.

Figura 11 – Recipiente de coleta de amostras, fabricado em aço inoxidável



Fonte: Cheese lab (2022)

Outra análise possível e válida a ser realizada é o controle sensorial, de forma qualitativa, que nada mais é do que controlar o odor da solução salina, pois pode significar contaminações bacteriológicas. Para este controle, deixe decantar em uma proveta tampada, por um período de uma hora na temperatura de 20 a 22 °C, uma amostra com volume de 300 mL de salmoura e, após, destampe a proveta e sinta o

odor (NETO et al, 2005). Segundo o (MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, 2022) através do RIISPOA a salmoura não deve conter cheiro amoniacal.

E para finalizar os apontamentos, sugiro a utilização de um filtro de areia e carvão ativado, que deve ser acoplado à tubulação de salmoura, realizando uma filtração contínua. Nessa filtração todo material em suspensão na salmoura deve ficar retido nas camadas de areia e carvão, sendo ideal para ser utilizado em processos de recuperação da salmoura. Além de um ótimo custo-benefício comparado ao filtro de terra diatomácea por exemplo.

Este TCC foi uma importante ferramenta para dar o primeiro passo rumo à melhoria desejada no processo de salga do queijo muçarela e após estudos e diversos debates com os coordenadores da qualidade e produção, o setor é temática de reunião, bem como, ajustes de processos e a parte documental.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Por mais que a salga, através da salmoura, seja considerada uma das principais etapas no processo de fabricação de queijos, e a mais usual, no Brasil, atualmente ainda não se tem legislações a cerca desta, tão pouco, normas estabelecidas pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento do Brasil (MAPA) que orientem e estipulem padrões aceitável para a qualidade das salmouras.

Diante do exposto, a indústria estipula os seus padrões para garantir que o produto chegue as mesas dos consumidores com a qualidade esperada. Dito isso, o monitoramento físico-químico e microbiológico deve ser uma prática rotineira nas indústrias de queijo, reduzindo possíveis contaminações cruzadas aos produtos, prevenindo danos à saúde dos consumidores, e evitando futuros prejuízos econômicos para as indústrias.

Para tanto a Indústria de laticínios X realiza medições de parâmetros físico-químicos e microbiológicos semanalmente e os resultados obtidos mostram a necessidade de uma correção na temperatura da salmoura e na concentração de sal, que no período da realização deste não foi realizada. Quanto ao pH o valor se manteve dentro do estabelecido de 5,2 a 5,4, possivelmente pelo tamponamento da salmoura.

Todavia, a elevação da acidez da salmoura pode impedir a absorção de sal, e em concordância com os resultados obtidos através do seu controle, deve-se proceder a sua neutralização.

Os resultados da contagem de microrganismos realizado nas análises microbiológicas obtiveram valores aceitáveis.

Foi verificado durante o período em que foi realizado esse TCC, que na empresa de laticínios X a correção da concentração de salmoura não tem sido realizada, desde que a mesma foi trocada em janeiro de 2022, mas verificou-se com os resultados das análises físico-químicas que a salmoura necessita de ajustes que devem ocorrer o mais rápido possível para evitar a degradação e contaminação da mesma.

7 REFERÊNCIAS

- ABIQ. **Queijo mussarela**. Disponível em: https://www.abiq.com.br/queijos_ler.aspxcodigo=1927&codigo_categoria=16&codigo_subcategoria=3737. Acesso em: 10 jul. 2022.
- AMARAL, J. A. et al. **Variação das características físico-químicas e microbiológicas das salmouras empregadas na salga de queijos tipo mussarela durante o período de sua utilização**. Revista de Saúde Pública, 1992.
- BORTOLON, E. **Avaliação da qualidade de salmouras empregadas na salga de queijos de laticínios inscritos no serviço de inspeção do paraná (sip) na microrregião de francisco beltrão-pr**. Francisco Beltrão, 2012.
- BRASIL. **Presidência da República - Casa Civil**. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/1970-1979/d66183.htm> Acesso em: 10 jul. 2022.
- BRASIL. **Departamento de inspeção de produtos de origem animal-diipoa. Diário Oficial da República do Brasil**Brasil, 7 mar. 1996.
- BRASIL. **Instrução Normativa Nº77. Diário Oficial da União** Brasil Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento/Gabinete do Ministro, 30 nov. 2018. Disponível em: https://www.in.gov.br/materia/-/asset_publisher/Kujrw0TZC2Mb/content/id/52750141/do1-2018-11-30-instrucao-normativa-n-77-de-26-de-novembro-de-2018-52749887. Acesso em: 23 jul. 2022
- CARLOS, F. G.; BENEVENUTO, W. C. A. N.; BENEVENUTO JÚNIOR, A. A.; SILVA, J. G. **Avaliação da qualidade da salmoura durante seu período de utilização em indústria de laticínios**. Higiene Alimentar, v. 31, p. 270-271, 2017. Disponível em: <https://docs.bvsalud.org/biblioref/2017/08/848955/270-271-jul-ago-2017-119-123.pdf> Data de acesso: 19 de julho de 2022.
- CARVALHO COSTA, D. et al. **Caracterização e tratamento de efluentes resultantes da actividade de produção de queijo**. Faculdade de ciências e tecnologia da universidade nova de Lisboa, Perfil engenharia sanitária, 2011.
- DAXIA. **O consumo de queijos no Brasil**. Disponível em: <https://www.daxia.com.br/o-consumo-de-queijos-no-brasil/>. Acesso em: 10 jul. 2022.
- DIÁRIO OFICIAL DA UNIÃO. **Instrução Normativa Nº 77, de 26 de novembro de 2018**. 26 nov. 2018.
- FERNANDO MORO, M.; DITTMAR WEISE, A. **Produção mais limpa como alternativa para o gerenciamento de resíduos em laticínios**, 2016.
- FERNANDO TEIXEIRA SILVA - EMBRAPA. **Queijo Mussarela**. Brasília, 2005 Disponível em: www.ctaa.embrapa.br.

FONSECA, C. F. **Processos de salga e sua interação nos queijos**. Juiz de Fora, 1986.

FURTADO, M. M. **A arte e a ciência do queijo**. Globo ed. v. 2º São Paulo, 1991.

FURTADO, M. M.; SAMPAIO, M. H. D.; NUNES, L. G. Avaliação do uso da clorexidina no tratamento da salmoura e da casca do queijo curado. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, p. 91–94, 1989.

GMO - LABORATÓRIO DE CONTROLE DE QUALIDADE. **Análises físico-química de alimentos**. Disponível em: <https://gmo-online.com.br/>. Acesso em: 22 jun. 2022.

GUSSO, A. P. **Aspectos de controle e manutenção de salmouras utilizadas para salga de queijos**. Revista Indústria de Laticínios, 2011.

HAMAN, D. Z.; SMAJSTRLA, A. G.; ZAZUETA, F. S. **Media filters for trickle irrigation in Florida**. Florida, 1994.

IBGE - SIDRA. **Pesquisa Trimestral do Leite - 4º trimestre de 2021**.

INSMART. **Turbidímetro**. Disponível em: <https://www.solucoesindustriais.com.br/empresa/instrumentacao/insmart-instrumentos-de-medicao-e-controle-digital/produtos/instrumentacao/turbidimetro-preco>. Acesso em: 19 jul. 2022.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. 1º edição digital ed. São Paulo, 2008.

ISABEL PEREIRA RUAS, F. **Gestão de águas residuais pré-tratadas de queijarias**. Beja, 2012.

IVAN FORMIGONI - FARMNEWS. **Principais países produtores de leite: dados de julho de 2020**.

JOÃO PEDRO DE M. LOURENÇO NETO; HANS HENRIK KNUDSEN; MARIA TEREZA CRATIÚ MOREIRA. **Salga de queijos em salmoura: mecanismos e controles**. Boletim de Tecnologia de Laticínios - Via láctea, mar. 2005.

LABDEL. **Phmetro**. Disponível em: <https://www.labdel.com.br/shop/dm-22-phmetro-de-laboratorio/>. Acesso em: 11 jul. 2022.

LADER QUÍMICA. **Proveta graduada**. Disponível em: Proveta graduada em vidro base poli 500mL Uniglas - Laderquimica - Laderquimica - Linha completa de reagentes e produtos para laboratórios. Acesso em: 16 jul. 2022.

LIMA, U. DE A. **Matérias-Primas dos Alimentos**. Blucher ed. v. 1, São Paulo, 2010.

LISITA, M. O. **Evolução microbiana na linha de produção de queijo minas frescal em uma indústria de laticínios**. 2005. p. 76. Dissertação (Mestrado em ciência e tecnologia de alimentos) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de

Queiroz”. Universidade de São Paulo, Piracicaba Universidade de São Paulo, Piracicaba – SP, 2005. Disponível em: <https://teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11141/tde-09092005-142314/publico/MilenaLisita.pdf> Acesso em: 16 jul. 2022.

LORRANE SOARES DOS SANTOS et al. **Tratamento da salmoura na produção de queijos**, 2022.

MARCO AURÉLIO CREMASCO. **Operações unitárias em sistemas particulados e fluidomecânicos**. Edgard Blucher Ltda ed. São Paulo, 2012.
MCMAHON, D. J. Issues with low and lower salt cheeses. **Australian Journal of Dairy Technology**, v. 65, p. 200–2005, 2010.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, P. E A. **MAPA DO LEITE: Políticas Públicas e Privadas para o Leite**, 2022.

MÚCIO M. FURTADO, P. D. **Mussarela fabricação & funcionalidade**. 1° ed. São Paulo, 2016.

MULVIHILL, D. M. , & F. P. F. **Proteolysis of-casein by chymosin in dilute NaCl solutions and in cheddar cheese**. *Irish Journal of Food Science and Technology*, p. 13–23, 1980.

NELSON RENTERO - EMBRAPA. **Edição Digital em embrapa.br/gado-de-leite**, 2005.

NGUYEN, H. T. H. ; et al. **Microstructure and physico chemical properties reveal differences between high moisture buffalo and bovine Mozzarella cheeses**. *Food Research International*, p. 458–467, 2017a.

NGUYEN, H. T. H. et al. **Microstructure and physico chemical properties reveal differences between high moisture buffalo and bovine Mozzarella cheeses**. *Food Research International*, p. 458–467, 2017b.

OCTÁVIO ANTÔNIO VALSECHI. **O leite e seus derivados**, 2001.

OLIVEIRA, K. A. ET AL. **Qualidade microbiológica do queijo de coalho comercializado no município do Cabo de Santo Agostinho, Pernambuco, Brasil**. *Revista Arquivos do Instituto Biológico*, p. 435–440, 2010.

OLIVEIRA, J. S. **Queijos: Fundamentos Tecnológicos**. UNICAMP - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1986.

ORDÓÑEZ, J. et al. **Tecnologia de Alimentos: Alimentos de origem animal**. Porto Alegre, 2006.

QUÍMICO. **Areômetro de Baumé**. Disponível em: <https://lojadoquimico.com.br/clique/item/Densimetro-Baume-sem-Termometro-%28Aerometro%29--.html>. Acesso em: 16 jul. 2022.

RIO PARDO LATICÍNIO. **A importância da salga na fabricação de queijos.** Disponível em: <https://riopardolaticinio.com.br/2021/08/30/a-importancia-da-salga-na-fabricacao-de-queijos/#:~:text=A%20salga%20%C3%A9%20respons%C3%A1vel%20por,em%20queijos%20mofados%20%C3%A9%20mascarada>. Acesso em: 9 jun. 2022.

ROCHA, A.; M., P.; **Controle de fungos durante a maturação de queijo minas padrão.** Santa Maria, 2004.

SANGALETTI, N; PORTO, E; BRAZACA, SGC; YAGASAKI, CA; DALLA DEA, RC; SILVA, MV. **Estudo da vida útil de queijo Minas.** Food Science and Technology, v.29, n.2, p.262-269, 2009 Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cta/a/bBJYcTq7tYr53qT8zQsKXGR/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 9 jun. 2022.

SANTANA, E. H. W. et al. **Estafilococos em alimentos.** Instituto Biológico. São Paulo, 2010.

SILVA, R. S. F.; BORSATO, D.; SILVA, L. H. **Difusão do cloreto de sódio no processo de salga de queijos: modelagem matemática com o emprego do método de elementos finitos.** Food Science e Technology, 1998. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cta/a/VP4qs6LGPt7s3vY463kKsQc/?lang=pt> Data de acesso: 11 de julho de 2022.

VERMEREIN, L.; JOBLING, G. A. **Localized irrigation.** FAO ed. 1984.

VIEIRA MORAES, T. et al. **Eficiência do uso do filtro de carvão ativado para a remoção de parâmetros físico-químicos.** Santa Helena – Goiás, 2013.

VIEIRA PELLEGRINI, C. **Análise físico-química do leite no laticínio serra negra de patrocínio/mg.** Centro Universitário do Cerrado Patrocínio. Serra Negra de Patrocínio, 2017.