



KARINE CARVALHO ALVES

**APLICAÇÃO DE FERRAMENTAS DA QUALIDADE NO
CONTROLE DE CONTAMINAÇÃO DA PRODUÇÃO DE
QUEIJOS FINOS**

**LAVRAS – MG
2022**

KARINE CARVALHO ALVES

**APLICAÇÃO DE FERRAMENTAS DA QUALIDADE NO CONTROLE DE
CONTAMINAÇÃO DA PRODUÇÃO DE QUEIJOS FINOS**

Monografia apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Curso de Engenharia Química, para a obtenção do título de Bacharel.

Profa. Dra. Luana Elis de Ramos e Paula
Orientadora

**LAVRAS – MG
2022**

KARINE CARVALHO ALVES

**APLICAÇÃO DE FERRAMENTAS DA QUALIDADE NO CONTROLE DE
CONTAMINAÇÃO DA PRODUÇÃO DE QUEIJOS FINOS
APPLICATION OF QUALITY TOOLS IN THE CONTROL OF CONTAMINATION
IN THE PRODUCTION OF FINE CHEESES**

Monografia apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Curso de Engenharia Química, para a obtenção do título de Bacharel.

APROVADA em: 18/04/2022.

Profa. Dra. Luana Elis de Ramos e Paula – UFLA

Profa. Dra. Lidja Dahiane Menezes Santos Borél – UFLA

Prof. Dr. Raphael Nogueira Rezende – IFSULDEMINAS

Documento assinado digitalmente
 LUANA ELIS DE RAMOS E PAULA
Data: 28/04/2022 15:46:28-0300
Verifique em <https://verificador.iti.br>

Profa. Dra. Luana Elis de Ramos e Paula
Orientadora

**LAVRAS – MG
2022**

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer primeiramente a Deus pela oportunidade de chegar até aqui trilhando um caminho de muita conquista e aprendizado. Aprendi e cresci muito durante o curso, tanto pessoalmente quanto profissionalmente.

Aos meus pais Estefânia e Maurício, dedico essa vitória. O amor de vocês por mim e o incentivo para com meus estudos e sonhos foram a base para que eu me dedicasse e valorizasse cada momento com a certeza de que tudo daria certo. O mérito é de vocês.

Ao meu namorado Gustavo, agradeço imensamente pelo carinho e por sempre me ouvir e apoiar em todos os momentos. Seus conselhos mediante toda sua experiência pessoal e acadêmica foram de suma importância para me fortalecer e incentivar a buscar sempre mais, sem deixar me abalar por momentos difíceis.

À minha professora e orientadora Luana, obrigada por tudo! Saiba que suas aulas de Gestão da Produção e da Qualidade foram a base para me despertar a importância da qualidade nos processos químicos, e, com isso, me incentivou a trilhar por este caminho, alcançando a experiência profissional que estou vivendo e possibilitando desenvolver este estudo. Muito obrigada pelo seu apoio, dedicação e atenção comigo durante todo esse tempo que trabalhamos juntas no desenvolvimento deste trabalho, vou guardar tudo isso com muito carinho.

Aos amigos que fiz na UFLA, muito obrigada pelos momentos juntos, pelo apoio nas tensões e pelas alegrias vividas nesses anos na universidade, vocês fazem parte desse caminho e serão sempre lembrados por mim.

Enfim, a todos os envolvidos neste trabalho, muito obrigada por compartilharem um pouquinho do tempo de vocês comigo pra que tudo isso se realizasse da melhor maneira possível.

RESUMO

As indústrias, atualmente, têm buscado investir em controle de qualidade da matéria-prima, insumos e produtos fabricados a fim de tornarem mais competitivas e produtivas. Nesse contexto, os laticínios, um dos percussores da indústria de alimentos do Brasil, buscam alternativas para aumentar a produtividade e a qualidade de seus produtos, visto que todas etapas do processo produtivo possuem riscos de contaminação microbiológica. Dessa forma, este trabalho teve por objetivo mapear e individualizar os processos envolvidos na produção de queijos finos de um laticínio localizado no sul de Minas Gerais para avaliar aqueles considerados de maior problemática, com contaminação microbiológica, e indicar intervenções para minimizar os riscos de contaminação mediante a aplicação do diagrama de Ishikawa e da matriz GUT. A partir da aplicação dessas ferramentas, algumas melhorias foram obtidas como resultado, sendo elas o investimento em programas periódicos de treinamento e capacitação dos colaboradores para o conhecimento e cumprimento das ferramentas da qualidade na indústria de alimentos, a promoção de cursos profissionalizantes para conhecimento das atividades desenvolvidas no processo produtivo e suas condições ideais, manutenções preventivas e auditorias internas. As ferramentas aplicadas foram eficazes para a construção de um plano estratégico que visa solucionar o problema e as melhorias propostas foram ações preventivas, consideradas sem custo ou de baixo custo, o que infere que o investimento em ferramentas da qualidade é vantajoso.

Palavras-chave: Laticínios. Contaminação Microbiológica. Gestão da Qualidade. Diagrama de Ishikawa. Matriz GUT.

ABSTRACT

Industries, currently, have sought to invest in quality control of raw materials, inputs and manufactured products in order to make them more competitive and productive. In this context, the dairy, one of the precursors of the Brazilian food industry, are looking for alternatives to increase the productivity and quality of their products, since all stages of the production process have risks of microbiological contamination. Thus, this work aimed to map and individualize the processes involved in the production of fine cheeses in a dairy located in the south of Minas Gerais to evaluate those considered to be the most problematic with microbiological contamination and indicate interventions to minimize the risks of contamination through the application of the Ishikawa diagram and the GUT matrix. From the application of these tools, some improvements were obtained as a result, being them the investment in periodic training and qualification programs of the collaborators for knowledge and compliance with quality tools in the food industry, the promotion of professional courses for knowledge of the activities developed in the production process and its ideal conditions, preventive maintenance and internal audits. The tools applied were effective for the construction of a strategic plan that aims to solve the problem, and the proposed improvements were preventive actions, considered without cost or low cost, which infers that the investment in quality tools is advantageous.

Keywords: Dairy. Microbiological Contamination. Quality Management. Ishikawa Diagram. GUT Matrix.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Relação evolutiva da gestão da qualidade.....	13
Figura 2 - Características da qualidade dos produtos alimentícios.....	15
Figura 3 - Diagrama de Ishikawa e ilustração dos 6M.....	23
Figura 4 - Etapas do processo produtivo de queijo.....	28
Figura 5 - Diagrama de Ishikawa para os processos seleccionados.....	33

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Matriz de Gravidade, Urgência e Tendência (GUT).....	24
Quadro 2 - Matriz GUT para o problema.....	37

LISTA DE SIGLAS E SÍMBOLOS

ABIA	Associação Brasileira da Indústria de Alimentos
ABIQ	Associação Brasileira da Indústria do Queijo
FV	Folha de Verificação
BPF	Boas Práticas de Fabricação
PPHO	Procedimento Padrão de Higiene Operacional
MIP	Monitoramento Integrado de Pragas
APPCC	Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle
PCC	Pontos Críticos de Controle
ISO	Organização Internacional para Normalização Técnica
a_w	Atividade da água
ITH	Instruções de Trabalho de Higienização
GUT	Gravidade, Urgência e Tendência

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	10
2	OBJETIVO	11
2.1	Objetivo geral.....	11
2.2	Objetivos específicos.....	11
3	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	12
3.1	Surgimento da gestão da qualidade	12
3.2	Evolução da gestão da qualidade	13
3.3	Importância da gestão da qualidade.....	14
3.4	Qualidade na produção de alimentos	15
3.4.1	Qualidade na cadeia dos queijos finos	17
3.5	Microbiologia de alimentos e controle de qualidade	18
3.6	Metodologias e ferramentas para gestão da qualidade.....	19
3.6.1	Folha de Verificação (FV).....	19
3.6.2	Boas Práticas de Fabricação (BPF).....	20
3.6.3	Procedimento Padrão de Higiene Operacional (PPHO).....	20
3.6.4	Monitoramento Integrado de Pragas (MIP)	21
3.6.5	Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle (APPCC).....	21
3.6.6	Rastreabilidade	22
3.6.7	Diagrama de Ishikawa	23
3.6.8	Matriz de Gravidade, Urgência e Tendência (GUT).....	24
3.7	ISO 9001	25
3.8	Custos da qualidade	25
4	METODOLOGIA.....	27
5	RESULTADOS E DISCUSSÕES	28
5.1	Mapeamento e caracterização do processo produtivo	28
5.2	Riscos de contaminação	30
5.3	Desenvolvimento da proposta.....	31
5.4	Estudo de custo	38
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	40
	REFERÊNCIAS	41

1 INTRODUÇÃO

Atualmente as indústrias têm buscado cada vez mais alinhar o preço e a qualidade de seus produtos para atender as exigências do consumidor e se adequar às transformações do mercado. E, para isso, apontam como necessidade o investimento em controle de qualidade da matéria-prima, insumos e produtos fabricados a fim de tornarem mais competitivas e produtivas.

Segundo a ABIA (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE ALIMENTOS, 2021), em 2020 a indústria de alimentos e bebidas foi a maior em valor de produção do país, representando 10,6% do PIB brasileiro e, desse modo, elevou o Brasil ao maior exportador de alimentos industrializados do mundo. Nesse contexto, ao atingir um faturamento líquido de R\$ 70,9 bilhões, os laticínios se enquadram como um dos percussores da indústria de alimentos, ficando atrás dos setores de derivados de carne e beneficiados de café, chá e cereais. Então, tendo em vista a importância destes no contexto da indústria de alimentos nacional, essa modalidade industrial busca alternativas para aumentar a produtividade e a qualidade de seus produtos.

Em relação aos laticínios, podemos destacar a produção de queijo, produto presente na mesa da maioria dos brasileiros, uma vez que possui um alto valor nutricional e riqueza em sabor. O Brasil é reconhecido pela produção de uma vasta variedade de tipos de queijos, tanto por pequenos produtores quanto por grandes indústrias, o que garante rendimento na produção e competitividade no preço (SENA et al., 2000).

No processo produtivo do queijo é necessário um rígido controle de qualidade para proporcionar o máximo de higiene e minimizar os riscos de contaminação microbológica que estão presentes em todas as etapas, desde a entrada da matéria-prima até a expedição do produto final, o que resulta em um aumento do rendimento da produção e certificação de qualidade, minimizando as perdas (CARDOSO; CAMPOS, 2019).

Assim, para garantir a qualidade na produção, sem riscos de contaminação e sem perdas durante o processo, é necessário o investimento em ferramentas da gestão da qualidade que estejam em consonância com o processo.

2 OBJETIVO

2.1 Objetivo geral

Este trabalho teve como objetivo principal indicar intervenções para redução da contaminação microbiológica mediante utilização de ferramentas da qualidade em parte dos processos da cadeia de produção de queijos finos de um laticínio localizado no sul de Minas Gerais.

2.2 Objetivos específicos

- a) Mapear as etapas envolvidas na produção de queijos finos;
- b) Individualizar os processos e indicar os que propiciam maiores riscos de contaminação microbiológica;
- c) Aplicar o diagrama de Ishikawa e a matriz GUT para controle de contaminação;
- d) Propor melhorias e desenvolver um estudo de custo para serem implementados.

3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1 Surgimento da gestão da qualidade

A gestão da qualidade se faz presente desde os primórdios da história da humanidade. Seu conceito iniciou-se com os artesãos, trabalhadores especializados que participavam de toda linha de produção. Estes estabeleciam prazos de entrega, atendiam especificações prefixadas e determinavam um preço para seus produtos. Dessa forma, os critérios adotados pelos artesãos variavam de cliente para cliente, o que resultava em um produto com controle e inspeção de qualidade de forma natural, atendendo as necessidades do consumidor e proporcionando conformidade, especificação e confiabilidade (MARTINELLI, 2009).

Essa ordem produtiva inicial mantinha foco na qualidade do produto e não do processo, mas com a Revolução Industrial essa tendência foi alterada e a produção em larga escala demandou foco no controle de qualidade e padronização dos processos (BALLESTERO-ALVAREZ, 2010).

A nova ordem ficou marcada pelo modelo administrativo científico de Frederick W. Taylor, na qual o trabalho era dividido em frações menores e repetidas diversas vezes ao longo de uma jornada de trabalho. Consequentemente, os operadores não mais planejavam ou criavam, mas somente produziam e eram inspecionados em seus trabalhos, o que proporcionou uma maior legitimidade da atividade de inspeção, separando-a do processo de fabricação e atribuindo-a a profissionais especializados (MARTINELLI, 2009).

Com o avanço e modernização da produção, novos elementos de gestão começaram a surgir e a figura do consumidor se fez mais presente na demanda por qualidade. A busca por atender às demandas e garantir a satisfação do consumidor levou as empresas a se atualizarem com técnicas de produção mais eficazes e de alta produtividade.

Ademais, a evolução dos conceitos de qualidade e gestão da qualidade culminaram na eminência de processos de melhoria contínua, com intuito de manter a competitividade e sobrevivência da organização no mercado. A Figura 1 resume a evolução da gestão da qualidade.

Figura 1 - Relação evolutiva da gestão da qualidade.



Fonte: Martinelli (2009).

A representação acima mostra a evolução de conceitos que elevou a Gestão da Qualidade à Qualidade Total. Essa última não enfatiza somente o entendimento das necessidades e expectativas do consumidor, mas, também, mantém foco no preço, nas características da operação e de todos os processos envolvidos na elaboração de um produto. Assim, com o surgimento desse novo conceito, as organizações passaram a buscar cada vez mais por excelência em desempenho, aspirando atender a necessidade de todos os envolvidos no processo.

3.2 Evolução da gestão da qualidade

A evolução da gestão da qualidade foi marcada pela correlação dos modelos predominantes de cada época, o que levou sua classificação em quatro eras: inspeção, controle estatístico da qualidade, garantia da qualidade e gestão da qualidade (GARVIN, 2002).

A primeira era ou Era da Inspeção se deu durante os séculos XVIII e XIX, período no qual a qualidade do produto era assegurada principalmente pela inspeção dos pequenos lotes de produção artesanal pelo próprio operário. Entretanto, com o aumento da produção, essa alternativa não mais assegurava a qualidade das operações e foi necessário, então, a elaboração de um sistema racional pautado na criação de um gabarito para assegurar a qualidade do produto por meio de controle e uniformidade (SCALCO, 2004).

Diferente da primeira era, a Era do Controle Estatístico da Qualidade foi marcada por um período cujo controle de qualidade era caracterizado pelo uso de ferramentas estatísticas e de amostragem. Desse modo, o foco deixa de ser a inspeção do produto e passa a ser o controle da qualidade (GARVIN, 2002).

Com a Segunda Guerra Mundial, novas exigências de controle surgiram para produzir armas em grande quantidade, o que levou a uma nova era, a Era da Garantia da Qualidade. Nessa, as atribuições da qualidade se ampliaram e focou-se na integração de todos os colaboradores e de todos os departamentos da organização, a fim de garantir a qualidade por meio da execução eficaz de todas as atividades, contudo, a prevenção de problemas ainda era seu principal objetivo. Ela ficou caracterizada pelo controle sistêmico em verificação e certificação de qualidade das inspeções e operações e foi marcada por quatro metodologias, sendo elas: a quantificação dos custos da qualidade, controle total da qualidade, técnicas de confiabilidade e programa zero defeito (CAMPOS, 2004).

Com o fim da Segunda Guerra Mundial, o Japão encontrava-se destruído e em busca de reconstrução. E, diante da incompatibilidade entre seus produtos e as necessidades do mercado, adotaram o planejamento estratégico, o qual tinha preocupação com o ambiente externo às empresas. Essa modalidade de gestão leva em conta as variáveis técnicas, econômicas, informacionais, sociais, psicológicas e políticas, o que gera um impacto estratégico da qualidade nos consumidores e no mercado, visando a competitividade do comércio e sobrevivência das empresas (LONGO, 1996). Logo, a mudança gerencial pós guerra proporcionou ao Japão o sucesso o qual desfruta até hoje como potência mundial.

A quarta era, Era da Gestão Estratégica da Qualidade, foi marcada pelo alto número de processos judiciais e queda nas vendas dos Estados Unidos em virtude do comércio de produtos defeituosos, o que levou a penalizações sobre os produtos, uma vez que estes ofereciam perigo à segurança e à saúde dos consumidores (SCALCO, 2004). E, com a competição em relação aos produtos japonês, de qualidade superior à dos EUA, essa queda foi ainda mais agravada. Então, este período manteve foco na satisfação dos clientes e na competitividade do comércio e, por conseguinte, a melhoria contínua de produtos e processos se tornou o principal objetivo, sendo este proporcionado pela colaboração da administração da organização e demais colaboradores.

3.3 Importância da gestão da qualidade

Com a competitividade das empresas no mercado e a busca por satisfazer os clientes com produtos e serviços com qualidade e preços atrativos, as organizações tem buscado investimento e adequação aos conceitos de gestão da qualidade. Nesse sentido, a gestão da qualidade é compreendida como o conjunto de práticas utilizadas para se obter, de forma eficiente e eficaz, a qualidade pretendida para o produto (TOLEDO, 2001).

O crescente comportamento crítico dos consumidores culminou no investimento, por parte das empresas, na gestão da qualidade para sua permanência no mercado e, sobretudo, para priorizar o foco na satisfação dos clientes (SANTOS, 2006). Assim, de acordo com Martinelli (2009), a Gestão da Qualidade Total entra em vigor, com uma abordagem que permite melhorar diversos aspectos fundamentais na organização como produtividade, competitividade e eficácia, aumento da flexibilidade frente a clientes e fornecedores e, principalmente, a motivação dos colaboradores para desempenhar seus papéis com excelência.

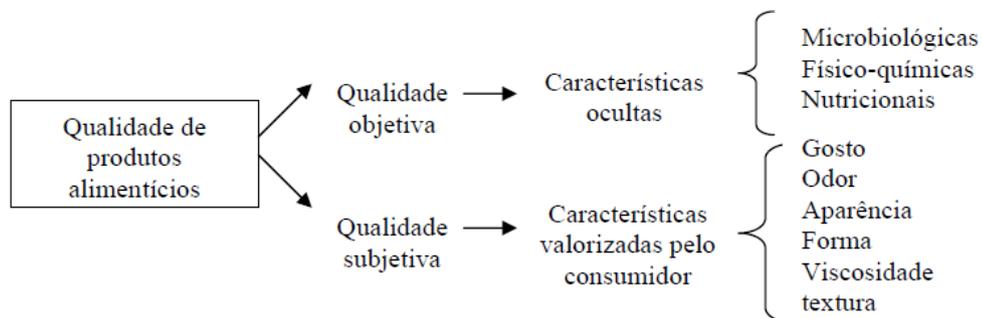
Ainda de acordo com Martinelli (2009), a gestão da qualidade total é composta por cinco itens básicos, sendo eles: qualidade intrínseca, preço baixo, pontualidade, segurança na utilização e moral da equipe. E, a utilização dessa ferramenta é de suma importância para que uma organização tenha liderança eficaz, simplificando processos e promovendo interação fornecedor-cliente.

Nesse contexto de importância da gestão da qualidade, tem-se que essa não se aplica somente a bens duráveis, pois tal abordagem é imprescindível, também, para a produção de alimentos livres de contaminações e que atendam ao gosto do consumidor.

3.4 Qualidade na produção de alimentos

A qualidade dos produtos alimentícios é analisada em virtude de duas perspectivas, uma objetiva e outra subjetiva, como representado na Figura 2.

Figura 2 - Características da qualidade dos produtos alimentícios.



Fonte: Scalco (2004).

A qualidade objetiva se relaciona às características intrínsecas ao produto, como as características microbiológicas, físico-químicas e nutricionais, ao passo que a qualidade subjetiva está associada ao gosto do consumidor em relação aos aspectos sensoriais como sabor, odor, aparência, forma, viscosidade e textura.

Segundo Garvin (2002), em virtude da particularidade e complexidade dos produtos alimentícios, estes devem estar de acordo com algumas dimensões da qualidade a fim de garantir o desempenho, confiabilidade e conformidade do produto, durabilidade, estética, qualidade percebida e imagem da marca.

O desempenho está ligado à função do produto e atributos de qualidade extrínsecos como preço, tamanho e cor, e/ou intrínsecos como valor nutritivo, ausência de resíduos químicos e sustentabilidade. Já as características complementares são tidas como os diferenciais de um produto, como por exemplo a linha *light* ou *diet* e os alimentos de fácil preparo ou instantâneos. A confiabilidade está atrelada à garantia de qualidade, assegurando que o produto não apresente defeitos sensoriais, físico-químicos e microbiológicos. Por outro lado, a conformidade é o atendimento às especificações do produto como peso, teor de gordura, valor calórico, proteínas, vitaminas e porcentagem de água. A durabilidade é a garantia que, em um determinado período, o produto conserve suas características originais e atenda os padrões de qualidade e as expectativas do consumidor. Se tem, também, a estética, que é a entrega conforme os padrões sensoriais do produto, incluindo aspectos como sabor, textura, consistência e embalagem. E, por fim, a qualidade percebida e a imagem da marca são as impressões positivas geradas pelo produto em virtude de uma marca com reputação e imagem no mercado.

Como já mencionado, a qualidade é uma característica de suma importância para o sucesso de todas as empresas frente a competitividade do mercado. Nesse contexto, as organizações necessitam atender e satisfazer o mercado com produtos e serviços com qualidade e preços atrativos. Mas, para isso, as organizações devem adotar um modelo de gestão da qualidade, sendo esse um conjunto de práticas para atender, de forma eficiente e eficaz, as especificações de qualidade pretendida para o produto (CAVALCANTE, 2020).

A certificação de qualidade desse tipo de indústria é de grande valia, uma vez que garante confiabilidade mediante credibilidade da marca ao prezar pela qualidade que o produto oferece. Assim, o foco da garantia da qualidade passou do produto final para a garantia da qualidade do processo produtivo, evidenciando o controle dos pontos críticos na produção. E, esses pontos foram estendidos para a visão da qualidade sistêmica, promovendo a cooperação de todos os envolvidos na cadeia, desde o fornecedor de insumos até o vendedor final (SCARE; MARTINELLI, 2000).

Portanto, na indústria de alimentos, é necessário um rígido controle de qualidade para proporcionar o máximo de higiene e minimizar os riscos de contaminação que estão presentes em todas as etapas dos processos de produção. Logo, torna-se imprescindível a adoção da gestão

da qualidade nesses processos para oferecer um produto seguro e, ao mesmo tempo, corresponder às exigências do comércio, propiciar a diminuição de custos, reduzir as perdas, otimizar a produção, dentre outros benefícios.

3.4.1 Qualidade na cadeia dos queijos finos

O queijo é um produto obtido pela coagulação do leite, seguida de uma desidratação da coalhada, podendo ser fresco ou maturado. Sua composição nutricional é gordura, característica que confere ao produto consistência e cremosidade, proteínas, minerais e vitaminas lipossolúveis e do complexo B (LIMA; PENA, 2012).

Segundo a ABIQ (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DO QUEIJO, 2005), mais de cinquenta tipos de queijo são fabricados no Brasil e, dado que a fabricação desse lácteo não demanda alta tecnologia, grande parte dos produtores são informais, sem inspeção de órgãos federais ou estaduais.

Contudo, o processo de produção do queijo por indústrias que produzem em larga escala vem sendo automatizado. Mas, na Europa, ainda se destacam os métodos tradicionais fundamentados no *feeling* dos queijeiros e nas condições naturais de maturação em cavernas à temperatura ambiente, o que confere mais sabor, charme e tradicionalidade (REZENDE et al., 2005).

Com o crescimento do mercado de queijo, um tipo que vem ganhando investimento são os chamados queijos finos ou especiais, categoria nobre que necessita de cuidados específicos e condições ambientais adequadas em todas etapas de fabricação, cura e distribuição (LEANDRO, 1987). Esses queijos demandam um tempo maior de maturação para adquirirem as características esperadas e podem ser classificados de acordo com as seguintes características: teor de umidade baixo (gruyere, pecorino); presença de olhaduras (gruyere, emmental); maturação por microrganismos na superfície (saint-paulin, port-salut, tilsit); maturação por fungos (gorgonzola, camembert, brie); e entre outros.

Segundo Rezende et al. (2005), a indústria brasileira de queijos finos teve como berço o estado de Minas Gerais, mas atualmente encontra-se presente também no Rio Grande do Sul, Santa Catarina, São Paulo e Goiás. Esse setor de produção é em maioria de pequeno e médio porte, o que caracteriza, ainda, uma baixa taxa de inovação devido ao baixo volume de produção e consumo interno.

Ainda de acordo com Rezende et al. (2005), mesmo diante do fator tradicionalidade envolvido na forma de produção artesanal, novas tecnologias e ferramentas de qualidade vêm

sendo vistas como um fator importante de investimento para atender às exigências governamentais, de fornecedores e compradores e, assim, garantir a certificação dos padrões de qualidade. Tais exigências são relacionadas à higiene operacional, implantação dos programas de Boas Práticas de Fabricação (BPF), Sistema de Análises de Perigos e Pontos Críticos de Controle (APPCC), controle de pragas, além do tratamento de efluentes líquidos e avaliação dos sistemas de rastreamento dos produtos.

3.5 Microbiologia de alimentos e controle de qualidade

A ocorrência de práticas inadequadas de higiene na produção e manipulação de alimentos, como limpeza inadequada de equipamentos que entram em contato com o produto e manipulação com mãos sem higienização, pode ocasionar contaminações que negligenciam a qualidade e a segurança do alimento.

Segundo Franco e Landgraf (2005), nas etapas de produção dos alimentos existem uma gama de microrganismos, alguns benéficos e outros não, e as diferenças entre eles estão na forma de crescimento, fisiologia, condições de sobrevivência e patogêneses. Os microrganismos patogênicos são causadores de doenças alimentares que apresentam um grande risco para a saúde e os deteriorantes provocam alterações nas características físicas dos alimentos como cor, odor, sabor e textura. As principais fontes de contaminação desses alimentos são a água, utensílios, manipuladores de alimentos, ar e pó. Então, tem-se a importância da preservação da integridade dos alimentos por meio do controle de qualidade e, atualmente, existem legislações para a microbiologia de alimentos, que devem ser seguidas.

As doenças transmitidas por alimentos são causadas por microrganismos infecciosos que multiplicam no trato intestinal humano (*Salmonella*, *Compylobacter* e *Escherichia coli* patogênicas) e por microrganismos intoxicantes os quais produzem toxinas tanto no alimento quanto após ingeridos (*Bacillus cereus*, *Staphylococcus aureus* e *Clostridium botulinum*) (PAIVA et al., 2000). As cepas de *Escherichia coli* são patógenos comuns na indústria de alimentos e estão associadas às práticas inadequadas de higiene, como transmissão fecal-oral e manipulação com mãos contaminadas. E, mesmo presentes em pequenas quantidades nos ambientes, em condições ideais, se multiplicam em virtude de sua ampla distribuição, causando, posteriormente, contaminações no produto devido à sua característica patogênica. E, quando o produto é consumido, pode ocasionar diarreia e doenças graves como a síndrome urêmica hemolítica (FRANCO; LADGRAF, 2005).

Diante desse problema, as indústrias alimentícias buscam implementar ferramentas da qualidade a fim de garantir a produção de alimentos seguros e sem riscos de contaminação. Como já mencionado, as ferramentas mais utilizadas para este fim, atualmente, são as Boas Práticas de Fabricação (BPF), Procedimentos Padrão de Higiene Operacional (PPHO) e o Sistema de Análises de Perigos e Pontos Críticos de Controle (APPCC) (MONTEIRO, 2005).

3.6 Metodologias e ferramentas para gestão da qualidade

Como dito anteriormente, existem ferramentas e metodologias que são instrumentos auxiliares do controle de qualidade e melhoria dos produtos e processos. A seguir, serão apresentadas e caracterizadas algumas ferramentas consideradas básicas, que foram elaboradas exclusivamente para o setor de alimentos e outras adaptadas para tal setor, cujo objetivo é auxiliar na análise de problemas, sendo elas: Folha de Verificação (FV), Boas Práticas de Fabricação (BPF), Procedimento Padrão de Higiene Operacional (PPHO), Monitoramento Integrado de Pragas (MIP), Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle (APPCC) e Rastreabilidade. Ademais, serão apresentadas ferramentas auxiliares, sendo elas o diagrama de Ishikawa e a matriz GUT, que complementam e apoiam a utilização das ferramentas básicas.

Assim, a escolha dessas abordagens para gerenciar a qualidade dependerá das necessidades da organização, seus objetivos específicos e as exigências dos clientes.

3.6.1 Folha de Verificação (FV)

A coleta de dados durante o processo produtivo é de suma importância para adquirir, registrar e filtrar informações e, para sua realização, faz-se necessário o planejamento.

A Folha de Verificação consiste em uma planilha para o lançamento de dados de determinadas ocorrências, sendo sua aplicação principal a observação de fenômenos. Este documento tem como vantagem a flexibilidade nos levantamentos de dados, uma vez que pode ser utilizado para levantar a proporção de itens não conformes, inspecionar atributos, localizar defeitos no produto final, levantar as causas dos defeitos, analisar a distribuição de uma variável ou monitorar um processo de fabricação (VIEIRA, 1999). Portanto, essa ferramenta tem alta aplicabilidade no setor alimentício para documentação das análises em relação à inocuidade e segurança alimentar (ALVARENGA, 2014).

3.6.2 Boas Práticas de Fabricação (BPF)

Segundo Scalco (2004), as boas práticas de fabricação são ferramentas específicas do setor de alimentos, focadas em padrões higiênicos de manipulação e fabricação de produtos, para que não haja contaminação em nenhuma das etapas do processo e, assim, alcance um padrão de qualidade e identidade de um determinado produto ou serviço. Assim, exige-se um programa de treinamento básico, conforme os tópicos abaixo, para colocá-las em prática.

- a) Na produção: deve-se prezar pela higiene ambiental e pessoal na produção, na manipulação, no armazenamento e no transporte.
- b) No estabelecimento: deve-se projetar as instalações e equipamentos estabelecendo boa localização, controle e monitoramento para lixos e substâncias não comestíveis, manutenção e limpeza, controle de pragas e monitoramento da eficiência.
- c) Controle de Operações: controle de perigos alimentares, estabelecimento de sistemas de controle de higiene, programa de qualidade da água, gerenciamento e supervisão e documentação e registros.
- d) Higiene Pessoal: controle do estado de saúde, enfermidades e lesões, limpeza pessoal, comportamento e controle de visitantes.
- e) Transporte: exigências de limpeza e controle de manutenções.
- f) Informações sobre o produto e aviso ao consumidor: identificação de lotes, informações sobre o produto e rotulagem.
- g) Treinamento: conscientização, responsabilidade e implementação de programas de treinamento.
- h) Avaliações das BPF: verificações e auditorias.

3.6.3 Procedimento Padrão de Higiene Operacional (PPHO)

Os Procedimentos Padrão de Higiene Operacional são descritos e desenvolvidos a fim de proporcionar, de forma frequente, a eliminação da contaminação direta ou cruzada e as alterações do produto, preservando sua qualidade mediante higiene dos equipamentos antes, durante e depois das operações industriais. E, para sua eficácia, faz-se necessário o treinamento e capacitação dos funcionários, monitoramento e avaliação da rotina de procedimentos e monitoramento e ação corretiva em caso de desvio nos resultados esperados.

O PPHO é constituído por oito princípios, que juntos ao BPF, estabelecem o suporte para outras ferramentas de gestão como o APPCC e são eles: potabilidade da água, higiene das

superfícies de contato com o produto, prevenções da contaminação cruzada, higiene pessoal dos colaboradores, proteção contra contaminação do produto, agentes tóxicos, saúde dos colaboradores e controle integrado de pragas (FURTINI; ABREU, 2006).

3.6.4 Monitoramento Integrado de Pragas (MIP)

Considera-se, na indústria alimentícia, violação da sanidade a presença de insetos, roedores e outros animais nas instalações (SCALCO, 2004). Neste sentido, vê-se como necessidade o controle de entrada dessas pragas nos estabelecimentos.

Tal ação é feita mediante a elaboração e implementação de um manual de controle de pragas, juntamente com o acompanhamento dos procedimentos de limpeza e sanitização. Esse documento deve conter os procedimentos a serem cumpridos como a aplicação de praguicidas, a eliminação de resíduos de praguicidas pós-aplicação e a instrução de manuseio e armazenamento de pesticidas caso haja invasão de pragas no estabelecimento. Não obstante, para colocar em prática, é necessário o treinamento do pessoal para exercer essas atividades de forma efetiva e segura.

3.6.5 Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle (APPCC)

Segundo Scalco (2004), a ferramenta de Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle (APPCC) é um sistema de garantia de qualidade que objetiva identificar e estabelecer processos de controle para perigos relacionados à inocuidade para o consumidor, podendo estes estarem presentes nas etapas de produção.

A APPCC baseia-se no sistema *Failure, Mode and Effect Analysis* (Análise de Falhas, Modos e Efeitos - FMEA), aplicado em todas etapas da cadeia de produção de alimentos, a qual observa os erros que podem ocorrer e suas causas e efeitos a fim de promover um sistema de controle. A análise dos pontos a serem controlados resultam em uma prevenção, eliminação ou redução de perigos de contaminação indesejáveis.

Essa ferramenta segue sete princípios básicos: identificação do perigo, identificação do ponto crítico, estabelecimento de limite crítico, monitoramento, ações corretivas, procedimento de verificação e registro de resultados (BRANDÃO, 1998). Para sua aplicação, deve-se treinar uma equipe multidisciplinar e seguir a lógica abaixo listada:

- a) descrição completa do produto;

- b) construção de um fluxograma do processo produtivo até a distribuição do produto, acrescido da listagem de todos ingredientes e aditivos utilizados, bem como as condições do processo;
- c) análise e identificação dos perigos potenciais por meio de coleta e avaliação das informações sobre as circunstâncias que culminam em sua presença, para então promover uma decisão de quais pontos são considerados inocuidades do alimento;
- d) identificação dos pontos críticos de controle (PCC) a partir da aplicação da ferramenta árvore de decisão;
- e) estabelecimento de frequência de controle de cada PCC por meio de monitoramento contínuo, controle estatístico de processo, exames aleatórios e amostragem;
- f) estabelecimento de limites de controle para cada PCC, sendo este um limite crítico que quando excedido pode colocar em risco a saúde do consumidor;
- g) monitoramento do PCC por meio de sequência planejada de observações ou medidas e parâmetros de controle;
- h) estabelecimento de medidas corretivas, seguida de registro e documentação quando houver desvio do limite estabelecido;
- i) estabelecimento de procedimentos para verificar se o APPCC está funcionando corretamente, podendo este ser por meio de testes, auditorias, amostras aleatórias e análises;
- j) estabelecimento de documentação de manutenção de registros seguida de arquivamento por um intervalo de tempo para propiciar avaliações dos auditores quando necessário.

3.6.6 Rastreabilidade

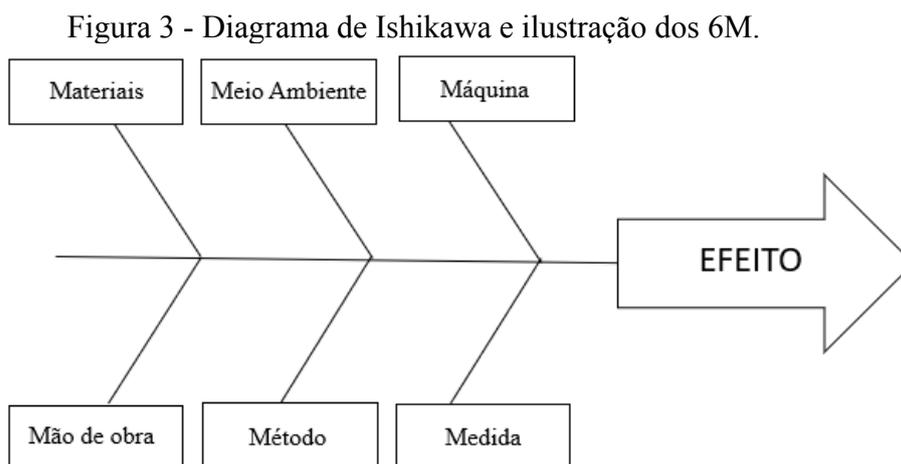
A identificação e rastreabilidade do produto, ferramentas para coleta e armazenamento de dados, são de suma importância para a gestão da qualidade em alimentos, uma vez que permite o levantamento da situação da qualidade do produto na cadeia e propicia melhorias futuras (SCALCO, 2004).

A rastreabilidade pode ser aplicada de duas maneiras, sendo elas nas atividades (processamento, embalagem, estocagem, compra, venda e transporte) ou no produto (forma, qualidade, volume e peso).

3.6.7 Diagrama de Ishikawa

O diagrama de causa e efeito ou diagrama de Ishikawa foi desenvolvido pelo engenheiro japonês Kaoru Ishikawa e, popularmente, é conhecido como diagrama "espinha de peixe" em razão de seu formato gráfico. Sua utilização é aconselhável quando necessita-se identificar as causas do problema, as variáveis contribuintes e a atividade de desdobrar tais causas até os níveis de detalhes adequados para, então, desenvolver a solução do problema, efeito em estudo (LINS, 1993).

Para construção do diagrama, representado abaixo pela Figura 3, faz-se necessário, a priori, identificar o problema e registrá-lo no campo destinado ao efeito. Os demais campos são representações das causas principais e secundárias associadas ao problema com base no 6M: materiais, meio ambiente, máquina, mão de obra, método e medida.



Fonte: Do autor (2022).

Os materiais estão relacionados às matérias-primas, especificações, fornecedores, toxidades, etc. O meio ambiente é a caracterização do ambiente de trabalho, suas relações e organização. As máquinas são os dispositivos, proteções, condições e manutenções do processo. A mão de obra representa os trabalhadores, suas habilidades, experiências e motivações. Os métodos se relacionam à forma, procedimentos operacionais, manuais e instruções de trabalho. E, as medidas são as verificações e supervisões dos comportamentos do processo.

Ademais, a construção do diagrama é dinâmica e hierárquica, sendo aplicável a problemas das mais diversas naturezas, consistindo no levantamento e identificação das causas do problema. Com ele, o foco passa a ser o problema e, por conseguinte, necessita-se de uma

abordagem integrada e não simplista (substituir pessoas, adquirir equipamentos) que contemple as diversas causas possíveis. Dessa forma, para sua construção, faz-se necessário a identificação de dados para comprovar efetivamente a procedência ou não das causas identificadas, o que torna o diagrama um ponto de partida para o uso e adequação de outras ferramentas básicas (LINS, 1993).

3.6.8 Matriz de Gravidade, Urgência e Tendência (GUT)

A matriz de Gravidade, Urgência e Tendência (GUT) ou matriz de priorização de processos foi criada por Charles Kepner e Benjamin Tregoe em 1981 e hoje é um dos métodos mais utilizados para a melhoria da qualidade, podendo ser adaptada para as necessidades específicas de cada situação, além de ser facilmente integrada com outras ferramentas da qualidade. É considerada uma ferramenta de fácil entendimento, auxiliando na priorização e tratamento dos problemas em qualquer organização nas mais diversas situações (BASTOS, 2014).

Segundo Daychoum (2011), a matriz GUT é utilizada com a finalidade de priorizar os problemas e, então, tratá-los. Logo, para sua construção, considera-se os fatores gravidade, urgência e tendência, atribuindo a eles uma pontuação numa escala de 1 (um) a 5 (cinco), como representado no Quadro 1.

Quadro 1 - Matriz de Gravidade, Urgência e Tendência (GUT).

MATRIZ GUT				
Ptos	G	U	T	G x U x T
	Gravidade	Urgência	Tendência	
	Consequência se nada for feito.	Prazo para tomada de decisão.	Proporção do problema no futuro.	
5	Os prejuízos ou dificuldades são extremamente graves.	É necessária uma ação imediata.	Se nada for feito, o agravamento da situação será imediato.	5 x 5 x 5 125
4	Muito graves.	Com alguma urgência.	Vai piorar em curto prazo.	4 x 4 x 4 64
3	Graves.	O mais cedo possível.	Vai piorar em médio prazo.	3 x 3 x 3 27
2	Pouco graves.	Pode esperar um pouco.	Vai piorar em longo prazo.	2 x 2 x 2 8
1	Sem gravidade.	Não tem pressa.	Não vai piorar ou pode até melhorar.	1 x 1 x 1 1

Fonte: Daychoum (2011).

A gravidade está diretamente relacionada ao impacto do problema sobre as coisas, pessoas, resultados, processos ou organizações e os efeitos que surgirão a longo prazo caso o problema não seja resolvido. Contudo, a urgência tem relação com o tempo disponível ou necessário para resolver o problema e a tendência refere-se ao potencial de crescimento do problema e avaliação.

3.7 ISO 9001

O sistema de gestão da qualidade ISO, cujo significado é Organização Internacional para Normalização Técnica, visa avaliar a segurança das instalações e a confiabilidade dos produtos e serviços fabricados pelas empresas. Sua certificação, para coordenação vertical da cadeia produtiva, são padrões de garantia de qualidade voluntários, promovendo, para o consumidor, a garantia de que o controle de qualidade interno está conforme o especificado (NASSAR, 1999).

A família ISO 9000, normas internacionais de gerenciamento e garantia de qualidade, são definidas por padrões e procedimentos a serem seguidos para proporcionar qualidade ao produto e processo e, conseqüentemente, reduzir o custo e melhorar a eficiência, além de permitir que os fornecedores interajam com os clientes, satisfazendo suas necessidades.

Segundo Scalco (2004), a partir do ano 2000, a série de normas da ISO 9000 foram integradas a uma única norma, a ISO 9001:2000. Essa alteração parte da necessidade de uma revisão para garantir maior ênfase na melhoria contínua, facilitar a linguagem de compreensão e ter uma maior compatibilidade com outros sistemas de gerenciamento. Portanto, esta estabelece requisitos de organização como responsabilidade de administração, gestão de recursos e realização de produto no sistema de gestão da qualidade, além de basear na abordagem de processo, a qual os clientes desempenham um papel significativo. A vantagem dessa abordagem está no controle contínuo sobre a interação de processos individuais dentro do sistema de processos.

3.8 Custos da qualidade

Para a garantia da qualidade das empresas, faz-se necessária a gestão da qualidade e, para isso, são necessários os chamados custos da qualidade. Conquanto, se esses custos tiverem o foco certo, podem ser transformados em investimentos, uma vez que trarão retornos e evitarão prejuízos.

A classificação dos custos da qualidade, tendo em vista os custos do processo, pode se dividir em custos de conformidade e custos de não conformidades. Os custos de conformidade estão associados ao controle, que englobam os custos de prevenção e análise, ao passo que os custos de não conformidade se relacionam às falhas no controle e à ineficiência de um processo, apresentando carácter corretivo de falhas (MIGUEL; ROTONDARO, 2005).

4 METODOLOGIA

Para realização deste trabalho, delineado na forma de estudo de caso com abordagem qualitativa, o assunto foi introduzido com uma contextualização do tema seguida da fundamentação teórica, com foco na relevância da gestão da qualidade e suas ferramentas, uma vez que auxiliam no controle de desvios e riscos de contaminação microbiológica e proporcionam a garantia da qualidade na produção, sem perdas durante o processo.

Posteriormente, foi feito um levantamento das etapas envolvidas na produção de queijos finos em um laticínio localizado no Sul de Minas Gerais. A partir disso, foi realizada a individualização dos processos para possibilitar o emprego de ferramentas de gestão da qualidade.

Após a escolha dos processos, considerados os de maior problemática com contaminação microbiológica e, mediante os levantamentos realizados, deu-se a escolha do diagrama de Ishikawa com proposta inicial de ferramenta para determinação dos pontos críticos. Dessa forma, essa ferramenta da qualidade foi associada aos processos a fim de propor intervenções para reduzir os riscos de contaminação microbiológica e proporcionar melhoria na produtividade da cadeia de produção de queijos finos da empresa.

A justificativa da escolha da ferramenta diagrama de Ishikawa se deu pela sua relevância no controle de qualidade na área das engenharias e processos e, no contexto do trabalho, esta contribuirá para redução de riscos de contaminação microbiológica em virtude da identificação das principais irregularidades nas etapas de produção, além de, posteriormente, ser uma proposta de soluções simples e práticas de baixo custo ou até mesmo sem custo.

No contexto dos eventuais problemas levantados no processo, uma Matriz de Gravidade, Urgência e Tendência (GUT) também foi aplicada para a priorização da resolução das situações problema. Empregou-se o fundamento de prioridade das ações a partir de uma avaliação sistemática das situações, em que cada problema foi classificado de 1 a 5 (baixo a alto) para os critérios de gravidade (1. sem gravidade a 5. extremamente grave), urgência (1. Pouco urgente a 5. Ação imediata) e tendência (1. sem indício de modificação a 5. Piora/mudança rápida), com o resultado GxUxT indicando as prioridades de maiores valores e atenção.

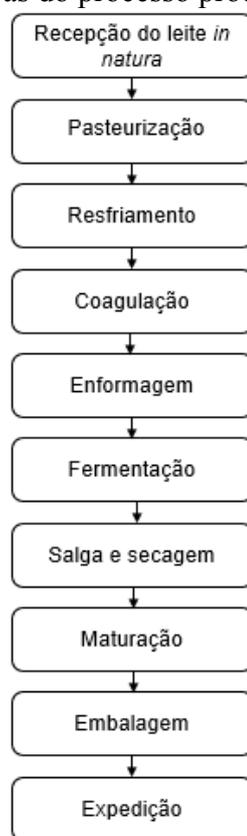
Por fim, aplicadas as ferramentas diagrama de Ishikawa e matriz GUT foi possível propor um plano de ação, juntamente com um estudo de custo, com sugestões de melhorias para solucionar ou minimizar os riscos de contaminação dos processos selecionados.

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1 Mapeamento e caracterização do processo produtivo

Abaixo, na Figura 4, estão representadas as etapas do processo produtivo de queijo e, adiante, serão descritas cada uma delas segundo Lima e Penna (2012).

Figura 4 - Etapas do processo produtivo de queijo.



Fonte: Do autor (2022).

A princípio, o processo começa com a recepção do leite na plataforma, mediante aceitação após análises físico-químicas e microbiológicas em laboratório próprio e, posteriormente, é filtrado, armazenado e resfriado em balões em temperatura entre 3 e 5°C. Esse processo de resfriamento deve ser o mais breve possível após a ordenha, sempre mantendo os padrões e ordens higiênicas. Além disso, ele diminui os problemas de acidificação do leite, uma vez que o metabolismo das bactérias acidificantes diminui, contudo, as bactérias que não acidificam o leite se desenvolvem em baixas temperaturas e agredem as proteínas e gordura.

Em virtude dos pontos críticos vindos do leite cru, faz-se necessária a pasteurização, tratamento térmico que altera minimamente a composição e estrutura e culmina na destruição dos microrganismos patogênicos transmissores de doenças e demais microrganismos. Esse processo pode se dar na forma de pasteurização rápida em trocador de calor de placas, mediante aquecimento do leite na faixa de 72 e 75°C durante 15 segundos e, em seguida, o resfriamento rápido para aproximadamente 34°C, ou pasteurização lenta, a qual aquece e mantém por 30 minutos o leite em 65°C e em seguida resfria rapidamente para 33 a 37°C. No caso em estudo, a forma de pasteurização segue o princípio rápido, o que traz uma maior velocidade e resultado no processo.

Passado o leite pela pasteurização e atingido uma temperatura entre 32 e 35°C, o processo de fabricação do queijo se inicia. É adicionado fermento e cloreto de cálcio e, na sequência, tem-se o processo de coagulação, mediante inoculação do coalho, o que consiste na geleificação do leite devido a mudanças na estrutura da caseína do mesmo. Com a adição desses ingredientes, o leite deve ficar em repouso absoluto para eficácia do processo. Por fim, dada a coagulação, é realizado, com liras ou facas, o corte para transformar a massa em grãos e permitir a saída do soro e, para favorecer a dessoragem, após um tempo do corte faz-se a mexedura.

Com a obtenção do ponto da coalhada, inicia-se o processo de enformagem, que consiste na transferência dos grãos para um molde para resultar na forma do queijo. E, após a enformagem, faz-se necessário manter a forma com a massa sobre mesas até o dia seguinte, à temperatura ambiente, para que possa se processar a fermentação. A temperatura é de suma importância para esse último processo, então é importante não haver variação nessa temperatura, uma vez que oscilações podem resultar na aceleração ou retardação da fermentação.

Após atingir uma fermentação adequada, em um período de descanso de aproximadamente 24 horas, sem que ocorra inibição do fermento e surgimento de problemas na superfície, o queijo passa para o processo de salga, ação responsável por melhorar o sabor do produto e mascarar sabores desagradáveis que possam vir a surgir ao longo do processo produtivo. A salga do processo em estudo se dá parte no tanque de produção após a coagulação e parte na forma a seco, cujo sal é colocado diretamente na superfície do queijo após enformado, o que além de salgar, contribui para a inibição da proliferação de alguns microrganismos na superfície como *Oospora lactis* e *Geotrichium candidum*. E, isso se dá, pois, a salga contribui na atividade da água (a_w) do queijo, relação entre água livre para o desenvolvimento microbiano e reações bioquímicas e água ligada e, também, controla a velocidade e intensidade

da maturação. Contudo, com a absorção do sal, o queijo se reduz em aproximadamente 2% devido à liberação de mais soro.

Salgado, o queijo permanece em prateleiras para auxiliar a secagem e, posteriormente, é encaminhado para câmaras de maturação com temperaturas entre 8 e 12°C e umidade e ventilação adequadas. O processo de maturação do queijo é o fenômeno mais complexo da fabricação, pois está relacionado à etapa de transformações físicas, químicas e microbiológicas. Corresponde à parte final do processo a qual a massa se compacta e adquire textura, sabor e aroma desejados. Os componentes do produto que são transformados nessa etapa são a lactose, citrato, proteínas e gordura, e a intensidade e produto de todas as transformações vai depender do tipo de queijo produzido, o que influi em tempos de maturação diferentes.

Atingido o tempo de maturação necessário, o produto passa para o processo de embalagem e posteriormente é encaminhado e armazenado em câmaras de expedição com temperaturas ideais para que, conseqüentemente, ele seja expedido em caminhões refrigerados até chegar aos pontos de venda.

5.2 Riscos de contaminação

O processo produtivo de lácteos, em geral, corre grande risco de contaminação em virtude da matéria-prima. Todo leite recebido na fábrica em estudo, antes de ser encaminhado para balões, passam por análises físico-químicas e microbiológicas em laboratórios próprios e somente após os resultados estarem dentro dos padrões estabelecidos é que o leite é recepcionado.

Como já mencionado anteriormente, o leite cru é composto de vários pontos críticos e, dessa forma, faz-se necessário sua pasteurização para eliminar os microrganismos patogênicos que venham a ocasionar posteriores contaminações.

Encaminhado o leite para a produção, iniciam-se, então, a ação das metodologias e ferramentas da qualidade voltadas para a indústria de alimentos, sendo elas: Folha de Verificação (FV), para acompanhar os parâmetros do processo como temperatura, umidade, gordura e pH; Boas Práticas de Fabricação (BPF); Procedimento Padrão de Higiene Operacional (PPHO); e Monitoramento Integrado de Pragas (MIP).

A empresa em questão tem um setor de controle de qualidade e todas essas metodologias acima são acompanhadas. Mas, mesmo diante delas, existem problemáticas na produção que são riscos de contaminação e estes se dão em virtude da má ou incorreta higienização dos tanques e fermenteiras, das mãos dos manipuladores, de mesas, esteiras e formas. Esses riscos

devem ser acatados e minuciosamente analisados, uma vez que estão em contato direto com o produto e qualquer alteração microbiológica pode ocasionar contaminação e perda do produto.

Além dos influentes que estão em contato direto com o produto, é necessário também o cuidado com a contaminação cruzada e com as condições envolvidas no processo, como umidade, temperatura e pH do meio, pois essas podem contribuir para a proliferação das contaminações.

Passado pela enformagem e fermentação, a salga é um processo que inibe de forma considerável a proliferação dos microrganismos patogênicos, porque elimina quase que por completo a umidade que auxilia no seu desenvolvimento.

Na maturação, o queijo fica armazenado em prateleiras sobre calhas e, nesse ambiente, pode-se ter riscos de contaminação no contato do produto com as calhas mal higienizadas ou em virtude de condições inadequadas como umidade e temperatura, mas atualmente essas condições são controladas automaticamente, o que auxilia na redução dos riscos.

Outro problema encontrado e altamente acompanhado no processo é a embalagem, etapa essa que o produto mais uma vez tem contato com superfícies como carrinhos de transporte, máquinas de corte e mesas de embalagem, que quando não higienizadas de forma adequada podem propiciar a proliferação de contaminações. Ademais, nessa etapa, o produto tem contato direto com a mão de vários colaboradores que executam a embalagem e rotulagem, por conseguinte, a higienização das mãos é crucial.

Depois de embalado e encaixotado, o produto corre menos riscos de contaminação por não ter mais contato direto com os ambientes e, a partir de então, para sua conservação, é de suma importância a permanência em ambientes climatizados.

Com a descrição do processo e levantamento dos pontos críticos de contaminação, foram filtradas as salas de produção, que englobam desde a entrada do leite nos tanques até a fermentação, como sendo as mais relevantes para o problema em questão e, com essa escolha, mediante observação e experiências anteriores, projetou-se as relevâncias que devem ser analisadas para solucionar o problema.

5.3 Desenvolvimento da proposta

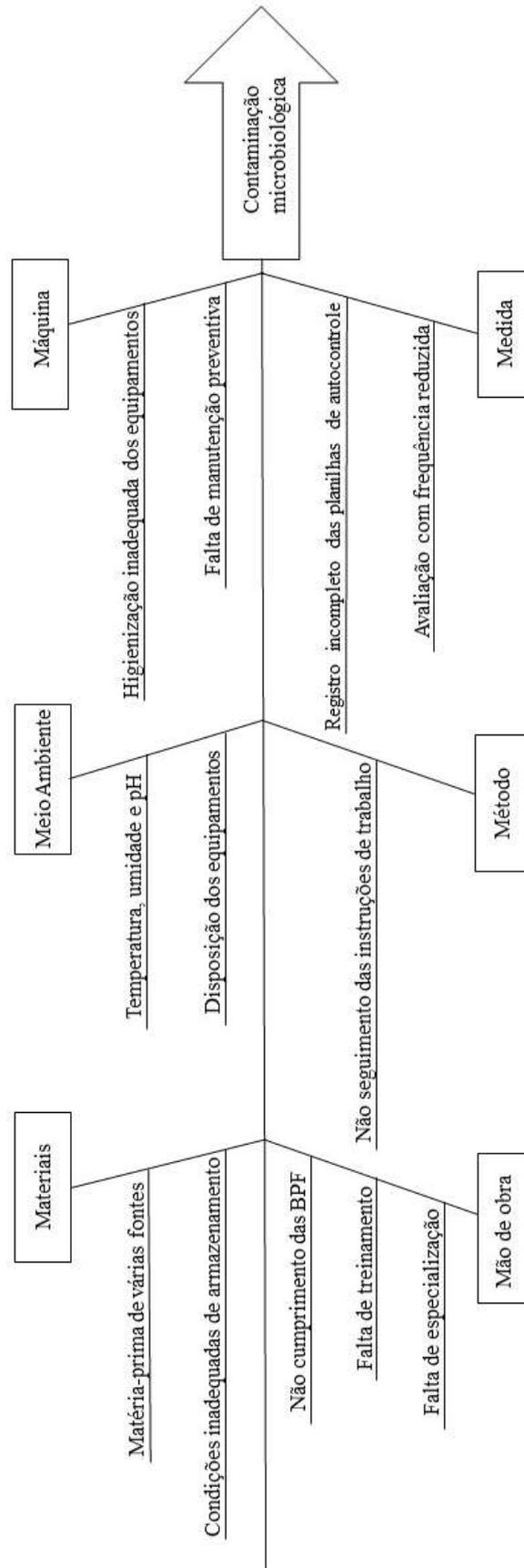
Para garantir a qualidade dos queijos é imprescindível que sejam tomadas ações que impeçam o desenvolvimento de microrganismos, agentes patógenos e, assim, minimize os riscos de contaminação. Uma dessas ações é a utilização de ferramentas da qualidade para assegurar a qualidade do produto e conseqüentemente a saúde do consumidor.

O programa de qualidade em qualquer processo requer uma abordagem sistematizada do problema e, para esse fim, entram em questão as ferramentas da qualidade que auxiliam profissionais na compreensão de problemas e na proposta de soluções.

No contexto do trabalho, durante o estudo foi observado que as salas de produção são ambientes que englobam vários passos para a transformação da matéria-prima, o leite, em queijo. Dessa forma, as chances de proliferação de microrganismos e a culminação de contaminações nessas etapas iniciais do processo produtivo é muito grande. Logo, foi selecionada, inicialmente, a ferramenta diagrama de causa e efeito ou diagrama de Ishikawa como proposta de ferramenta da qualidade que propõe e desenvolve melhorias mediante estudo e levantamento das causas do problema.

Partindo da descrição do diagrama e de sua forma de construção, já mencionados anteriormente, e com base nos riscos de contaminação selecionados para estudo, foram apontadas as causas principais associadas aos 6M, conforme apresentado na Figura 5.

Figura 5 - Diagrama de Ishikawa para os processos selecionados.



Fonte: Do autor (2022).

A imagem acima, como observado, representa as falhas que afetam o processo, ou seja, as causas raízes que provocam o problema de contaminação microbiológica de queijos. Assim, o uso dessa ferramenta de levantamento de causas tem como intuito eliminar, prevenir ou reduzir a incidência do problema.

Partindo dos materiais como sendo a primeira causa, vê-se que a matéria-prima vinda de várias fontes é um ponto crítico que deve ser minuciosamente analisado e acompanhado, uma vez que o leite cru é composto de vários pontos críticos, sendo necessário o seguimento correto das instruções de trabalho de higienização dos ambientes que possuem tanto contato direto como indireto com o leite, desde sua saída do produtor até sua recepção nas plataformas, para evitar riscos de contaminação direta e cruzada. Além disso, faz-se necessária também sua pasteurização para eliminar os microrganismos patogênicos que venham a ocasionar posteriores contaminações.

As condições de armazenamento dos demais insumos também são pontos fortes que devem ser analisados para impedir que estes sejam utilizados fora das condições especificadas. Ademais, associa-se à verificação desses últimos materiais quanto as suas especificações e toxicidades, uma vez que ao tratar de produtos alimentícios, é de suma importância que as matérias-primas estejam em boas condições, em quantidades especificadas e dentro dos prazos de validade, para evitar problemas no processo.

O laticínio em estudo faz a verificação dos requisitos mencionados anteriormente mediante preenchimento de planilhas de autocontrole, sendo elas de verificação dos procedimentos de higienização, de análises físico-químicas e microbiológicas do leite, aferição de temperatura dos equipamentos para armazenamento do leite e dos demais materiais e, também, o controle de entrada e saída desses insumos. Mas, cabe ainda a associação de treinamentos aos colaboradores, uma vez que pode haver rotatividade de funcionários nessas funções e, caso estes não tenham conhecimento do processo a ser seguido, podem ocorrer falhas que venham a afetar o problema em estudo.

Em relação ao meio ambiente, tem-se que as causas raízes são as condições de temperatura, umidade e pH, pois estas, quando fora dos padrões, podem afetar a transformação da matéria-prima em queijo, como é o caso do processo de coagulação. E, também, podem afetar processos posteriores como a fermentação, que necessita de temperatura ambiente para se processar, além de desvios que podem tornar as condições propícias ao desenvolvimento de microrganismos causadores de contaminações. Outra causa importante é a disposição dos equipamentos, pois é essencial que estes estejam em uma ordem, conforme se processa a

fabricação, sendo também aconselhável que processos diferentes se estabeleçam em ambientes diferentes.

A princípio, o laticínio estudado, assim como na causa anterior, possui folhas de verificação que são registradas diariamente para rastrear o processo e suas condições e, a falha associada ao preenchimento dessas planilhas pode estar relacionada aos colaboradores sem treinamento ou sem conhecimento prévio do processo, uma vez que não conseguem ver se os registros estão nos conformes. Quanto à disposição dos equipamentos, eles seguem uma ordem cronológica e com salas distintas para cada processo.

Partindo para as máquinas, observa-se que as causas associadas aos riscos de contaminação são a higienização inadequada dos equipamentos e a falta de manutenção preventiva. A empresa segue a ferramenta PPHO e possui instruções de trabalho de higienização (ITH) que devem ser seguidas para garantir a sanitização correta dos equipamentos como tanques de produção, fermenteiras, carrinhos, mesas, liras de corte, pás, esteiras, mesas enformadoras, formas, bandejas, entre outros. Essa sanitização segue uma ordem de ações, com tempos e proporções de reagentes corretas, que quando não cumpridas ou cumpridas de forma errada, podem deixar resíduos que propiciam a proliferação de microrganismos e posteriores contaminações.

Então, é sempre necessário informar e atualizar os colaboradores dessas instruções mediante treinamento para que eles possam estar conscientes de cada etapa a ser seguida, assim como, também, cada reagente envolvido, suas proporções corretas e tempos necessários para que se processe a sanitização ideal. Não obstante, deve haver um monitoramento dos processos de higienização e a realização periódica de *swab*, teste de amostragem e avaliação de limpeza e descontaminação dos equipamentos, para a certificação da qualidade na higienização.

Ademais, a manutenção preventiva dos equipamentos é essencial, pois qualquer alteração de funcionamento pode influenciar no processo e, caso essa não se processe, as máquinas podem vir a parar de funcionar e prejudicar a produção. No laticínio, existem exaustores estragados, o que pode influenciar na ventilação dos ambientes, promovendo excesso de temperatura e umidade, que são variáveis primordiais dos processos. Cabe então o treinamento dos colaboradores de manutenção para estarem atentos a essas falhas e dispostos de conhecimento para solução dessas não conformidades.

A mão de obra é uma causa raiz que sempre apresenta pontos críticos que devem ser tratados com cuidado. Neste caso, trata-se do não cumprimento da ferramenta BPF e a falta de treinamento e especialização dos colaboradores. As boas práticas de fabricação são padrões

higiênicos de manipulação e fabricação de produtos, essenciais nas indústrias de alimentos e primordiais para eliminação de riscos de contaminação durante o processo.

A princípio, no laticínio, é ofertado um treinamento de BPF para os colaboradores sempre que iniciam seu trabalho na fábrica, mas pode ser que, com a correria do dia a dia, os passos de higienização não sejam cumpridos da forma correta e, como a mão dos colaboradores tem contato direto com os queijos, assim como superfícies mal higienizadas por eles, essas condições podem ser fonte para contaminações diretas ou cruzadas no produto.

Portanto, faz-se necessário o treinamento e conscientização periódica dos colaboradores quanto à importância da higienização pessoal, dos equipamentos e ambientes no espaço de produção de alimentos como o queijo. Além disso, seria ideal a promoção de cursos de especialização aos queijeiros e demais colaboradores, para promover um maior conhecimento deles quanto às tarefas que devem desenvolver e a importância da atenção aos detalhes para que tudo saia da maneira correta, uma vez que se trata de transformação de alimentos e, essa quando feita de forma incorreta, pode causar danos à saúde dos consumidores.

Quanto aos métodos, pode-se dizer que a causa de não seguimento das instruções de trabalho está diretamente associada ao problema de elevado risco de contaminação, seja ela direta ou cruzada na planta em estudo, além de também estar associada aos erros de mão de obra e insumos nas etapas do processo. O não seguimento das instruções de trabalho e, conseqüentemente, as falhas nas ferramentas PPHO, BPF e os erros nas etapas de preparo se devem à falta de treinamento e especialização dos manipuladores.

Na fábrica, são seguidas as ferramentas mencionadas anteriormente e há um setor de qualidade que as analisam, mas pode ser que a falta de treinamento ou a correria da fabricação faça com que os colaboradores deixem a desejar em algo que é crucial para eliminar contaminações, como a proporção correta de um reagente alcalino, ácido ou sanitizante, ou até mesmo o não cumprimento do tempo especificado para cada etapa da sanitização de equipamentos e ambientes e, ainda, a má higienização das mãos. Quanto ao não seguimento das instruções de trabalho para o processo de produção de queijo, este pode estar ligado à falta de treinamento da empresa para com os novos colaboradores sem experiência na indústria queijeira e que caso substituam colaboradores mais experientes, ainda não possuem o conhecimento necessário do processo.

Mais uma vez, pode-se observar que as causas associadas ao método estão ligadas à falta de treinamento e conscientização dos colaboradores quanto a importância de seguir corretamente a metodologia de produção e as ferramentas da qualidade associadas ao processo. Então, cabe à empresa o investimento em treinamento periódico dos colaboradores, além da

parceria com cursos profissionalizantes para ofertar aos operadores o conhecimento pleno de todas as etapas que executam e, portanto, propiciar uma produção fluida e com certificação de qualidade.

Por fim, as causas raízes associadas às medidas estão diretamente ligadas às falhas nas causas anteriores, as quais foram sugeridas melhorias. Em relação a causa do registro incompleto ou não registro das folhas de verificação propostas pelo programa de autocontrole da empresa, esta está diretamente relacionada a falta de conhecimento e treinamento dos colaboradores para a realização dessa tarefa, assim como, também, a falta de cobrança e verificação do cumprimento diário. Já a avaliação com frequência reduzida está associada à não verificação diária das planilhas de autocontrole pelo setor de qualidade, ou seja, estas são avaliadas e arquivadas somente ao final do mês ou quando ocorre uma não conformidade, o que não é considerado uma avaliação preventiva.

Após o levantamento e discussão das causas, foi possível, então, aplicar a matriz GUT, ferramenta auxiliar do diagrama de Ishikawa, caracterizada como um instrumento de gestão que avalia os parâmetros de gravidade, urgência e tendência. Essa ferramenta permite dimensionar os problemas, neste caso, as causas raízes que provocam o problema de contaminação microbiológica, e definir as prioridades, auxiliando na construção de um planejamento estratégico e no processo de tomada de decisão, como pode ser visto no Quadro 2.

Quadro 2 - Matriz GUT para o problema.

Problema potencial	Gravidade	Urgência	Tendência	Resultado/Prioridade
Matéria-prima de várias fontes	4	4	4	64
Condições inadequadas de armazenamento	4	5	4	80
Temperatura, umidade e pH	5	5	5	125
Disposição dos equipamentos	3	4	3	36
Higienização inadequada dos equipamentos	5	5	5	125
Falta de manutenção preventiva	4	4	4	64
Não cumprimento das BPF	5	5	5	125
Falta de treinamento	4	5	5	100
Falta de especialização	4	5	5	100
Não seguimento das instruções de trabalho	5	5	5	125
Registro incompleto de planilhas de autocontrole	4	5	4	80
Avaliação com frequência reduzida	4	5	4	80

Fonte: Do autor (2022).

Tendo em vista os resultados encontrados no quadro acima, pode-se dizer que as prioridades obtidas a partir da avaliação sistemática das causas delineadas no diagrama de Ishikawa para a situação problema foram as condições de temperatura, umidade e pH no meio ambiente, higienização inadequada dos equipamentos na máquina, não cumprimento das BPF na mão de obra e não seguimento das instruções de trabalho no método, seguidas de uma priorização um pouco inferior mas muito significativa para falta de treinamento e falta de especialização também na mão de obra.

Conforme as causas apresentadas na Figura 5 e o resultado de suas prioridades obtidos pelo Quadro 2, foi possível determinar um plano de ação, com sugestões de intervenções para solucionar ou minimizar os riscos de contaminação dos processos selecionados. A sugestão de melhoria para o problema pode se dar por intermédio do investimento do laticínios em programas de treinamento periódico dos colaboradores para conscientização deles quanto a importância do cumprimento das ferramentas básicas da qualidade voltadas para a indústria de produtos alimentícios, assim como também é necessária a busca por parcerias, sejam elas vindas de fornecedores de insumos e materiais, ou parcerias externas, para ofertar aos funcionários, separadamente, por áreas de atuação, cursos profissionalizantes para que estes tomem conhecimento das atividades que devem desenvolver, assim como suas condições ideais e pontos críticos de maior necessidade de atenção. Ademais, para certificação das melhorias, auditorias internas deverem ser feitas mensalmente.

5.4 Estudo de custo

A proposta do trabalho consiste no investimento em controle de qualidade mediante ao uso das ferramentas da qualidade classificadas como auxiliares para identificar as falhas dos processos. Esse é considerado um custo de avaliação, que é suma importância para avaliar o desempenho do processo e dos colaboradores, a fim de identificar os pontos críticos do processo e trabalhar de forma preventiva, com melhor orientação, para manter um bom serviço e garantir um produto de qualidade no mercado.

O diagrama de Ishikawa, seguido da matriz GUT, traçam as causas e propõem a solução do problema com a proposta de ações corretivas de carácter preventivo. Dessa maneira, são necessários os custos da qualidade como prevenção para evitar que erros ocorram, sendo eles o investimento em bons equipamentos e suas manutenções preventivas, treinamento do pessoal, principalmente quanto às boas práticas de fabricação, profissionalização para conhecimento e acompanhamento do processo com os planos de autocontrole e inspeções de segurança. Esses

custos são os considerados de melhor retorno, uma vez que evitam o desperdício de produtos e mão de obra.

Assim, tem-se que os custos anteriores estão relacionados aos custos de conformidade, voltados para o controle, prevenção e análise, o que auxilia na eliminação de posteriores custos de não conformidades por falhas no controle e ineficiência do processo.

Observando os resultados da proposta de estudo, vê-se que essas soluções são relativamente simples e práticas, sendo consideradas de baixo custo, ou até mesmo sem custo. Uma vez que, os treinamentos mencionados podem ser oferecidos pelo próprio setor da qualidade da empresa, exigindo somente a elaboração de materiais, e podem haver, também, cursos profissionalizantes negociados com as empresas que ofertam insumos, ou cabe um investimento extra com profissionais específicos.

Ademais, para colocar em prática as melhorias propostas, deve-se considerar também os custos de contrapartida. Esses custos estão relacionados a depreciação dos materiais e equipamentos já existentes na organização, como é o caso dos computadores e impressoras usados para elaboração de materiais, no caso ferramentas dos funcionários do setor de qualidade para levantamentos de dados, e o uso de materiais de escritório como folhas, tinta, entre outros.

Por fim, considera-se, então, que um investimento de aproximadamente R\$6000,00 mensais no setor de qualidade da empresa auxiliaria no plano de gestão da qualidade voltada para a eliminação dos riscos de contaminação do processo, e, portanto, aumentaria a produtividade.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

As ferramentas propostas para construção do plano estratégico de solução do problema de contaminação microbiológica tiveram como objetivo propor ações preventivas como oportunidades de melhoria, sendo elas o treinamento periódico dos colaboradores, cursos profissionalizantes e auditorias internas. Portanto, tendo em vista que a proposta diminui os riscos de contaminação associados às causas priorizadas no estudo, melhora a eficiência da produção e a qualidade do produto, o investimento em ferramentas da qualidade e ações preventivas é mais vantajoso do que os gastos para remediar erros.

Logo, pode-se inferir que as ferramentas da qualidade, com relevância para o diagrama de Ishikawa e para a matriz GUT, são consideradas eficazes para redução de falhas internas e otimização do processo, trazendo resultados satisfatórios para os objetivos do trabalho.

E, visto que o trabalho alcançou seu objetivo, sugere-se para continuidade do estudo a aplicação dos resultados obtidos e melhorias propostas na empresa e, posteriormente, a realização de um estudo com abrangência de todos os processos que interferem no problema estudado.

REFERÊNCIAS

- ALVARENGA, T. H. P. **Cenário da gestão da qualidade nos laticínios de micro e pequeno porte da região de Campos Gerais no Paraná**. Dissertação (Mestre em Engenharia de Produção) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Ponta Grossa, 2014.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE ALIMENTOS. Relatório Anual 2020. **ABIA**, 2020. Disponível em: < <https://www.abia.org.br/anexos/RelatorioABIA2020.pdf> >. Acesso em: 24 jan. 2022.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS DE QUEIJO. Queijos no Brasil. **ABIQ**, 2005. Disponível em: < <https://www.abiq.com.br/index.asp> >. Acesso em: 14 fev. 2022.
- BALLESTERO-ALVAREZ, M. E. **Gestão de qualidade, produção e operações**. Editora Atlas, 2010.
- BASTOS, M. Matriz GUT: do conceito à aplicação prática. **Portal Administração**, 2014. Disponível em: < <https://www.portal-administracao.com/2014/01/matriz-gut-conceito-e-aplicacao.html> >. Acesso em: 25 mar. 2022.
- BRANDÃO, S. **Normas higiênico-sanitárias e tecnológicas para leite e produtos lácteos**. Programa Nacional de Melhoria da Qualidade do Leite, 1998.
- CAMPOS, V. F. **Controle de qualidade total (no estilo japonês)**. Belo Horizonte: Fundação Christiano Ottoni, 2004.
- CARDOSO, C. R.; CAMPOS, G. Controle da qualidade em laticínio: uma proposta de layout através da análise de pontos críticos na produção de queijos. **Revista de Engenharia e Tecnologia**, v. 11, n. 3, p. 210-230, 2019. Disponível em: < <http://orcid.org/0000-0001-6909-6088> >. Acesso em: 30 mar. 2022.
- CAVALCANTE, M. R. de S. **Acompanhamento do processo produtivo e controle da qualidade de produtos lácteos de uma indústria de laticínios na cidade de Morada Nova-CE**. Monografia (Graduação em Engenharia Química) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, Rio Grande do Norte, 2020.
- DAYCHOUM, M. **40 ferramentas e técnicas de gerenciamento**. Rio de Janeiro: Brasport, 2011.
- FRANCO, B. D. G. M.; LANDGRAF, M. **Microbiologia dos alimentos**. São Paulo: Atheneu, 2005.
- FURTINI, L. L. R.; ABREU, L. R. Utilização de APPCC na indústria de alimentos. **Ciência e Agrotecnologia**. v. 30, n. 2, p. 358-363, 2006. Disponível em: < <https://doi.org/10.1590/S1413-70542006000200025> >. Acesso em: 30 mar. 2022.
- GARVIN, David A. **Gerenciando a qualidade: a visão estratégica e competitiva**. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2002.

LEANDRO, J.J. **Queijos: origens, tipos, fabricação, conservação, usos**. São Paulo: Summus, 1987.

LIMA, M. S.; PENNA, L. P. C. **Fabricação de produtos lácteos: princípios básicos**. Belo Horizonte: Emater-MG, 2012.

LINS, B. F. E. Ferramentas básicas da qualidade. **Ciência da Informação**, v. 22, n. 2, 1993. Disponível em: < <https://doi.org/10.18225/ci.inf.v22i2.502> >. Acesso em: 24 jan. 2022.

LONGO, R. M. J. **Gestão da qualidade: evolução histórica, conceitos básicos e aplicação na educação**. Brasília: IPEA, 1996.

MARTINELLI, F. B. **Gestão da qualidade total**. Curitiba, PR: IESDE Brasil, 2009.

MIGUEL, P. A. C.; ROTONDARO, R.G. Abordagem Econômica da Qualidade. *In*: CARVALHO, M. M.; PALADINI, E.P. (Cord.). **Gestão da Qualidade: teoria e casos**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2005.

MONTEIRO, S. B. S. **Coordenação da qualidade em cadeias de produção de alimentos: práticas adotadas por grandes empresas**. 2005. 217 f. Tese (Doutor em Engenharia de Produção) - Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2005.

NASSAR, A. M. Certificação no Agribusiness. *In*: IX SEMINÁRIO INTERNACIONAL PENSA DE AGRIBUSINESS, 9, 1999, Águas de São Pedro. **Anais [...]** Águas de São Pedro, 1999, p. 16-30. Tema: Cinco ensaios sobre gestão da qualidade no agribusiness.

PAIVA, C. P.; BORGES, R. G.; PANETTA, J. C. Frequência de quadros gastro entéricos em aeronautas: pressuposta ligação com coinfeções alimentares. **Higiene Alimentar**, São Paulo, v. 14, n. 75, p. 13-23, 2000. Disponível em: < <https://repositorio.usp.br/item/001099038> >. Acesso em: 24 jan. 2022.

REZENDE, D. C.; WILKINSON, J.; REZENDE, C. F. Coordenação da qualidade em cadeias produtivas de alimentos: o caso dos queijos finos no Brasil. **Econômica**, v. 7, n. 2, p. 161-356, 2005.

SANTOS, A. B. **Modelo de referência para estruturar o programa de qualidade seis sigma: proposta e avaliação**. Tese (Doutor em Ciências Exatas e da Terra) – Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2006.

SCALCO, A. R. **Proposição de um modelo de referência para gestão da qualidade na cadeia de produção de leite e de derivados**. Tese (Doutor em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2004.

SCARE, R.F.; MARTINELLI, D. P. Negotiation strategies applied on agribusiness certification. *in*: international conference on agri-food chains/networks, economics and management. *In*: INTERNACIONAL CONFERENCE ON AGRIFOOD CHAIN/NETWORKS ECONOMICS AND MANAGEMENT, 3., 2001, Ribeirão Preto. **Anais [...]** Ribeirão Preto: FEARP, USP, PENSA, FUNDECE, SOBER, 2001.

SENA, M. J. et al. Características físico-químicas do queijo de coalho comercializado em Recife-PE. **Revista Higiene Alimentar**, v. 14, n. 74, p. 41-44, 2000. Disponível em: < <http://bases.bireme.br/cgi-bin/wxislind.exe/iah/online/?IsisScript=iah/iah.xis&src=google&base=LILACS&lang=p&nxtAction=lnk&exprSearch=265360&indexSearch=ID> >. Acesso em: 30 mar. 2022.

TOLEDO, J. C. Gestão da Qualidade na Agroindústria. *In*: BATALHA, M.O. **Gestão Agroindustrial**. 2 Ed. São Paulo: Editora Atlas, 2001. p. 465-517.

VIERIA, S. **Estatística para a qualidade: como avaliar com precisão a qualidade em produtos e serviços**. Rio de Janeiro: Elsevier, 1999.