



MESTRADO PROFISSIONAL EM SUSTENTABILIDADE
E TECNOLOGIA AMBIENTAL

Leôncio Jânio Silva Diamante

**IMPACTO DA PRODUÇÃO ARTESANAL DE QUEIJOS EM MANANCIAS DA
SERRA DA CANASTRA**

Bambuí - MG

2023

LEÔNICIO JÂNIO SILVA DIAMANTE

**IMPACTO DA PRODUÇÃO ARTESANAL DE QUEIJOS EM MANANCIAS DA
SERRA DA CANASTRA**

Dissertação apresentada no âmbito do Mestrado Profissional em Sustentabilidade e Tecnologia Ambiental do Instituto Federal de Minas Gerais – *Campus* Bambuí para obtenção do título de Mestre.

Orientador: Prof. Dr. Gustavo Augusto Lacorte
Linha de pesquisa: Ecologia Aplicada
Projeto Estruturante: Agroecossistemas

Bambuí – MG

2023

Catálogo na Fonte Biblioteca IFMG - Campus Bambuí

D537i Diamante, Leôncio Jânio Silva.
Impacto da produção artesanal de queijos em mananciais da Serra da Canastra. / Leôncio Jânio Silva Diamante. – Bambuí, 2023.
58 f.: il.; color.

Orientador: Prof. Dr. Gustavo Augusto Lacorte.
Dissertação (Mestrado) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais – Campus Bambuí, MG, Curso Mestrado Profissional em Sustentabilidade e Tecnologia Ambiental, 2023.

1. Agroecossistemas. 2. Cerrado. 3. Queijo. I. Lacorte, Gustavo Augusto. II. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais – Campus Bambuí, MG. III. Título.

CDD 637.3



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE MINAS GERAIS
Campus Bambuí
Diretoria de Pesquisa, Inovação e Pós-Graduação
Seção de Pós-Graduação

PARECER Nº 10

FICHA DE APROVAÇÃO

Dissertação de Mestrado, intitulada “**Impacto da produção artesanal de queijos em mananciais da Serra da Canastra**”, de autoria do mestrando em Sustentabilidade e Tecnologia Ambiental, **Leôncio Jânio Silva Diamante**, sob a orientação do prof. Dr. Gustavo Augusto Lacorte, aprovado pela Banca Examinadora de Defesa, em 18/08/2023, com a média de **72,0 pontos**.

Bambuí (MG), 18 de agosto de 2023.



Documento assinado eletronicamente por **Leôncio Jânio Silva Diamante, Usuário Externo**, em 20/08/2023, às 10:13, conforme Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020.



Documento assinado eletronicamente por **Andréa Cátia Leal Badaró, Usuário Externo**, em 20/08/2023, às 17:03, conforme Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020.



Documento assinado eletronicamente por **Gustavo Augusto Lacorte, Professor**, em 21/08/2023, às 14:48, conforme Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020.



Documento assinado eletronicamente por **Simone Magela Moreira, Professora**, em 22/08/2023, às 17:05, conforme Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020.



A autenticidade do documento pode ser conferida no site <https://sei.ifmg.edu.br/consultadocs> informando o código verificador **1650299** e o código CRC **D8FFDBB1**.

RESUMO

A cadeia de produção do queijo artesanal na região da Serra da Canastra é constituída, majoritariamente, por pequenos empreendimentos rurais, geridos sob o sistema de agricultura familiar. Sob o contexto ecológico, o sistema de produção do Queijo Minas Artesanal Canastra representa a transformação de ecossistemas nativos de Cerrado, na região da Serra da Canastra, em agroecossistemas manejados para a produção, em pequena escala, da bovinocultura leiteira e funcionamento de uma agroindústria de pequeno porte (a queijaria). O objetivo deste trabalho foi verificar potenciais associações entre perfis de gestão dos efluentes e captação de água utilizada na produção do Queijo Canastra e o estado de contaminação microbiológica da água nos mananciais, nas queijarias e no fermento endógeno utilizado na produção, utilizando dois indicadores microbiológicos (carga de coliformes e *Escherichia coli*). Foram analisadas amostras de água coletadas 12 mananciais, no entorno do Parque Nacional da Serra da Canastra, amostras de água da torneira bem como o fermento endógeno, utilizado na produção do queijo em 13 empreendimentos, em duas campanhas de coleta, correspondendo às estações seca e chuvosa. As análises comparativas de contagens de coliformes totais (UFC/ml) e *E. coli* (UFC/ml) presentes nas amostras de água revelaram que empreendimentos que possuem rotina de lavação da sala de ordenha, bem como aqueles com maior risco de acesso de animais silvestres ao manancial, apresentaram maiores cargas de ambos os microrganismos indicadores. Também foi verificado o efeito do uso de água tratada por cloração na carga dos microrganismos indicadores tanto na água utilizada na queijaria quanto no fermento endógeno utilizado na produção. Além disso, verificou-se que empreendimentos que não utilizam água tratada na lavação da sala de ordenha apresentaram maiores cargas de *E. coli* no fermento endógeno. Considera-se que os resultados deste trabalho corroboraram as premissas estabelecidas e destacam a necessidade dos produtores do Queijo Canastra compreenderem que seus empreendimentos rurais são ecossistemas, nos quais cada estratégia adotada na gestão de sua propriedade rural pode ter impacto na sua atividade fim que é a produção do Queijo Canastra.

Palavras-chave: agroecossistemas, cerrado, queijo, microbiologia, água

ABSTRACT

The artisanal cheese production chain from Serra da Canastra region is mainly composed by small properties managed under the family farming system. Under an ecological context, Canastra Artisanal Cheese production system represents a case of land changing of native Cerrado ecosystem in agroecosystems managed for the small-scale production of dairy cattle and functioning of a small agroindustry (the cheese factory). The objective of this work was to verify potential associations between profiles of effluent management and capture of water used in the production of Canastra Cheese and the state of microbiological contamination of the water in the springs, in the cheese factories and in the endogenous yeast used in the production, using two microbiological indicators (coliform and *Escherichia coli* loads). Water samples were collected from 12 springs around the Serra da Canastra National Park, water samples used at Canastra cheesemaking facilities as well samples of natural whey cultures used in cheese production from 13 rural properties, at dry and wet Cerrado biome seasons. Comparative analyzes of total coliform and *E. coli* counts (CFU/ml) from water samples revealed that rural properties that have a routine for washing the milking parlor, as well as those with a higher risk of access by wild animals to the source showed higher loads of both indicator microorganisms. The effect of using water treated by chlorination on the load of indicator microorganisms was also verified, both in the water used in the cheese factory and in the endogenous yeast used in production. In addition, it was found that rural properties that do not use treated water to wash the milking parlor had higher loads of *E. coli* in endogenous yeast. It is considered that the results of this work corroborate the established assumptions and highlight the need for Canastra Cheese producers to understand that their rural properties are ecosystems in which each strategy adopted in the management of their rural property can have an impact on their core activity, which is production. of Canasta Cheese.

Keywords: agroecosystems, cerrado, cheese, microbiology, water

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Mapa dos pontos de coleta de amostras	24
Figura 2: Desenho esquemático da coleta de amostras	25
Figura 3: Caracterização dos empreendimentos acessados, de acordo com a gestão do ambiente de ordenha e pista de alimentação do rebanho	28
Figura 4: Caracterização dos empreendimentos acessados quanto ao risco de acesso de animais domésticos e silvestres ao manancial, no local de abastecimento da propriedade.....	29
Figura 5: Caracterização dos empreendimentos acessados quanto ao controle de qualidade da água captada a ser utilizada na produção do Queijo Canastra.....	30
Figura 6: Caracterização dos empreendimentos acessados quanto aos usos da água tratada após o processo de captação no manancial	31
Figura 7: Contagens de coliformes totais (UFC/ml) por rio amostrado.....	32
Figura 8: Contagens de E. coli (UFC/ml) por rio amostrado.....	33
Figura 9: Contagens de coliformes totais e E. coli em mananciais vinculados a empreendimentos com e sem rotinas de lavagem da sala de ordenha	35
Figura 10: Contagens de coliformes totais e E. coli em mananciais, vinculados a empreendimentos com e sem sistemas de gestão de resíduos da sala de ordenha (A e B) e grupos de empreendimentos com e sem restrição do rebanho aos mananciais.....	36
Figura 11: Gráfico de dispersão das contagens médias de coliformes totais para as amostras de água dos mananciais e das torneiras das queijarias, incluindo a curva de correlação para grupo formado por queijarias com (A) e sem (B) tratamento da água	37
Figura 12: Contagens de coliformes totais e E. coli em mananciais vinculados a empreendimentos com e sem sistemas de tratamento de água, avaliadas em amostras de água utilizada nas queijarias (A e C) e amostras do fermento endógeno	40

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Valores de significância do Teste de Kruskal-Wallis (comparações par-a-par) para contagens de coliformes totais entre os rios.	32
Tabela 2: Valores de significância do Teste de Kruskal-Wallis (comparações par-a-par) para contagens de E. coli entre os rios.	34
Tabela 3: Teste U de Mann-Whitney de comparação entre empreendimentos com presença ou ausência de rotina de lavação da sala de ordenha, para contagens de coliformes totais e E. coli	35
Tabela 4: Sumário do Teste de Kruskal-Wallis de comparação entre empreendimentos com diferentes níveis de risco de acesso de animais silvestres aos mananciais.....	36
Tabela 5: Matriz de correlações entre contagens de microrganismos marcadores (coliformes totais e E. coli) estimadas entre as categorias de amostras, por presença ou ausência de tratamento da água.....	38

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	9
1.1	Contextualização do problema	9
1.2	Justificativa	10
1.3	Hipótese	11
1.4	Objetivos	12
1.4.1	<i>Objetivo Geral</i>	12
1.4.2	<i>Objetivos Específicos</i>	12
2	REVISÃO DE LITERATURA	13
2.1	Agroecossistemas	13
2.2	Agroecossistemas manejados para a produção de queijos artesanais	14
2.3	Contaminações microbiológicas de queijos artesanais no ambiente de produção	16
2.4	O uso da água no processo de produção do Queijo Canastra	20
3	METODOLOGIA	23
3.1	Classificação da pesquisa	23
3.2	Área de estudo	23
3.3	Delineamento experimental	23
3.4	Processamento das amostras e análises microbiológicas	25
3.5	Caracterização dos empreendimentos produtores do Queijo Canastra	26
3.6	Análise dos dados	26
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	27
4.1	Caracterização dos empreendimentos acessados	27
4.2	Estimativas de contaminação microbiológica dos mananciais amostrados	31
4.2	Estimativas de contaminação microbiológica da água utilizada nas queijarias e do fermento endógeno	36
5	CONCLUSÃO	40
	REFERÊNCIAS	41
	APÊNDICES	50

1 INTRODUÇÃO

1.1 Contextualização do problema

A cadeia de produção do queijo artesanal, na região da Serra da Canastra, constitui-se de um agroecossistema manejado para a produção. Esta cadeia tem início no campo e termina no consumidor e pode ser dividida em 3 partes: a primeira seria a produção e extração; a segunda, seria a elaboração e a terceira, a conservação e entrega do produto final. A primeira parte tem início na pastagem e nas aguadas para a produção da matéria prima (leite) e vai para a extração da matéria prima ou ordenha. Daí, a matéria prima vai para a segunda parte, que é a queijaria, onde ela é processada para a fabricação do produto, o queijo. O produto elaborado vai para a prateleira, onde se inicia a maturação ou cura e, em seguida, vai para a terceira parte, que é a comercialização e o consumo final.

Algumas partes dessa cadeia são especialmente sensíveis a contaminações microbiológicas, pois a elaboração do produto final utiliza uma matéria prima riquíssima em nutrientes, que é o leite cru, e não utiliza nenhum tipo de conservante, exceto os já naturalmente existentes nela. As contaminações na matéria prima e/ou no produto final podem trazer enormes prejuízos ao produtor, pois podem provocar diversos tipos de defeitos no queijo, ocasionando destruição do produto, interdições de lotes e perda de clientes. Dentre as contaminações microbiológicas que podem ocorrer no queijo, em razão dos riscos que o queijo contaminado pode trazer para a saúde do consumidor, associado ao potencial enterotoxigênico, destacamos as cepas de *Escherichia coli*, contaminante comumente veiculado através de água.

O manejo do agroecossistema e do sistema de produção do queijo têm muita relação com a vulnerabilidade por contaminações por coliformes e por *E. coli.*, pois a produção do queijo demanda um constante uso de água, principalmente nas fases de extração, processamento e elaboração do produto, já que este elemento é usado na limpeza das instalações e dos equipamentos utilizados, como ordenhas, baldes, cordas, pisos, filtros, formas, bancas, prateleiras, mãos, aventais, botas, vasilhames e paredes. A caracterização do cenário de contaminações dos mananciais que abastecem as queijarias é importante, porque pode impactar na economia do queijo e também na saúde pública, em virtude da riqueza nutricional da matéria prima do queijo e do próprio queijo oriundo dessa matéria prima. A presença de contaminantes nos mananciais que abastecem as queijarias podem elevar o risco de contaminação das instalações e, conseqüentemente, aumentar o risco de contaminação do queijo.

Considerando este cenário de potencial relação entre o manejo do agroecossistema e a vulnerabilidade do sistema de produção a contaminações microbiológicas, este projeto de pesquisa constitui uma tentativa de identificar as potenciais associações entre perfis de manejo dos agroecossistemas e dos sistemas de produção do Queijo Artesanal Canastra e a carga de coliformes e *E. coli* presentes nos mananciais que compõem esses agroecossistemas e que são utilizados como ponto de abastecimento de água para a produção dos queijos. Considera-se que a identificação destas possíveis relações seja importante no sentido de ajudar na localização das fontes e das formas de como esta contaminação poderia ocorrer, o que direcionaria a melhor maneira para evitar ou amenizar esse problema de segurança alimentar. É importante destacar que a verificação das diferenças ou similaridades nos cenários das estações seca ou chuvosa, poderá apontar o tamanho da influência destes eventos climáticos nos problemas de contaminação e, também, a minorar essa influência, se houver.

1.2 Justificativa

Este trabalho emergiu de uma situação problema, apresentada pela Secretaria de Agricultura e Meio Ambiente do município de São Roque de Minas, apresentada em reunião realizada em momento prévio ao delineamento do experimento do TFC, na qual foi identificada a dificuldade dos produtores em manter os padrões de contaminação microbiológica dos sistemas produtivos do queijo artesanal Canastra dentro dos limites estabelecidos pela legislação vigente. Em visita a diversos empreendimentos na região, foi verificado que cada produtor adotava procedimentos peculiares de gestão dos efluentes gerados no empreendimento bem como diferentes concepções sobre a necessidade de tratamento da água que abastece as queijarias.

Diante da situação problema apresentada, considera-se que o presente projeto de pesquisa, com o delineamento experimental a ser descrito a seguir, poderá fornecer evidências científicas sobre a relação entre a gestão dos efluentes gerados e o tratamento da água de abastecimento nos agroecossistemas manejados para a produção dos queijos artesanais, na região da Serra da Canastra, e a vulnerabilidade de contaminação microbiológica dos sistemas produtivos. A verificação dessa relação poderá nortear tanto a Secretaria de Agricultura e Meio Ambiente local quanto os produtores, na adoção de procedimentos operacionais padrão para controle dos efluentes, que potencialmente contaminam os mananciais, e, também, de tratamento da água que abastecem os empreendimentos.

Considera-se que, ao final de sua execução, o presente trabalho contribuirá para a sustentabilidade do sistema produtivo estudado ao apontar possíveis fontes de contaminação e, conseqüentemente, de risco sanitário e econômico do principal produto da atividade pecuária local. Essa sustentabilidade local será alcançada por meio de ações preventivas das contaminações, tanto nas águas afluentes, como nas efluentes, da produção de queijo.

Conseqüentemente, enquadrar-se-á dentro dos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável, definidos pela Organização das Nações Unidas (ONU), indiretamente no Objetivo 2, “Acabar com a fome, alcançar a segurança alimentar e melhoria da nutrição e promover a agricultura sustentável”, sobretudo no eixo 2.4:

Até 2030, garantir sistemas sustentáveis de produção de alimentos e implementar práticas agrícolas resilientes, que aumentem a produtividade e a produção, que ajudem a manter os ecossistemas, que fortaleçam a capacidade de adaptação às mudanças climáticas, às condições meteorológicas extremas, secas, inundações e outros desastres, e que melhorem progressivamente a qualidade da terra e do solo. (ONU, s.d.)

Ainda contribuirá para o Objetivo 6, que é “Assegurar a disponibilidade e gestão sustentável da água e saneamento para todas e todos”, especificamente nos seguintes eixos:

6.1 “Até 2030, alcançar o acesso universal e equitativo a água potável e segura para todos.”

6.3 “Até 2030, melhorar a qualidade da água, reduzindo a poluição, eliminando despejo e minimizando a liberação de produtos químicos e materiais perigosos, reduzindo à metade a proporção de águas residuais não tratadas e aumentando substancialmente a reciclagem e reutilização segura globalmente.”

6.4 “Até 2030, aumentar substancialmente a eficiência do uso da água em todos os setores e assegurar retiradas sustentáveis e o abastecimento de água doce para enfrentar a escassez de água, e reduzir substancialmente o número de pessoas que sofrem com a escassez de água.”

6.b “Apoiar e fortalecer a participação das comunidades locais, para melhorar a gestão da água e do saneamento.” (ONU, s.d.)

1.3 Hipótese

A forma na qual os produtores rurais realizam o manejo dos agroecossistemas, sobretudo com relação à gestão dos efluentes da ordenha e produção dos queijos, tem relação tanto com a carga de microrganismos presentes na água dos mananciais que abastecem os empreendimentos quanto com a água que é utilizada no sistema de produção do Queijo Canastra.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo Geral

Investigar se agroecossistemas manejados para a produção de queijo artesanal contribuem para contaminação microbiológica dos mananciais explorados pelos empreendimentos e como estas contaminações podem impactar o sistema de produção dos queijos.

1.4.2 Objetivos Específicos

- Apresentar um diagnóstico da carga de contaminação microbiológica, por coliformes e *E. coli*, dos mananciais que abastecem os empreendimentos produtores de queijos artesanais, na Serra da Canastra;
- identificar perfis de manejo dos agroecossistemas, relacionados a aspectos relacionados a contaminações microbiológicas dos mananciais associados;
- identificar perfis de manejo dos sistemas de produção do queijo, relacionados a aspectos ligados a contaminações microbiológicas da água utilizada na produção do queijo;
- verificar potenciais associações entre os perfis de manejo de agroecossistemas identificados e a carga de coliformes e *E. coli* presentes nos mananciais associados aos empreendimentos;
- verificar potenciais associações entre os perfis de manejo do sistema de produção do queijo e a carga de coliformes e *E. coli* presentes na água que abastece a queijaria, bem como no fermento endógeno utilizado na produção do queijo;
- averiguar se existem diferenças no cenário das contaminações entre as estações seca e chuvosa;
- utilizar os resultados apurados para o desenvolvimento de procedimentos operacionais a serem implementados pelos produtores rurais, visando a redução da contaminação dos agroecossistemas por coliformes e *E. coli*.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Agroecossistemas

A conversão de terras de florestas naturais em campos agrícolas ou pastagens são atividades antrópicas comumente encontradas em todo o mundo, especialmente nos trópicos (KARP *et al.*, 2015). No contexto ecológico, a conversão de florestas nativas em agroecossistemas consiste em manejar os ecossistemas para a produção agrícola, potencializando os serviços de abastecimento (principalmente produção de alimentos, fibras, madeira e combustível) pela adição de espécies domésticas ou invasoras; remoções de espécies nativas; adição de nutrientes, herbicidas e pesticidas (intensificados pela mecanização); mudanças na cobertura da terra e na estrutura do solo (incluindo lavoura profunda e frequente); irrigação, drenagem e compactação do solo (RANDALL e SMITH, 2020; BAUDRON e GILLER, 2014). Por outro lado, a intensificação da agricultura em agroecossistemas também pode fornecer desserviços ao ecossistema como perda de habitat, escoamento de nutrientes para corpos d'água e envenenamento por pesticidas de espécies não-alvo (ZHANG *et al.*, 2007).

Considerando o contexto do Cerrado brasileiro, a conversão de terras nativas desse bioma em agroecossistemas é alarmante, uma vez que 46% da cobertura vegetal nativa já foi perdida (STRASSBURG *et al.*, 2017). Esse cenário de conversão de terras não é homogêneo e está mais consolidado nas porções de Cerrado do Sudeste do Brasil (~85% da conversão de terras) e tem se expandido para a região central do território brasileiro, na qual, diferentemente da ocupação do Cerrado do Sudeste, é caracterizada por agroecossistemas de larga escala, intensivos e altamente mecanizados (SANO *et al.*, 2019; RADA, 2013). Segundo ZINN e LAL (2013), os principais usos agrícolas da terra no bioma Cerrado consistem em pecuária (principalmente associada a espécies exóticas de capim braquiária), culturas anuais (mais comumente envolvendo soja e milho, mas também arroz, feijão e algodão), culturas perenes (principalmente café e cana-de-açúcar) e florestas plantadas (florestas de eucalipto e pinus).

Segundo BARELLA (2001), numa bacia hidrográfica as águas pluviais, ou escoam superficialmente, formando os riachos e rios, ou infiltram no solo para formação do lençol freático e de nascentes. No interior da bacia hidrográfica, os desníveis dos terrenos orientam os rumos da água sempre da posição mais alta para a mais baixa do relevo. Segundo Schuler *et al.* (2017), a água que flui pelos ecossistemas (naturais ou antropizados) prestam diversos tipos de serviços ambientais, estruturados em cinco categorias: (1) suprimento de água para uso extrativo - abastecimento público, agricultura, indústria etc; (2) suprimento de água sem

consumo - produção de energia hidrelétrica, recreação, transporte, pesca; (3) mitigação de danos relacionados ao ciclo da água – inundações, salinização de solos em regiões áridas; (4) serviços culturais – manutenção de valores estéticos, espirituais, históricos, educacionais e turísticos; (5) serviços hidrológicos de suporte aos ecossistemas naturais.

Por outro lado, os rios são coletores naturais de água das paisagens, refletindo o uso e ocupação do solo de sua respectiva bacia de drenagem. Os rios sofrem diversos impactos antrópicos ao longo de seu percurso, como despejamentos domésticos, rurais e industriais, lixiviação de insumos agrícolas, assoreamento de seu leito, desmatamento da mata ciliar, dentre outros (SUTTI *et al.*, 2016). Vale ressaltar que o lançamento de poluentes pode ser de natureza química, desde fosfatos (atividades agropecuárias) a metais pesados (atividades industriais) e também de contaminantes biológicos (esgotamento doméstico) como vírus, bactérias e outros organismos patogênicos (LÓPEZ-ARCHILLA, 2001; JONES *et al.*, 2018). Estas atividades antrópicas podem trazer grandes impactos aos rios, dentre eles mudanças na físico-química das águas. Segundo Soares (2017), o lançamento de despejos industriais e domésticos, que são ricos em matéria orgânica, fósforo e nitrogênio, são as principais fontes de poluição antrópica em áreas urbanas e na zona rural, o uso excessivo de agrotóxicos e fertilizantes podem lançar metais pesados, através de lixiviação, para os cursos d'água.

2.2 Agroecossistemas manejados para a produção de queijos artesanais

Com relação à gestão, a cadeia produtiva dos queijos artesanais, no estado de Minas Gerais, baseia-se majoritariamente na produção individual, realizada diariamente por centenas de agroindústrias familiares, distribuídas pelas microrregiões produtoras de QAM reconhecidas. A agroindústria familiar caracteriza-se como uma derivação do sistema de agricultura familiar, em que pequenas unidades industriais estão instaladas em propriedades rurais, que utilizam como matéria-prima parte da produção oriunda dessas propriedades e empregam famílias rurais como principal forma de mão de obra (MIOR, 2005). Considera-se que o cenário atual da agroindústria familiar ainda está em fase de transição entre dois modelos produtivos, no qual os produtores em geral adotam princípios empreendedores na busca pela produtividade e pelo lucro, porém ainda levando em conta sua história, tradição e cultura na hora de tomar decisões administrativas (GAZOLLA e SCHNEIDER, 2015). Considerando aspectos de gestão do empreendimento, a agroindústria familiar estrutura-se no modelo de empresa familiar brasileira, cujas características influenciam diretamente na tomada de decisões com relação à gestão dos empreendimentos tais como: (i) tomada de decisões mais emocional

do que racional; (ii) austeridade e conservadorismo na tomada de decisões; (iii) cumprimento das atribuições dos membros da família, pautadas pela confiança; (iv) poder de liderança, exercida de forma mais política e menos administrativa (BACKES e MAZON, 2012).

Neste contexto, cadeia produtiva do Queijo Canastra caracteriza-se por centenas de pequenas propriedades, que praticam a pecuária leiteira de pequeno porte para abastecer a produção do queijo, em pequenas queijarias, também alocadas no próprio empreendimento, utilizando principalmente mão-de-obra de familiares na produção (FAEMG, 2013). A maioria destes pequenos empreendimentos rurais utilizam-se das nascentes e dos pequenos cursos d'água que se formam nas propriedades como principal fonte de água para abastecer todo o empreendimento. Contudo, é comum deixar as áreas das nascentes acessíveis aos animais (bebedouros naturais) e posteriormente captar esta água para abastecimento das salas de ordenha, queijarias e sede da propriedade, gerando alto risco de contaminação microbiológica da água tanto para a produção do leite e do queijo quanto para o consumo humano direto (LUCAS *et al.*, 2014). Os microrganismos contaminantes da água têm como origem o trato intestinal de animais presentes nos empreendimentos (bovinos, suínos e também animais silvestres) que ao acessar os corpos d'água, defecam nestes ambientes e tornam a água um veículo direto de transmissão destes microrganismos, que podem causar infecções gastrointestinais em humanos (ROCHA *et al.*, 2006).

Problemas de contaminação ambiental ou cloração ineficiente da água são recorrentemente detectados pelo Instituto Mineiro de Agropecuária (IMA), através da realização de análises microbiológicas periódicas nas águas utilizadas na produção do Queijo Canastra, em empreendimentos credenciados (SALES, 2015). Este fenômeno está diretamente relacionado a questões culturais locais, as quais estão permeadas no conhecimento tradicional da maioria dos produtores de que a água utilizada em sua propriedade seja livre de contaminação simplesmente por ter como origem as nascentes e pequenos cursos d'água locais (RIBEIRO *et al.*, 2000; LACERDA *et al.*, 2009). Aliado a isso, existe uma resistência ao uso de cloração da água utilizada nas queijarias, sob a alegação de que esta prática afeta a microbiota natural do ambiente de produção e altera nas características do produto final (DORES e FERREIRA, 2012). Este cenário de dominância da cultura local resulta num quadro de negligência em relação à adoção de medidas de controle da qualidade da água em sua origem, de modo que, de acordo com Saraiva *et al.* (2012), apenas 57,14% dos produtores do queijo Canastra demonstram possuir algum controle do uso da água em suas queijarias.

2.3 Contaminações microbiológicas de queijos artesanais no ambiente de produção

A ordenha do leite é a etapa que antecede a produção do queijo, podendo ser realizada de forma manual ou mecânica. Fatores como a saúde do animal (rebanho nutrido, controle de mastite clínica e sub-clínica, higienização dos úberes e dos tetos dos animais antes, pré-dipping e após, pós-dipping, a ordenha, fornecimento de alimentação), higienização dos equipamentos e do ambiente da ordenha após o uso são fundamentais para redução da contaminação microbiana nessa etapa (TORRES, 2014). A falta de higienização adequada pode resultar também na incidência de mastite, que é a inflamação das glândulas mamárias e do epitélio glandular, que ocasiona alterações na secreção do leite (GUERREIRO *et al.*, 2005). *Staphylococcus aureus* e *Streptococcus agalactiae*, bactérias da família Enterobacteriaceae, e *Streptococcus uberis* são exemplos de bactérias causadoras da mastite (MENEZES *et al.*, 2014; RADOSTITS *et al.*, 1994).

De acordo com a Lei 20.549, de 18 de dezembro de 2012 (MINAS GERAIS, 2012), o processamento do queijo minas artesanal ocorre da seguinte maneira: em até 90 minutos após a ordenha do leite, inicia-se a etapa de filtragem do leite com o objetivo de retirar partículas macroscópicas. Em seguida, acontece a fase de coagulação, com a adição do fermento natural, obtido no dia anterior, o “pingo”, no caso de queijo minas artesanal da Canastra, além do coagulante de origem animal. O coagulante pode ser em pó ou líquido, de quimosina de bezerro. Após o processo de coagulação, ocorre o corte da massa com o objetivo de obter tamanhos menores da mesma, sendo o tamanho do corte característico de cada microrregião. A mexedura tem a função de separar o soro da massa e a dessoragem de retirar o excesso de soro. A enformagem é realizada, adicionando a massa obtida nas fases anteriores, às formas arredondadas características do produto, seguida da prensagem manual. A etapa de salga seca é o momento em que o queijo é coberto com sal. De acordo com Borelli (2006), a primeira etapa de salga ocorre em, aproximadamente, seis horas após o início da produção. Após 10 horas do início da produção, ocorre a inversão do queijo e a segunda salga. A coleta do “pingo” ou soro-fermento acontece durante toda a noite após a segunda salga.

A maturação é a fase final da produção do queijo minas artesanal da Canastra. Ela é responsável pelo desenvolvimento da cor, sabor, aroma e textura característicos do produto, devido a alterações bioquímicas, como lipólise, proteólise e glicólise na matriz do queijo (FOX, 1993; DORES, 2007; SILVA, 2007). Além das alterações bioquímicas, a microbiota associada ao leite cru também tem um papel muito importante no desenvolvimento das características sensoriais na fase de maturação, sendo essa microbiota composta, principalmente, por bactérias

ácido-láticas (MONTEL *et al.*, 2014; PERIN *et al.*, 2017). Esta fase é de grande importância nesse tipo de queijo, pois pode reduzir a carga de micro-organismos patogênicos, como *S. aureus*, *L. monocytogenes*, *Salmonella* spp. e outros micro-organismos pertencentes à família das Enterobacteriaceae, que podem influenciar negativamente a segurança microbiológica do produto (MATA *et al.*, 2016; PERIN *et al.*, 2017; MONTEL *et al.*, 2014; DORES *et al.*, 2013; MARTINS *et al.*, 2015).

O Queijo Minas Artesanal da Canastra é feito a partir do leite cru, que pode apresentar uma imensa variedade de bactérias, fungos e leveduras. De acordo com Montel *et al.* (2014), já foram encontrados mais de 100 gêneros e 400 espécies nessa matéria-prima. Os micro-organismos presentes no leite estão relacionados a microbiota presente tanto nas superfícies, que entram em contato direto com o produto, como em fontes indiretas e são influenciados pelas características intrínsecas, como a grande disponibilidade de nutrientes, pH favorável, a alta atividade de água e a temperatura de armazenamento (VANETTI e PINTO, 2013). As fontes diretas são equipamento do laticínio, teto do animal, tanques de refrigeração e transporte. Como exemplo de fontes indiretas, podem ser citados a alimentação do animal, a sala de ordenha, a água de lavagem dos equipamentos e o material fecal presente na sala de ordenha (MONTEL *et al.*, 2014).

Entre as bactérias patogênicas que podem estar presentes em queijos, elaborados a partir de leite cru, destacam-se a *Salmonella* spp, *Listeria monocytogenes*, *Staphylococcus aureus*, estirpes patogênicas de *Escherichia coli*, *Klebsiella pneumoniae*, *Bacillus cereus* e *Pseudomonas aeruginosa* (ANDRADE, 2009; MONTEL *et al.*, 2014; VANETTI e PINTO, 2013). A família das Enterobacteriaceae contempla importantes indicadores de qualidade e segurança dos alimentos. São bastonetes gram-negativos, não esporogênicos, anaeróbios facultativos (TAKAHASHI, *et al.*, 2017). Gêneros como *Citrobacter*, *Enterobacter*, *Hafnia*, *Klebsiella*, *Morganella*, *Salmonella*, *Serratia*, *Shigella* e as bactérias do grupo coliformes fazem parte da família das Enterobacteriaceae (BRENNER & FARMER III, 2005). Esses indicadores de segurança podem mostrar contaminações por falta de higiene no processo de fabricação de queijo, má qualidade do leite, armazenamento e transporte inadequado (TORNADIJO *et al.*, 2001).

Os coliformes também fazem parte dos micro-organismos que podem estar presentes no queijo e podem ser responsáveis pela deterioração dos mesmos, dando origem ao estufamento precoce do produto, devido a produção de gases, como CO₂ e H₂, bem como de ácido lático e ácido acético, ocasionando pequenas rachaduras e olhaduras, após a fermentação da lactose (FRANCO & LANDGRAF, 2008; SOBRAL *et al.*, 2017).

Enterobacter, *Escherichia*, *Klebsiella*, são exemplos de coliformes e sua presença está relacionada a má higienização dos equipamentos utilizados no laticínio, água contaminada, falta de higienização dos manipuladores e possível contaminação fecal, no caso de *Escherichia coli*. Os coliformes totais são divididos em dois grupos: coliformes a 35°C e coliformes a 45°C. São micro-organismos Gram-negativos, em forma de bastonetes não-esporogênicos, anaeróbios facultativos e capazes de fermentar a lactose. A diferença entre ambos se dá devido a temperatura para a fermentação: coliformes a 35°C fermentam a lactose a 35°C e coliformes a 45°C, conhecidos também como coliformes termotolerantes, são capazes de fermentar a lactose a temperaturas entre 44,5°C e 45,5°C (SILVA *et al.*, 2007). Entre os coliformes termotolerantes, destaca-se a *Escherichia coli*, bactéria presente no trato intestinal humano e também de animais. A presença desse tipo de agente caracteriza contaminação fecal no alimento (OKURA, 2010).

Em países em desenvolvimento, grande parte da população rural depende de fontes de água para abastecimento, a partir de fontes subterrâneas e superficiais, sem qualquer tipo de tratamento (ASHBOLT 2004; OBI *et al.* 2004; QADRI *et al.* 2005). O abastecimento de água sem tratamento apresenta um grande potencial de contaminação fecal por fezes de animais domésticos e silvestres, mal funcionamento de fossas sépticas, escoamento de água da chuva para os corpos d'água e ausência de estações de tratamento de esgoto (AHMED *et al.* 2005). Estes fenômenos de contaminação fecal transformam as fontes superficiais de água em verdadeiros reservatórios de microrganismos, principalmente bactérias da família Enterobacteriaceae (coliformes), que podem ser responsáveis por uma variedade de doenças, principalmente infecções intestinais (MARA e NORAN, 2003). Dentre as enterobactérias, a espécie *Escherichia coli* recebe maior atenção, por ser a espécie bacteriana relacionada com o maior número de casos de doenças infecciosas intestinais (KUHNERT *et al.* 2000).

Colônias de *E. coli* são habitantes naturais do microbioma intestinal de animais homeotérmicos, incluindo os seres humanos (HART *et al.*, 1993). Enquanto a maioria das cepas de *E. coli* vivem como comensais do trato intestinal humano, algumas cepas podem carregar uma combinação de genes de virulência (VGs), que conferem a estas cepas a capacidade de causar infecções intestinais, variando de sintomas leves, como diarreia e colite, até casos de colonização extra intestinal causando meningites, sepse nosocomial e síndrome urêmica hemolítica (FALAGAS e GORBACH, 1995; JOHNSON e STELL, 2000).

As cepas de *E. coli* patogênicas podem ser classificadas, baseando-se no local de infecção (intra ou extra intestinal) e também pela patogenia, no qual seis patótipos de *E. coli* são reconhecidos, atualmente, causadoras de patologias em humanos: enterotoxigênicas (ETEC), enteropatogênicas (EPEC), enterohemorrágicas (EHEC), enteroinvasivas (EIEC),

enteroagregativas (EaggEC) ou aderentes difusas (DAEC) (NATARO e KAPER, 1998; KAPER *et al.*, 2004; ISHII *et al.*, 2007). Estudos têm mostrado que a capacidade de tornar-se virulenta decorre de combinações específicas de VGs (GILMORE e FERRETTI, 2003).

Fezes de animais domésticos e silvestres podem conter uma grande quantidade de *E. coli* com diversas combinações de VGs (ISHII *et al.*, 2007). Reservatórios comuns de *E. coli* ETEC e EPEC incluem ruminantes, suínos e outros animais domésticos, como cães e gatos (LEVINE, 1987; NATARO e KAPER, 1998; DJORDJEVIC *et al.*, 2004). Já as *E. coli* EHEC já foram isoladas em vários ruminantes, principalmente bovinos (PATON e PATON, 1998). Os principais reservatórios para EIEC, EaggEC e DAEC são os próprios seres humanos (LEVINE, 1987; KAPER *et al.*, 2004).

O uso massivo de antibióticos pela população humana bem como pela prática da medicina veterinária, nos últimos 70 anos, tem exercido um grande impacto na evolução de bactérias patogênicas intestinais (ZHANG *et al.*, 2009) e isso acelerou o surgimento e a disseminação de mecanismos de resistência às drogas antimicrobianas, os quais são determinados por genes de resistência a antibióticos (ARGs) (KEMPER, 2008). Estas bactérias portando os ARGs são selecionadas no trato intestinal de humanos e animais domésticos e acabam chegando ao ambiente aquático através de eventos de contaminação fecal de águas subterrâneas e superficiais (IVERSEN *et al.* 2004; KIM *et al.* 2005; RODRÍGUEZ *et al.* 2006). Como resultado, bactérias portando ARGs já foram isoladas de vários tipos de ambientes aquáticos ao redor do mundo: águas superficiais associadas a empreendimentos agropecuários (animais terrestres e aquicultura), lançamentos de esgoto doméstico e hospitalar, estações de tratamento de água e ainda corpos d'água de baixo impacto antrópico (ZHANG *et al.*, 2009). Esta ampla distribuição de bactérias, portando ARGs, emerge da capacidade de parte das bactérias em transferir horizontalmente os ARGs por meio de transferência de plasmídeos, transformação bacteriana com assimilação de DNA ambiental e transdução por meio de bacteriófagos (MOURA *et al.* 2007; AKINBOWALE *et al.* 2007; JACOBS e CHENIA 2007).

Fenômenos de resistência a antimicrobianos é reconhecido hoje como um problema de escala global para a medicina humana e veterinária. Muitos países no mundo estão estabelecendo programas para estimar a extensão desse problema, abordando aspectos da evolução e espalhamento dos genes de resistência (DECKERT *et al.*, 2010; TOLLEFSON *et al.*, 2008). A maioria destes programas são dedicados ao monitoramento de mecanismos de resistência em bactérias indicadoras, presentes na microbiota intestinal de animais domésticos e silvestres (*Escherichia coli* e *Enterococcus* spp.), incluindo estimativas da diversidade e distribuição dos genes de resistência, como uma ferramenta de avaliação na epidemiologia da

resistência a antimicrobianos (BOERLIN, 2004). No caso do monitoramento de cepas de *E. coli*, resistência a tetraciclinas, sulfonamidas, estreptomicinas e espectinomycininas são mais prevalentes (GUERRA, *et al.*, 2003; LANZ *et al.*, 2003; AERESTRUP *et al.*, 2008; BOERLIN *et al.*, 2005).

2.4 O uso da água no processo de produção do Queijo Canastra

A água utilizada em propriedades rurais produtoras do Queijo Canastra está diretamente relacionada às etapas de sua produção, podendo contribuir para a sua qualidade final e para a saúde do consumidor. Primeiramente, a atividade pecuária para produção desse queijo traz inúmeros benefícios à região, mas pode também resultar em impactos negativos para o meio ambiente e para as nascentes dessa região, estas, usadas como fonte de água, principalmente se não houver um trabalho de conscientização dos produtores sobre a importância do desenvolvimento sustentável do agronegócio, da preservação de nascentes e do meio ambiente. Entretanto, de acordo com Saraiva *et al.* (2012), o baixo poder aquisitivo, unido à tradição cultural e à falta de informação dos produtores, contribuem para uma baixa conscientização ambiental.

A baixa qualidade da água e a presença de contaminação por microrganismos patogênicos podem resultar em infecções nos animais e nos seres humanos, além de comprometer a vida útil dos equipamentos, afetando a qualidade do leite por reduzir, principalmente, a eficiência dos processos de limpeza e desinfecção dos equipamentos de ordenha (GUERRA *et al.*, 2011). Os processos de higienização das instalações das queijarias e utensílios utilizados na fabricação e toalete dos queijos também podem ser afetados pela baixa qualidade microbiológica e físico-química da água, resultando em contaminação cruzada, falhas na higienização e formação de biofilmes. Portanto, há uma necessidade de se conhecer a qualidade da água empregada no processo de fabricação do produto, a fim de elaborar programas de gestão estratégica para garantia da quantidade e qualidade da água utilizada por produtores de queijo (RESENDE, 2014).

O coeficiente de consumo de água por litro de leite processado nas queijarias de QMA, na microrregião Canastra, varia de 0,43 a 2,35 e pouco mais da metade dos produtores (aproximadamente 52%) demonstram possuir algum controle da água (SARAIVA *et al.*, 2012). Na microrregião Canastra, é possível constatar que a maioria das propriedades produtoras de queijo utilizam mão-de-obra de familiares e são de pequeno porte. É comum em propriedades com estas características o uso de nascentes como bebedouros para o gado, não protegidas, não

conservadas e com alto nível de contaminação da água que, posteriormente, serão usadas nas etapas de higienização das salas de ordenha, queijarias e toalete dos queijos (LUCAS *et al.*, 2014). Essa característica produtiva é muito importante quando se considera que as queijarias produtoras de QMA devem ser abastecidas por água potável e livre de contaminações, visto que estas comprometem o processo de fabricação do produto e são importante veículo de doenças transmissíveis ao homem, que poderá se contaminar ao ingerir o QMA, produzido a partir de leite cru.

A água utilizada no ambiente de ordenha, tanto nos equipamentos quanto nos tetos das vacas, pode atuar como via de transmissão de microrganismos potencialmente patogênicos, comprometendo a qualidade do leite, uma vez que possibilita a veiculação da população bacteriana diretamente para o leite quando este entra em contato com as superfícies contaminadas. A baixa qualidade da água é um dos aspectos mais importantes, pois pode contribuir para a produção de leite com alta contagem bacteriana total (CBT). Mesmo sendo incontestável a importância que a água exerce sobre a qualidade do leite, poucos produtores monitoram a qualidade da água de suas propriedades, e a maioria “acredita” que a água de sua propriedade é de boa qualidade e, por esse motivo não se preocupam com a adoção de medidas de controle da qualidade da água consumida (RIBEIRO *et al.*, 2000; LACERDA *et al.*, 2009).

A água pode ser um veículo de transmissão de microrganismos que podem causar infecções gastrointestinais. Por este motivo é necessária a realização de análises microbiológicas periódicas nas águas utilizadas na produção de alimentos para consumo humano. Por meio dessas análises, é possível a identificação de alguns microrganismos maléficos à saúde humana, além de serem essenciais na identificação de indicadores de falta de higiene da caixa d’água, no processo produtivo ou na detecção de nascentes não protegidas, demonstrados pela presença de coliformes termotolerantes e *Escherichia coli*, que são encontrados no trato intestinal de animais de sangue quente (ROCHA *et al.*, 2006).

Estudos demonstram que a qualidade microbiológica da água influencia a qualidade microbiológica do QMA. A presença de um número elevado de coliformes na água utilizada para a fabricação de queijos pode causar alguns defeitos no produto, como o estufamento precoce, que resulta na presença de pequenas olhaduras no queijo. A alta incidência desses microrganismos na água se dá por contaminação ambiental ou cloração ineficiente da água (SALES, 2015). O cloro, quando incorporado na água sem um critério de controle, dosagem e medição de residuais de segurança não promoverá o efeito desejado, colocando em risco a qualidade do processo produtivo no momento em que uma água, possivelmente contaminada, entrar em contato com a produção. Implantar um projeto de dimensionamento e adequação dos

Sistemas de Abastecimento de água, adotando uma rotina de controle do uso do cloro, torna-se uma necessidade urgente para melhorar a qualidade da água consumida e, conseqüentemente, a qualidade dos alimentos produzidos. Existe ainda uma resistência à necessidade de cloração da água em queijarias, embora a legislação vigente regulamente o tema e, mesmo sabendo-se dos inúmeros riscos à saúde que podem advir da ausência de tratamento, o fator cultural prevalece (DOS SANTOS, 2010).

Dentre os parâmetros microbiológicos da água, a presença de coliformes totais e termotolerantes em 100 ml está entre os principais problemas relacionados a defeitos no queijo e de saúde pública. A ingestão de queijos contaminados com enterobactérias, como *E. coli* e *Salmonella spp.*, pode resultar em toxinfecções alimentares e, um dos modos de contaminação pelo ser humano, pode ser a água utilizada na produção desses queijos, o que implica na contaminação do produto final comercializado (FERREIRA *et al.*, 2011).

O Decreto 7.217, de 21 de junho de 2010, atribui ao Ministério da Saúde a competência para estabelecer o padrão de potabilidade da água (BRASIL, 2010). Segundo a Portaria Nº. 2.914/2011 do Ministério da Saúde, água potável é a água destinada ao consumo humano, cujos parâmetros microbiológicos, físicos, químicos e radioativos atendam ao padrão de potabilidade e que não ofereçam riscos à saúde humana. De acordo com a mesma Portaria, água para consumo humano é a água potável destinada à ingestão, à preparação e produção de alimentos e à higiene pessoal, independentemente da sua origem (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2011). Embora as fazendas de bovinos leiteiros não sejam consideradas indústria alimentícia, é necessário tratá-las como tal e, portanto, os parâmetros microbiológicos e físico-químicos devem seguir a legislação para água potável.

Para garantir uma produção adequada de leite e queijo, é necessário que a água seja potável, limpa, transparente, livre de microrganismos e não corrosiva (SILVA *et al.*, 2016). Portanto, a água empregada no processo de obtenção do leite deve apresentar características microbiológicas semelhantes às da água potável, ou seja, ausência de coliformes totais e *E. coli* em 100 ml de água (GREGHI, 2005). De acordo com Castro *et al.*, (2016), contaminações microbiológicas em queijos artesanais ocorrem devido a três problemas principais: falhas na higienização de equipamentos e utensílios envolvidos na ordenha, pouca qualificação de mão de obra e utilização de água de baixa qualidade microbiológica no processo de produção.

3 METODOLOGIA

3.1 Classificação da pesquisa

Do ponto de vista da sua natureza é uma Pesquisa Aplicada, pois objetiva gerar conhecimentos para aplicação prática, dirigidos à solução de problemas específicos de interesses locais. Do ponto de vista da forma de abordagem do problema é quantitativa, pois envolve a estimativa de valores de cargas de contaminação bacteriana, mas também qualitativa, já que envolve a classificação dos empreendimentos em grupos de acordo com metadados levantados *in loco*, durante as campanhas de coletas de dados e materiais.

Do ponto de vista de seus objetivos, é um trabalho descritivo-indutivo, pois envolve uma caracterização de fenômenos biológicos que ocorrem em agroecossistemas, bem como busca estabelecer relações entre os fenômenos biológicos (contaminações bacterianas) e os perfis de gestão dos empreendimentos (fenômenos sociais). Do ponto de vista dos procedimentos técnicos, envolve pesquisa bibliográfica e pesquisa experimental laboratorial.

Os resultados terão aplicação direta no sistema de produção estudado (produção do queijo artesanal da Serra da Canastra) e servirão também de base para pesquisas similares em outros sistemas produtivos de queijos artesanais.

3.2. Área de estudo

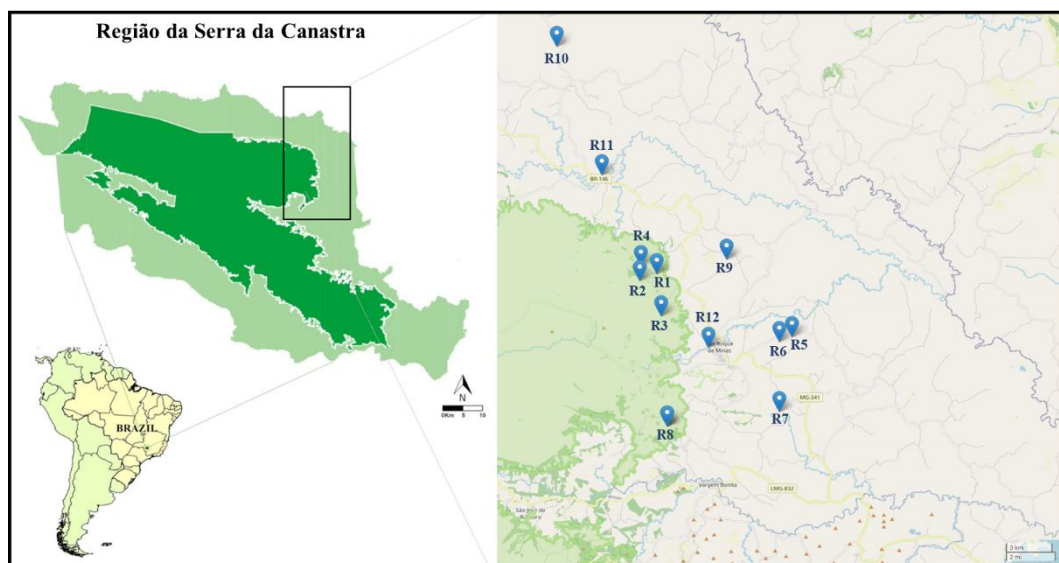
A área escolhida para o estudo foi uma localidade próxima ao Parque Nacional da Serra da Canastra, incluída nos limites da microrregião produtora do Queijo Minas Artesanal Canastra, estabelecida pela Portaria IMA Nº 694, DE 17 DE NOVEMBRO DE 2004 (Minas Gerais, 2004). O critério para escolha desta área baseou-se na grande concentração de empreendimentos rurais classificados como agroecossistemas, manejados no modelo da agricultura familiar, sendo a produção do Queijo Canastra uma das atividades produtivas principais. As coletas de materiais e avaliação dos empreendimentos foram realizadas de julho de 2022 a março de 2023.

3.3. Delineamento experimental

Dentro da área de estudo, foram selecionados 12 rios de pequeno porte (riachos e córregos), utilizados como fontes de abastecimento de água para empreendimentos rurais

produtores do Queijo Canastra, codificados neste estudo de R1 a R12 (Figura 1). Em cada um destes rios, foram escolhidos pontos amostrais, correspondendo a pontos de captação de água para abastecimento dos empreendimentos rurais, produtores do Queijo Canastra, também avaliados neste estudo. Para os rios R11 e R12, não foi possível acessar nenhum empreendimento produtor de Queijo Canastra. Para o rio R3, foi possível acessar quatro empreendimentos. Para os demais rios, foi acessado um empreendimento por rio, totalizando 13 empreendimentos acessados.

Figura 1: Mapa dos pontos de coleta de amostras



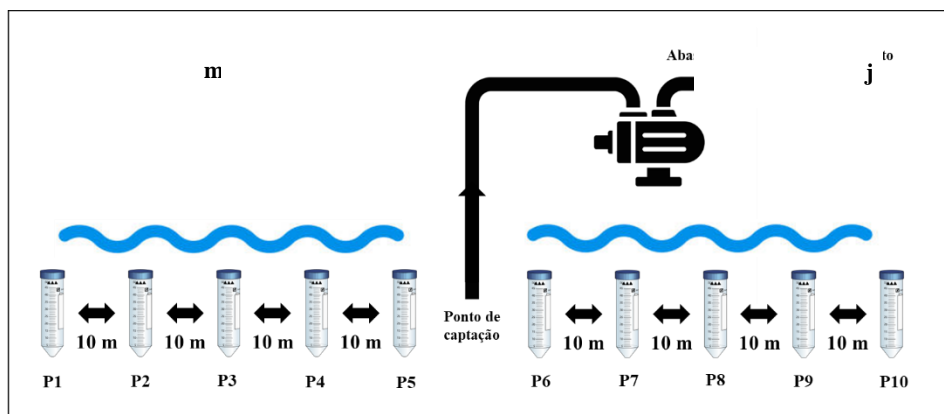
Fonte: Elaborado pelo autor.

Em cada um dos rios, o local de coleta das amostras de água foi associado ao ponto de captação de água para abastecimento dos empreendimentos produtores de Queijo Canastra acessados. Em cada local de coleta, objetivou-se estabelecer 10 pontos de amostragem, de modo que o ponto central de coleta correspondeu ao ponto de captação de água para abastecimento, com quatro pontos adicionais ao montante do ponto central (quando possível) e cinco pontos adicionais à jusante do ponto central (quando possível). Cada ponto de amostragem distou, aproximadamente, 10 metros um do outro. Para os rios R11 e R12, foram selecionados, como locais de coleta, pontos de captação de água de empreendimentos rurais associados (não produtores de Queijo Canastra). Em cada um dos pontos, foram coletados 150 ml de água, à 10 cm da superfície, utilizando frascos estéreis e devidamente identificados por ponto de coleta.

Além das amostras de água dos mananciais, em cada empreendimento produtor de Queijo Canastra acessado, foi coletado uma amostra de 150 ml da água da torneira da queijaria.

Foi coletada, ainda, em cada empreendimento, uma amostra de 100 ml de soro fermento, utilizado na produção do queijo (pingo).

Figura 2: Desenho esquemático da coleta de amostras



Fonte: Elaborado pelo autor.

3.4. Processamento das amostras e análises microbiológicas

As amostras coletadas foram acondicionadas em caixas térmicas, contendo gelo artificial para a manutenção da temperatura entre 10 e 15 °C, e transportadas no mesmo dia para o Laboratório de Pesquisa Multiusuário, do IFMG – *Campus* Bambuí. A campanha de coletas, referente à estação seca, foi realizada nos meses de julho e agosto de 2022 (divididas em três expedições semanais) e a campanha, referente à estação chuvosa, foi realizada no mês de março de 2023 (divididas em três expedições semanais).

As amostras de água foram utilizadas para estimativa da carga de coliformes e cepas de *E. coli*, através do método de enumeração de microrganismos, descrito por Silva *et al.* (2010). As amostras foram previamente centrifugadas a 3.000 rpm, por 20 minutos, tendo o sobrenadante descartado e o corpo de fundo ressuspensionado em uma alíquota de 1 ml de solução de NaCl 0,85%.

Uma alíquota de 0,1 mL da ressuspensão foi utilizada como material biológico para ensaios de diluições seriadas (10^{-1} a 10^{-4}), em solução salina de de NaCl 0,85%. Uma alíquota de 0,1 mL de cada diluição foi inculada em placas de petri, previamente preparadas com o meio cromogênico seletivo e indicador simultâneo para coliformes totais e *Escherichia coli* Agar Chromocult Coliformes (Fabricante Merck), seguindo instruções do fabricante. Todas as análises foram realizadas em duplicatas.

3.5. Caracterização dos empreendimentos produtores do Queijo Canastra

Como forma de classificar os empreendimentos quanto ao seu potencial carreador de microrganismos para os mananciais, bem como classificar os empreendimentos quanto à sua vulnerabilidade de ter seu sistema de produção contaminado com bactérias oriundas da água de abastecimento, cada empreendimento foi caracterizado com relação:

Quanto ao modo de manejo do agroecossistema

- Presença de rotina de lavagem da sala de ordenha e pista de alimentação;
- Presença de sistema de gestão dos resíduos da sala de ordenha e pista de alimentação;
- Risco de escoamento de resíduos da bovinocultura e suinocultura (caso exista) para o manancial, por gravidade;
- Modo de controle de acesso dos animais ao manancial
- Modo de controle de acesso de animais silvestres ao manancial

b) Quanto ao modo de uso da água no sistema de produção do queijo

- Origem da água (superficial ou subterrânea)
- Sistema de tratamento da água captada (nenhum, cloro, ozônio)
- Descrição dos usos da água captada

Os dados foram obtidos através de visita *in loco* aos empreendimentos no momento das coletas de materiais.

3.6. Análise dos dados

Os resultados das estimativas de contagens médias de unidades formadoras de colônias (UFC/ml), para cada local amostrado, foram utilizados como variáveis para a realização de testes comparativos entre grupos de amostras, estruturados por cada variável independente proposta (perfis de empreendimentos, estação). Testes de normalidade (Teste de Shapiro) foram realizados previamente aos testes comparativos para a definição de escolha de testes paramétricos (Teste T de Student) ou não-paramétricos (Teste teste U de Mann-Whitney). Para variáveis independentes, compostas por mais de dois grupos, foi utilizado o Teste de Kruskal-Wallis. Para todos os testes, adotou-se o nível de significância de 5% para rejeição da hipótese nula.

As análises de correlação entre variáveis contínuas (contagens médias de microrganismos) foram realizadas através de estimativas do coeficiente de correlação Spearman (para distribuição não normal de dados) ou Pearson (para distribuição normal de dados).

Todas as análises de dados foram realizadas, utilizando o software JAMOVI v.2.28.0 (THE JOMOVI PROJECT, 2022).

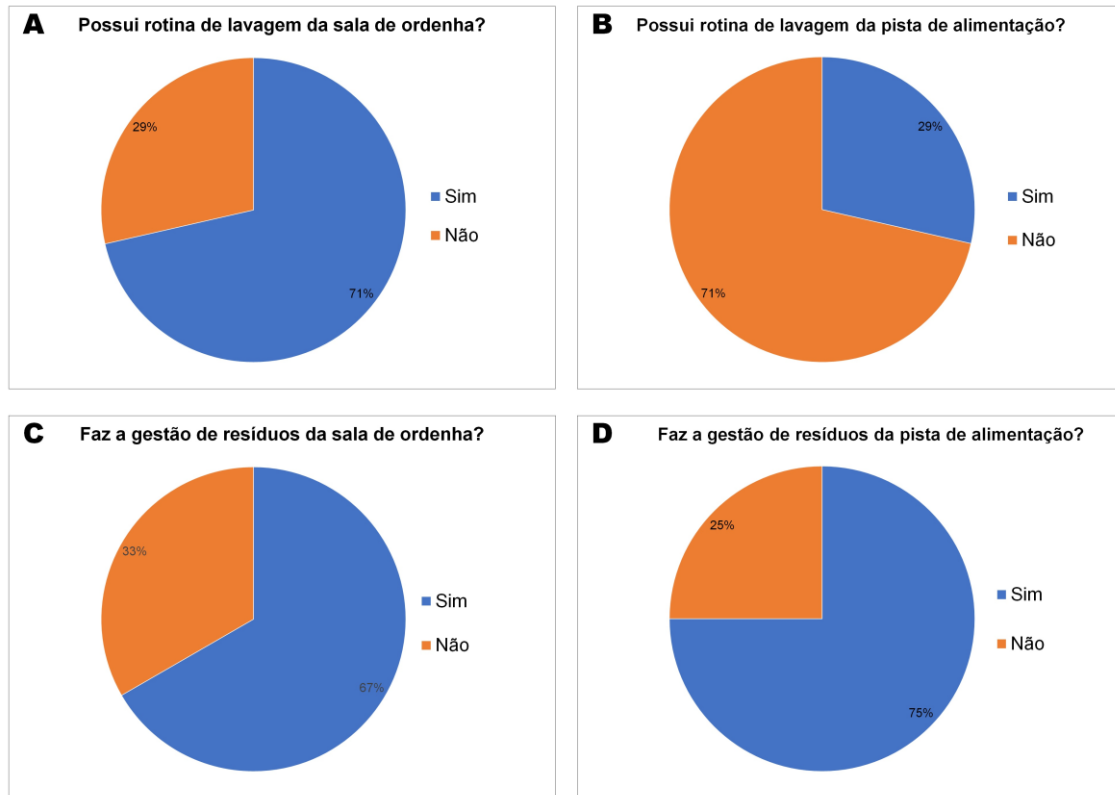
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Caracterização dos empreendimentos acessados

Os empreendimentos produtores do Queijo Canastra acessados neste trabalho apresentaram diferenças tanto na forma com a qual realizam o manejo dos mananciais quanto na forma como utilizam a água captada no manancial.

Considerando a gestão do ambiente de ordenha, 71% dos empreendimentos possuem uma rotina diária de lavagem da sala de ordenha, enquanto 67% desses empreendimentos possuem um sistema de gestão dos resíduos gerados (Figura 3A e 3C). Todos os empreendimentos que fazem a gestão dos resíduos, utilizam o sistema conhecido como esterqueira. Agora, considerando a gestão dos resíduos da pista de alimentação do rebanho, apenas 29% possuem rotina de lavagem deste ambiente e 25% fazem a gestão dos resíduos gerados (Figura 3B e 3D).

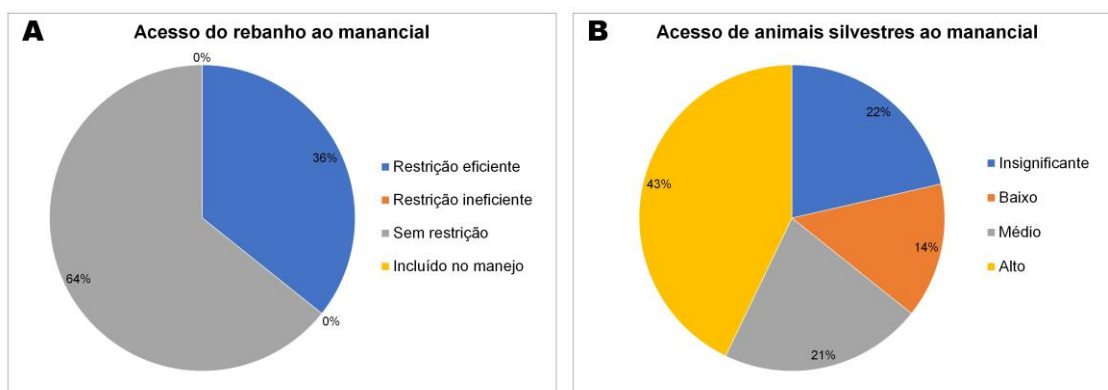
Figura 3: Caracterização dos empreendimentos acessados, de acordo com a gestão do ambiente de ordenha e pista de alimentação do rebanho



Fonte: Elaborado pelo autor.

Os empreendimentos amostrados apresentaram apenas dois cenários com relação ao acesso do rebanho bovino ao manancial. A maioria dos empreendimentos (64%) não possui cercas de restrição de acesso dos animais ao manancial, porém não faz parte da rotina no manejo dos animais conduzi-los ao manancial para a reposição hídrica. Por outro lado, 36% dos empreendimentos possuem cercas de restrição de acesso do rebanho ao manancial (Figura 4A). Já com relação ao acesso de animais silvestres, 43% dos empreendimentos apresentaram risco alto de acesso (cercamento ineficiente e histórico de avistamento de animais silvestres na propriedade) e apenas 22% apresentaram risco insignificante (cercamento eficiente e ausência de histórico de avistamento de animais silvestres na propriedade) (Figura 4B).

Figura 4: Caracterização dos empreendimentos acessados quanto ao risco de acesso de animais domésticos e silvestres ao manancial, no local de abastecimento da propriedade.



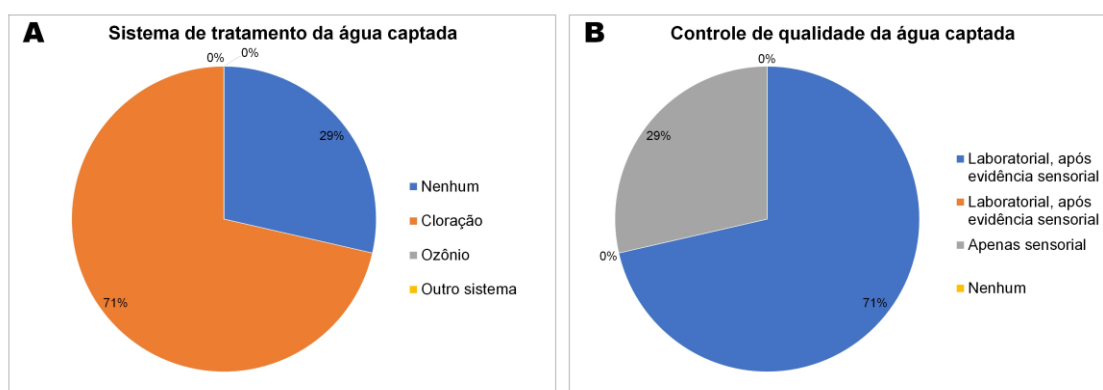
Fonte: Elaborado pelo autor.

Neste trabalho, foram verificados que 71% dos empreendimentos apresentavam sistema de tratamento da água captada no manancial para ser utilizada na queijaria (Figura 5A). Dentre os empreendimentos com sistema de tratamento da água, todos utilizavam a cloração por pastilha como método de tratamento. Todos os empreendimentos que possuíam sistema de tratamento da água captada, realizavam análises periódicas da qualidade da água, segundo a legislação vigente para a produção de queijos artesanais, no estado de Minas Gerais (MINAS GERAIS, Decreto nº 48024, de 19/08/2020). Todos os empreendimentos que não realizam o tratamento da água captada (29% do total), realizam apenas um controle de qualidade sensorial da água utilizada em suas queijaras, por meio de aferição empírica e subjetiva de odor e cor (Figura 5B).

Embora não seja parte da rotina no manejo do rebanho, o fato de 64% dos mananciais não possuir cerca de restrição de acesso, deixa a nascente exposta a este risco, ainda que esporádico. Por outro lado, o alto risco de acesso de animais silvestres (43%) ao manancial indica uma possibilidade muito alta de contaminação por microrganismos que vivem nestes animais. A contaminação microbiológica de mananciais por animais silvestres é um fenômeno que tem sido recorrentemente reportado na literatura, com impactos tanto para abastecimento de propriedades rurais quanto para os assentamentos humanos urbanos (OLIVEIRA, 2022; SANT'HELENA, 2019; FALAVINHA e DEGENHARDT, 2014). Dessa forma, considera-se que o efetivo monitoramento do acesso de animais silvestres ao manancial seja um item fundamental para o manejo do empreendimento e que deve ser corrigida com cercamento eficiente dos mananciais de coleta de água, tanto para evitar o acesso de animais do rebanho, como de outros animais. Além disso, como os benefícios são revertidos tanto para o produtor

quanto para os demais usuários dos recursos hídricos no local, considera-se que também seja de interesse do poder público o monitoramento do acesso dos animais silvestres aos mananciais, envolvendo atores do serviço de extensão rural e de inspeção.

Figura 5: Caracterização dos empreendimentos acessados quanto ao controle de qualidade da água captada a ser utilizada na produção do Queijo Canastra

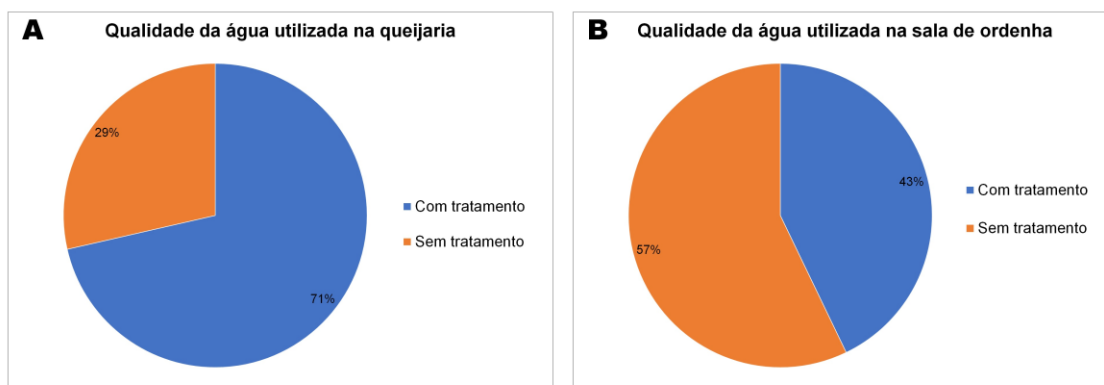


Fonte: Elaborado pelo autor.

Ainda que seja significativa a quantidade de sistemas de tratamento de água (71%), a quantidade de empreendimentos que não realizam o tratamento da água captada é muito alto, face ao risco de contaminação. É preciso um processo educativo, na linguagem do produtor, para que esta adesão aumente. Empregar ou criar métodos de tratamento que sejam eficientes, de fácil compreensão e manejo e que não impacte na rotina do produtor é um desafio que precisa ser vencido, mas que tem sido implementado em várias regiões do país (BRAGATO *et al.*, 2018; PICOLLI *et al.*, 2016; SILVA, 2006). Neste sentido, é muito importante que haja um trabalho da inspeção junto com a extensão, com apoio do governo, para que este percentual de não tratamento chegue a zero.

Embora a maioria dos empreendimentos realizam o tratamento da água captada para abastecer e utilizar em suas queijarias, apenas 57% empreendimentos acessados utilizam água tratada na rotina de higienização da sala de ordenha (Figura 6).

Figura 6: Caracterização dos empreendimentos acessados quanto aos usos da água tratada após o processo de captação no manancial



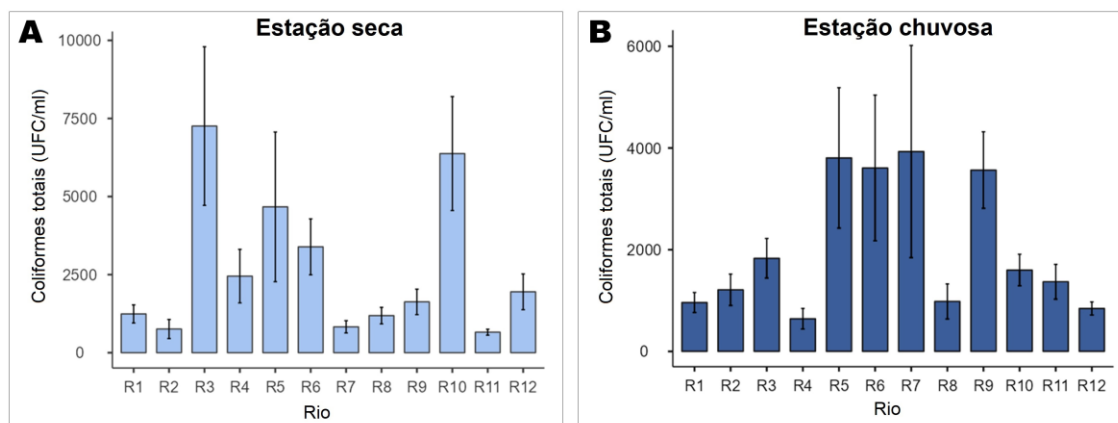
Fonte: Elaborado pelo autor.

O uso de água não tratada na higienização da sala de ordenha, faz com que esta seja menos eficiente (LINHARES *et al.*, 2021; MATOS *et al.*, 2017; JÚNIOR, 2011). Se 71% dos empreendimentos possuem sistema de tratamento de água e destes, apenas 57% usam água tratada na rotina de higienização da sala de ordenha, isso indica que apenas 40% do total dos empreendimentos pesquisados faz este uso. O aspecto de limpeza aparente, ocasionado pela água não tratada, pode esconder contaminantes que aumentam a carga do produto final. É necessário que se aumente não só a quantidade de sistemas de tratamento de água, como também a adesão ao uso de água tratada nas tarefas e rotinas do empreendimento. Um trabalho neste sentido deve ser feito pelo governo, com o apoio e a atuação dos serviços de extensão e de inspeção.

4.2 Estimativas de contaminação microbiológica dos mananciais amostrados

As estimativas de carga de contaminação microbiológica dos mananciais amostrados, realizadas através das contagens dos microrganismos indicadores coliformes totais e *E. coli*, apresentaram diferenças significativas entre os rios, com padrões distintos entre as estações. Para os coliformes totais, o rio R3 apresentou a maior carga de contaminação apenas na estação seca, enquanto que na estação chuvosa não foi verificado o mesmo efeito (Figura 7, Tabela 1).

Figura 7: Contagens de coliformes totais (UFC/ml) por rio amostrado.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Tabela 1: Valores de significância do Teste de Kruskal-Wallis (comparações par-a-par) para contagens de coliformes totais entre os rios.

	Rio	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9	R10	R11	R12	Rio
Estação chuvosa*	R1	—	1.000	0.009	1.000	0.796	0.986	1.000	1.000	1.000	0.063	1.000	1.000	R1
	R2	1.000	—	0.007	0.999	0.687	0.955	1.000	1.000	1.000	0.047	1.000	1.000	R2
	R3	1.000	1.000	—	0.315	0.964	0.561	0.003	0.011	0.019	1.000	0.003	0.036	R3
	R4	1.000	1.000	0.999	—	0.997	1.000	0.999	1.000	1.000	0.653	0.998	1.000	R4
	R5	0.693	0.832	0.962	0.654	—	1.000	0.657	0.799	0.895	0.999	0.621	0.949	R5
	R6	0.721	0.859	0.974	0.683	1.000	—	0.949	0.986	0.997	0.882	0.932	1.000	R6
	R7	0.448	0.644	0.876	0.439	1.000	1.000	—	1.000	1.000	0.030	1.000	1.000	R7
	R8	1.000	1.000	1.000	1.000	0.744	0.773	0.525	—	1.000	0.072	1.000	1.000	R8
	R9	0.739	0.872	0.979	0.701	1.000	1.000	1.000	0.790	—	0.119	1.000	1.000	R9
	R10	1.000	1.000	1.000	1.000	0.936	0.953	0.825	1.000	0.959	—	0.029	0.191	R10
	R11	1.000	1.000	1.000	1.000	0.856	0.882	0.668	1.000	0.894	1.000	—	1.000	R11
	R12	1.000	1.000	1.000	1.000	0.600	0.622	0.336	1.000	0.643	1.000	1.000	—	R12

*Valores na diagonal superior representam as comparações entre amostras da campanha da estação chuvosa.

** Valores na diagonal inferior representam as comparações entre amostras da campanha da estação seca.

Fonte: Elaborado pelo autor.

O ponto de coleta, no Rio 3, está localizado a 1.100 m de altitude, nas proximidades do Parque Nacional da Serra da Canastra (onde nasce o manancial). Apesar da área ser quase desabitada de seres humanos (existe apenas uma pequena propriedade a montante do ponto de coleta), o rio não tem cercamento e a área, apesar da pequena infestação de animais silvestres, é bastante infestada pelo animal invasor javali (*Sus scrofa scrofa*). A maior concentração de coliformes na estação seca e menor na estação chuvosa, seria justificável pela baixa vazão na primeira e pela alta vazão na segunda, uma vez que a bacia é pouco habitada, sendo relacionada com a diluição no volume de água.

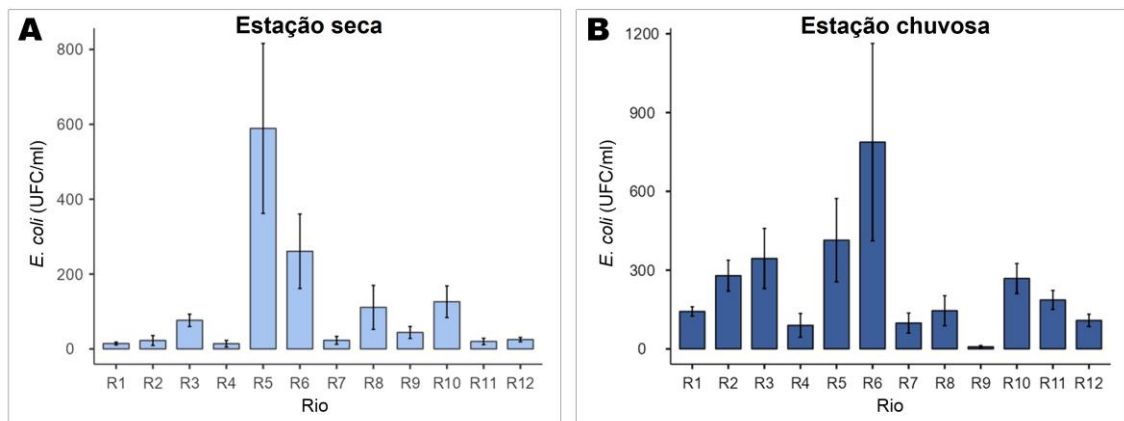
A causa da ocorrência no Rio 10 pode ser a mesma do Rio 3, já que as condições têm semelhança: apesar do Rio 10 não ter seu nascimento no Parque Nacional, sua nascente

também ocorre em local alto e pouco habitado, onde também foi relatada grande presença de javalis (*Sus scrofa scrofa*). Segundo Lobo (2022), o javali é considerado uma das invasões biológicas animais em ambientes agrícolas mais impactantes no mundo e no Brasil e tem se tornado uma questão relevante do manejo dos agroecossistemas na última década, com impactos não só econômicos, mas também ambientais. Alguns estudos têm sido realizados para o manejo desta espécie exótica, mas, segundo Da Rosa *et al.* (2018), o sucesso no controle e erradicação do javali só pode ser alcançado com a associação de diferentes técnicas.

Já no caso dos Rios 5 e 6 (R5 e R6), as cargas maiores na estação chuvosa seriam justificáveis por estes mananciais estarem em regiões mais habitadas e o ponto de coleta estar em altitude abaixo dos currais e queijarias que utilizam sua água e das habitações humanas na região, o que leva a supor que recebam efluentes dessas habitações e, talvez, destes empreendimentos e o aumento da vazão de água faz com que maior área seja lavada, trazendo carga maior na estação chuvosa. Resultados similares foram encontrados em outros estudos que avaliaram essa relação entre manejo de agroecossistemas, que tem a bovinocultura como atividade, e a contaminação microbiológica dos mananciais (FREITAS *et al.*, 2017; ARAÚJO *et al.*, 2011; AMARAL *et al.*, 2003). Além de um trabalho de esclarecimento e educação pelos órgãos de inspeção e de extensão, o município pode apoiar com marcação de curvas de nível e colaborar com máquinas para a realização dos trabalhos que minorarão estes danos.

Os testes comparativos de média de contagens de *E. coli* também revelaram diferenças significativas entre alguns rios, sendo o rio R5 o local de coleta de maior carga encontrada de *E. coli* na estação seca e rio R6 o de maior carga deste microrganismo marcador na estação chuvosa (Figura 8, Tabela 2).

Figura 8: Contagens de *E. coli* (UFC/ml) por rio amostrado.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Tabela 2: Valores de significância do Teste de Kruskal-Wallis (comparações par-a-par) para contagens de *E. coli* entre os rios.

Rio	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9	R10	R11	R12	Rio	
Estação seca*	R1	1.000	0.982	1.000	0.923	0.013	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	R1	
	R2	1.000	—	1.000	0.996	1.000	0.156	0.993	1.000	0.917	1.000	1.000	0.996	R2
	R3	0.998	1.000	—	0.949	1.000	0.277	0.910	0.988	0.685	1.000	0.998	0.931	R3
	R4	1.000	1.000	1.000	—	0.860	0.014	1.000	1.000	1.000	0.998	1.000	1.000	R4
	R5	<.001	<.001	<.001	<.001	—	0.658	0.791	0.943	0.537	1.000	0.983	0.822	R5
	R6	0.048	0.094	0.340	0.166	0.012	—	0.004	0.021	0.002	0.136	0.042	0.005	R6
	R7	1.000	1.000	0.999	1.000	<.001	0.066	—	1.000	1.000	0.996	1.000	1.000	R7
	R8	0.941	0.979	1.000	0.985	<.001	0.687	0.969	—	1.000	1.000	1.000	1.000	R8
	R9	1.000	1.000	1.000	1.000	<.001	0.136	1.000	0.997	—	0.936	0.996	1.000	R9
	R10	0.856	0.935	1.000	0.956	<.001	0.810	0.910	1.000	0.982	—	1.000	0.998	R10
	R11	1.000	1.000	0.999	1.000	<.001	0.071	1.000	0.967	1.000	0.908	—	1.000	R11
	R12	1.000	1.000	1.000	1.000	<.001	0.071	1.000	0.974	1.000	0.920	1.000	—	R12
													Estação chuvosa**	

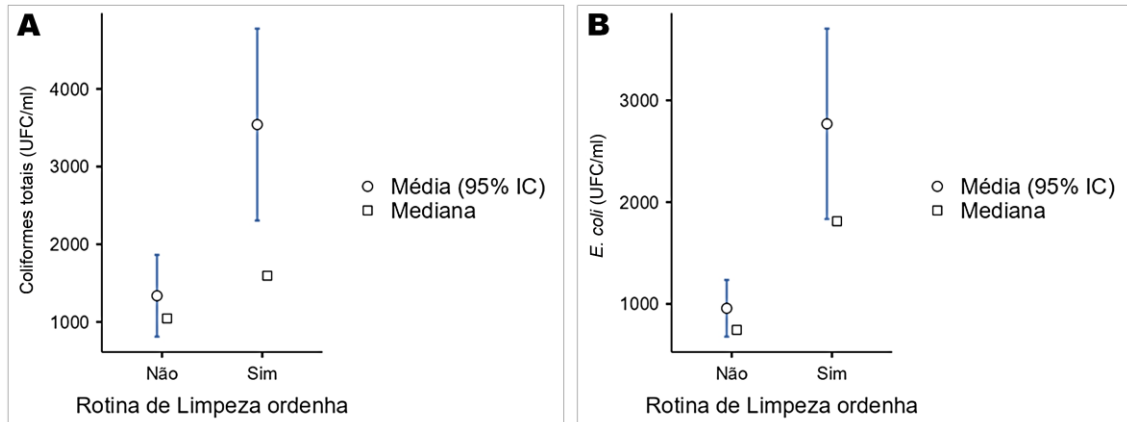
*Valores na diagonal superior representam as comparações entre amostras da campanha da estação chuvosa.

** Valores na diagonal inferior representam as comparações entre amostras da campanha da estação seca.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Os testes comparativos realizados entre os grupos, correspondendo aos empreendimentos que possuíam rotinas de lavagem das salas de ordenha e aqueles que não possuíam, revelaram que os mananciais vinculados aos empreendimentos com rotinas estabelecidas de lavagem da sala de ordenha apresentaram maiores cargas de coliformes e *E. coli* (Tabela 3, Figura 9). O resultado (tabela 3, figura 9) aponta para a importância do uso de água tratada na rotina de limpeza da sala de ordenha. Mostra que a simples lavagem pode, às vezes, aumentar a carga de contaminantes, pois introduz novos contaminantes presentes na água não tratada. Isto reforça a necessidade de fazer a higienização da sala de ordenha de forma correta e com água tratada. É mais um trabalho para ser feito em conjunto pela inspeção, extensão e governo municipal.

Figura 9: Contagens de coliformes totais e *E. coli* em mananciais vinculados a empreendimentos com e sem rotinas de lavação da sala de ordenha



Fonte: Elaborado pelo autor.

Tabela 3: Teste U de Mann-Whitney de comparação entre empreendimentos com presença ou ausência de rotina de lavação da sala de ordenha, para contagens de coliformes totais e *E. coli*

		Estadística	p
Coliformes	U de Mann-Whitney	466	0.029
<i>E. coli</i>	U de Mann-Whitney	217	0.005

Fonte: Elaborado pelo autor.

Por outro lado, não foram verificadas diferenças significativas na carga de coliformes totais e *E. coli* nos mananciais, vinculados a empreendimentos com ou sem sistema de gestão de resíduos da ordenha (p-valor do teste U para coliformes e para *E. coli* igual a 0,07 e 0,09, respectivamente) (Figuras 10A e 10B). Similarmente, não foram identificadas diferenças entre grupos formados por empreendimentos que adotavam ou não medidas restritivas de acesso do rebanho ao manancial (p-valor do teste U para coliformes e para *E. coli* igual a 0,30 e 0,06, respectivamente) (Figuras 10C e 10D). Com relação ao risco de acesso de animais silvestres ao manancial, foi verificado que empreendimentos com maior risco de acesso apresentam maiores cargas de coliformes totais e *E. coli* em seus mananciais (Tabela 4).

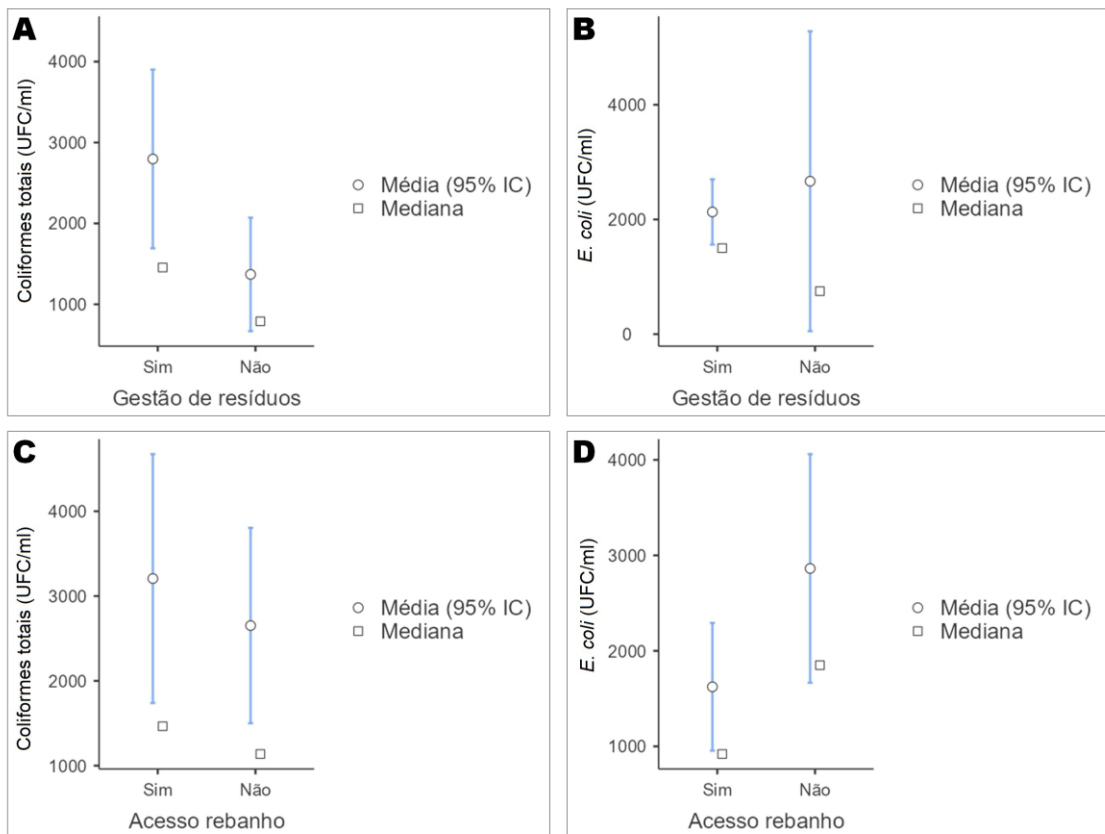
Os resultados demonstram que a gestão dos resíduos não impactou nas cargas destes mananciais onde foi feita a coleta, o que pode indicar que a contaminação dos mananciais ocorre mais em virtude de outros fatores, como acesso de animais silvestres, especialmente javalis, do que pelos resíduos gerados ou pelo rebanho doméstico, indicando a necessidade de medidas que impeçam a contaminação da água por animais silvestres ou mudança no ponto de coleta ou até de manancial, ou ainda, cobertura do local, quando possível.

Tabela 4: Sumário do Teste de Kruskal-Wallis de comparação entre empreendimentos com diferentes níveis de risco de acesso de animais silvestres aos mananciais

Teste de Kruskal-Wallis		Coliformes		<i>E. coli</i>	
Grupos (risco de acesso de animais silvestres)		W	p	W	p
Baixo	Alto	5.18	< .001	3.58	0.031
Baixo	Medio	3.74	0.220	2.79	0.120
Alto	Medio	-2.24	0.252	-1.45	0.559

Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 10: Contagens de coliformes totais e *E. coli* em mananciais, vinculados a empreendimentos com e sem sistemas de gestão de resíduos da sala de ordenha (A e B) e grupos de empreendimentos com e sem restrição do rebanho aos mananciais



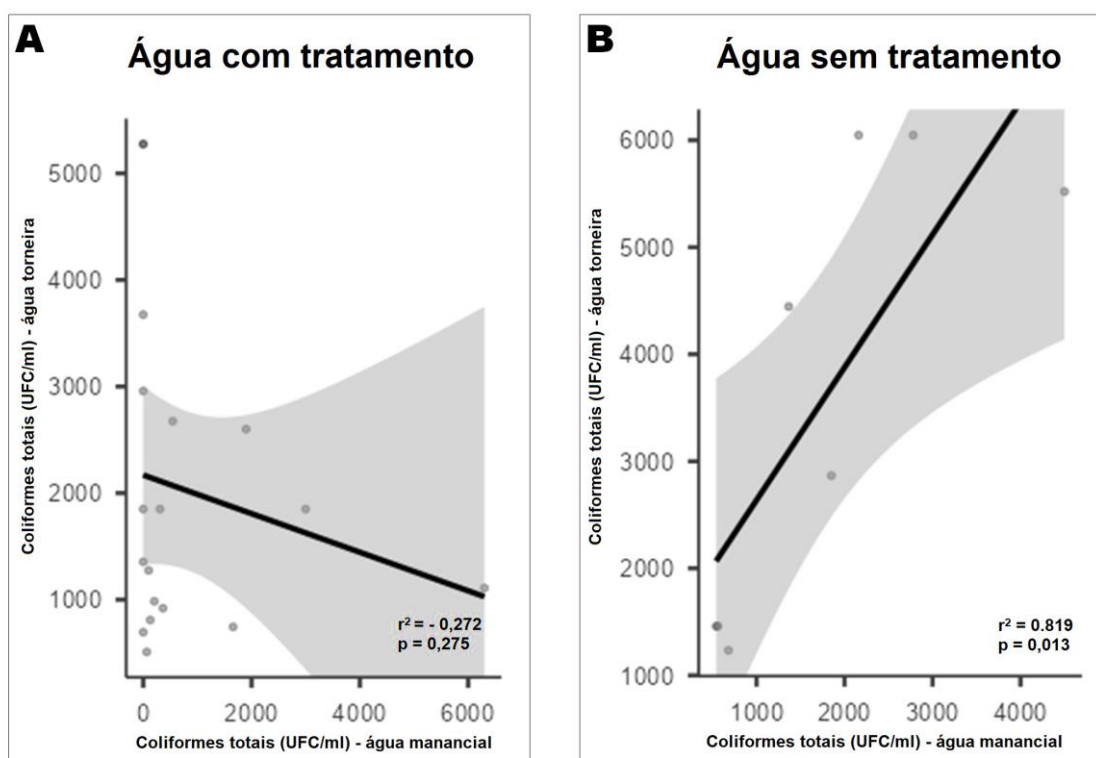
Fonte: Elaborado pelo autor.

4.2 Estimativas de contaminação microbiológica da água utilizada nas queijarias e do fermento endógeno

As análises de correlação entre a carga de coliformes totais presente na água dos mananciais que abastecem os empreendimentos e na água que é utilizada nas queijarias (amostrada nas torneiras) apresentaram padrões distintos de resultados para empreendimentos

que realizam ou não o tratamento da água captada antes do seu uso na queijaria. Nos empreendimentos com tratamento da água captada não foi verificada correlação entre a carga de coliformes da água amostrada no manancial e a água amostrada na torneira ($r^2 = -0,272$, $p = 0,275$). Já em empreendimentos sem tratamento da água captada foi encontrada uma correlação alta entre a carga de coliformes do manancial e água utilizada na queijaria ($r^2 = 0,819$, $p = 0,013$) (Figura 11). Entretanto, não foram encontradas correlações significativas entre a contagem de UFC/ml das amostras do manancial e amostras das torneiras, tanto nos empreendimentos com tratamento da água quanto naqueles sem tratamento (Tabela 5).

Figura 11: Gráfico de dispersão das contagens médias de coliformes totais para as amostras de água dos mananciais e das torneiras das queijarias, incluindo a curva de correlação para grupo formado por queijarias com (A) e sem (B) tratamento da água



Fonte: Elaborado pelo autor.

Considerando as contagens de microrganismos dos fermentos endógenos, foram encontradas correlações significativas entre a carga de coliformes totais e também de *E. coli* encontrada nas amostras das torneiras e nos fermentos (Tabela 5). Entretanto não foram verificadas associações entre as cargas de microrganismos dos fermentos e da água captada nos mananciais.

Tabela 5: Matriz de correlações entre contagens de microrganismos marcadores (coliformes totais e *E. coli*) estimadas entre as categorias de amostras, por presença ou ausência de tratamento da água.

Microrganismo indicador	Queijarias COM tratamento da água captada		Pingo	Água do manancial	Água da torneira
Coliformes	Pingo	Rho	—		
		gl	—		
		p-value	—		
	Água do manancial	Rho	-0.353	—	
		gl	16	—	
		p-value	0.151	—	
	Água da torneira	Rho	0.467	-0.272	—
		gl	16	16	—
		p-value	0.051	0.275	—
<i>E. coli</i>	Pingo	Rho	—		
		gl	—		
		p-value	—		
	Água do manancial	Rho	-0.494	—	
		gl	6	—	
		p-value	0.213	—	
	Água da torneira	Rho	0.786	0.819	—
		gl	6	6	—
		p-value	0.028	0.013	—
Microrganismo indicador	Queijarias SEM tratamento da água captada		Pingo	Água do manancial	Água da torneira
Coliformes	Pingo	Rho	—		
		gl	—		
		p-value	—		
	Água do manancial	Rho	-0.020	—	
		gl	16	—	
		p-value	0.937	—	
	Água da torneira	Rho	0.344	0.292	—
		gl	16	16	—
		p-value	0.162	0.240	—
<i>E. coli</i>	Pingo	Rho	—		
		gl	—		
		p-value	—		
	Água do manancial	Rho	-0.048	—	
		gl	6	—	
		p-value	0.910	—	
	Água da torneira	Rho	0.856	-0.048	—
		gl	6	6	—
		p-value	0.007	0.910	—

Fonte: Elaborado pelo autor.

Estes resultados demonstram a ligação direta entre as cargas de coliformes totais e de *E. coli* entre as amostras das torneiras e do pingo. Demonstram também que o tratamento da água é eficaz na redução de carga, ao mostrar a diferença de carga do manancial para a torneira, no caso dos empreendimentos que tratam a água e a semelhança naqueles que não tratam. Silva *et al.* (2018) demonstraram que cloração melhora a qualidade microbiológica da água, sem afetar a qualidade microbiológica do leite, o que reforça que a adoção da sanitização da água

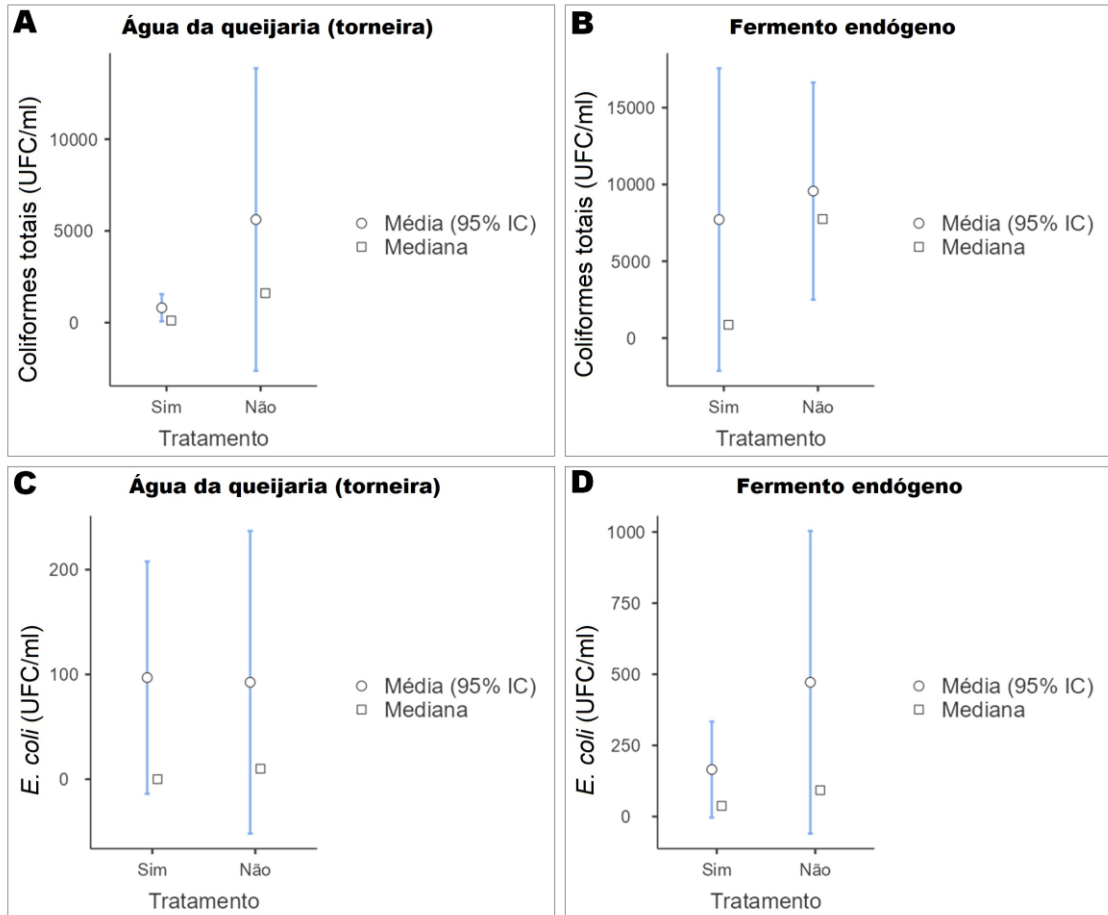
captada traz benefícios para a gestão do empreendimento. Entretanto, segundo Menezes *et al.* (2011), este é um processo que avança à medida que a percepção das populações rurais sobre a qualidade da água se aprimora.

Os testes comparativos de médias de contagens de microrganismos indicadores revelaram que empreendimentos que possuem sistemas de tratamento da água utilizada na queijaria apresentam menores cargas de coliformes totais na água amostrada na torneira das queijarias (p-valor do teste U = 0,008) (Figura 12). Entretanto, o mesmo padrão não foi verificado para as contagens de coliformes totais no fermento endógeno (p-valor do teste U = 0,36).

Por outro lado, não foram verificadas diferenças significativas entre os grupos (com ou sem tratamento de água) nas cargas de *E. coli*, tanto na água das torneiras (p-valor do teste U = 0,51) quanto nas amostras do fermento endógeno utilizado na produção dos queijos (p-valor do teste U = 0,40). No entanto, quando se comparou as cargas de microrganismos entre grupos de empreendimentos que utilizavam ou não água tratada para lavagem da sala de ordenha, foi verificado que os empreendimentos que não utilizavam água tratada na lavagem da sala de ordenha tinham maiores cargas de coliformes totais e de *E. coli* no fermento endógeno (p-valor do teste U de 0,007 e 0,034 para coliformes e *E. coli*, respectivamente).

Os resultados destacam a eficácia do tratamento da água ao mesmo tempo em que demonstra que outros fatores, além da água diretamente, influenciam na carga de coliformes totais do pingo. A adoção de tratamento de água não resolve todos os problemas de contaminação, embora ajude a diminuí-los. Boas práticas de manejo e de produção devem ser adotadas em paralelo. Neste sentido, a inspeção, a extensão e o governo municipal, em colaboração com instituições de educação e pesquisa, são essenciais para a detecção das causas e a possível correção.

Figura 12: Contagens de coliformes totais e *E. coli* em mananciais vinculados a empreendimentos com e sem sistemas de tratamento de água, avaliadas em amostras de água utilizada nas queijarias (A e C) e amostras do fermento endógeno



Fonte: Elaborado pelo autor.

5 CONCLUSÃO

Neste trabalho também foi verificado o efeito do uso de água tratada por cloração na carga dos microrganismos indicadores tanto na água utilizada na queijaria quanto no fermento endógeno utilizado na produção. Além disso, verificou-se que empreendimentos que não utilizam água tratada na lavagem da sala de ordenha apresentaram maiores cargas de *E. coli* no fermento endógeno. Considera-se que os resultados deste trabalho corroboraram as premissas estabelecidas e destacam a necessidade dos produtores do Queijo Canastra compreenderem que seus empreendimentos rurais são ecossistemas, nos quais cada estratégia adotada na gestão de sua propriedade rural pode ter impacto na sua atividade fim, que é a produção do Queijo Canastra.

REFERÊNCIAS

- AARESTRUP, Frank M.; WEGENER, Henrik C.; COLLIGNON, Peter. Resistance in bacteria of the food chain: epidemiology and control strategies. **Expert review of anti-infective therapy**, v. 6, n. 5, p. 733-750, 2008.
- AHMED, Warish; NELLER, Ron; KATOULI, Mohammad. Evidence of septic system failure determined by a bacterial biochemical fingerprinting method. **Journal of Applied Microbiology**, v. 98, n. 4, p. 910-920, 2005.
- AKINBOWALE, Olasumbo L.; PENG, H.; BARTON, M. D. Diversity of tetracycline resistance genes in bacteria from aquaculture sources in Australia. **Journal of applied microbiology**, v. 103, n. 5, p. 2016-2025, 2007.
- AMARAL, Luiz Augusto do *et al.* Drinking water in rural farms as a risk factor to human health. **Revista de saúde pública**, v. 37, p. 510-514, 2003.
- ANDRADE, C. R. **Diagnóstico da qualidade microbiológica de Queijo Serra da Canastra e caracterização de bactérias do gênero Enterococcus**. 2009. 112p. Dissertação (Mestre em Tecnologia de Alimentos) - Faculdade de Engenharia de Alimentos da Universidade Estadual de Campinas.
- ARAÚJO, Glauco Fernando Ribeiro de *et al.* **Qualidade físico-química e microbiológica da água para o consumo humano e a relação com a saúde**: estudo em uma comunidade rural no estado de São Paulo. *Mundo saúde* (Impr.), p. 98-104, 2011.
- ASHBOLT, Nicholas John. Microbial contamination of drinking water and disease outcomes in developing regions. **Toxicology**, v. 198, n. 1-3, p. 229-238, 2004.
- BACKES, M. A.; MAZON, F. S. Gestão de empresas familiares: sustentabilidade, crescimento e sucessão. **Perspectiva**, Erechim. v.36, n.134, p.137-150, junho/2012
- BARELLA, W.; PETRERE JR., M.; SMITH, W. S.; MONTAG, L. F. A. As relações entre as matas ciliares, os rios e os peixes. In: RODRIGUES, R. R. e LEITÃO FILHO, H. F. **Matas ciliares**: Conservação e recuperação. EDUSP, 2ª ed., São Paulo, p.187-207, 2001.
- BAUDRON, Frédéric; GILLER, Ken E. Agriculture and nature: trouble and strife?. **Biological Conservation**, v. 170, p. 232-245, 2014.
- BOERLIN, Patrick *et al.* Antimicrobial resistance and virulence genes of *Escherichia coli* isolates from swine in Ontario. **Appl. Environ. Microbiol.**, v. 71, n. 11, p. 6753-6761, 2005.
- BOERLIN, Patrick. Molecular epidemiology of antimicrobial resistance in veterinary medicine: where do we go?. **Animal health research reviews**, v. 5, n. 1, p. 95-102, 2004.
- BRAGATO, Mirele *et al.* A água e a saúde no meio rural. Educação ambiental nas escolas. **Expressa Extensão**, v. 23, n. 1, p. 74-82, 2018.

BRASIL. **Decreto nº 7.127**, de 21 de Junho de 2010. Regulamenta a Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007, que estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico, e dá outras providências.

BRENNER, D. J. & FARMER III, J. J. Family of Enterobacteriaceae. In: BRENNER, D. J.; KRIERG, N. R. & STALEY, J. T. (Eds), **Bergey's Manual of Systematic Bacteriology**. Ed. 2, v. 2, p. 587-607, 2005.

CASTRO, R. D., OLIVEIRA, F. M., SANT'ANNA, L. M. P., LUIZ, S. H. C., *et al.* Lactic acid microbiota identification in water, raw milk, endogenous starter culture, and fresh Minas artisanal cheese from the Campo das Vertentes region of Brazil during the dry and rainy seasons. **Journal of dairy science**, v. 99, n. 8, p. 6086-6096, 2016.

DA ROSA, Clarissa Alves; FERNANDES-FERREIRA, Hugo; ALVES, Rômulo Romeu Nóbrega. O manejo do javali (*Sus scrofa* Linnaeus 1758) no Brasil: implicações científicas, legais e éticas das técnicas letais de controle de uma espécie exótica invasora. **Biodiversidade Brasileira**, v. 8, n. 2, p. 267-284, 2018.

DA SILVA, Mônica Maria Pereira *et al.* Educação Ambiental para o uso sustentável de água de cisternas em comunidades rurais da Paraíba. **Revista de biologia e ciências da terra**, n. 1, p. 122-136, 2006.

DECKERT, A. *et al.* Canadian integrated program for antimicrobial resistance surveillance (CIPARS) farm program: results from finisher pig surveillance. **Zoonoses and public health**, v. 57, p. 71-84, 2010.

DJORDJEVIC, Steven P. *et al.* Serotypes and virulence gene profiles of Shiga toxin-producing *Escherichia coli* strains isolated from feces of pasture-fed and lot-fed sheep. **Appl. Environ. Microbiol.**, v. 70, n. 7, p. 3910-3917, 2004.

DAS DORES, Milene Therezinha; FERREIRA, Célia Lucia de Lucas Fortes. Queijo minas artesanal, tradição centenária: ameaças e desafios. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável**, 2012.

DORES, M. T.; NOBREGA, J. E.; FERREIRA, C. L. F. Room temperature aging to guarantee microbiological safety of brazilian artisan Canastra cheese. **Food Science and Technology**, Campinas, v. 33, n.1, p. 180-185, Jan/Mar. 2013.

DORES, M. T. **Queijo Minas Artesanal da Canastra maturado a temperatura ambiente e sob refrigeração**. 2007. 103p. Dissertação (Magister Scientiae em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal de Viçosa.

DOS SANTOS, J. L. Uso e manejo da cloração de água na atividade pecuária. In: **Simpósio de Produção Animal e Recursos hídricos**. Anais...Concórdia, SC, 2010.

FAEMG - Federação da Agricultura e Pecuária do Estado de Minas Gerais. **Recordistas no cadastro de produtores do Queijo Minas Artesanal**. Disponível em: <http://www.sistemafaemg.org.br/Noticia.aspx?Code=2907&Portal=1&PortalNews=1&ParentCode=139&ParentPath=None&ContentVersion=R>. Acesso em: 10 ago. 2023.

FALAGAS, Matthew E.; GORBACH, Sherwood L. Practice guidelines: urinary tract infections. **Infectious Diseases in Clinical Practice**, v. 4, n. 4, p. 241-257, 1995.

FALAVINHA, Gabriela; DEGENHARDT, Roberto. Qualidade microbiológica da água de nascentes e poços da Comunidade de Barro Branco, Capinzal, SC. **Unoesc & Ciência-ACBS**, Joaçaba, v. 5, n. 2, p. 209-216, 2014.

FERREIRA, R. M.; SPINI, J. C. M.; CARRAZZA, L. G.; SANT'ANA, D. S.; *et al.* Quantificação de coliformes totais e termotolerantes em queijo Minas Frescal artesanal. *Pubvet*, p. 1019-1026, 2011.

FOX, P. F. Cheese: chemistry, physics and microbiology. General aspects, London U. K. Chapman e Hall, v. 1, ed. 2, p. 601, 1993.

FRANCO, B. D. G. M.; LANDGRAF, M. **Microbiologia dos alimentos**. 3. ed. São Paulo: Atheneu, 196p, 2008.

FREITAS, B. *et al.* Qualidade físico-química e microbiológica da água de consumo humano e animal do Brasil: análise sistemática. **Revista Caderno Pedagógico**, v. 14, n. 1, 2017.

SCHNEIDER, Sérgio; GAZOLLA, Marcio. Conhecimentos, produção de novidades e transições sociotécnicas nas agroindústrias familiares. **Organizações Rurais & Agroindustriais**, v. 17, n. 2, p. 179-194, 2015.

GILMORE, Michael S.; FERRETTI, Joseph J. The thin line between gut commensal and pathogen. **Science**, v. 299, n. 5615, p. 1999-2002, 2003.

GREGHI, S. Q. **Avaliação da eficiência de métodos rápidos usados para detecção de coliforme totais e coliforme fecais em amostras de água, em comparação com a técnica de fermentação em tubos múltiplos**. Araraquara: UNESP. 2005. 104 p. Dissertação de mestrado em Alimentos e Nutrição, Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho”.

GUERRA, M. G.; GALVÃO JÚNIOR, J. G. B.; RANGEL, A. H. N.; ARAÚJO, V. M.; *et al.* Disponibilidade e qualidade da água na produção de leite. **Acta Veterinaria Brasilica**, v. 5, n. 3, p. 230-235, 2011.

GUERRA, Beatriz *et al.* Characterization of a self-transferable plasmid from Salmonella enterica serotype Typhimurium clinical isolates carrying two integron-borne gene cassettes together with virulence and drug resistance genes. **Antimicrobial agents and chemotherapy**, v. 46, n. 9, p. 2977-2981, 2002.

GUERREIRO, P. K.; MACHADO, M. R. F.; BRAGA, G. C.; GASPARINO, E.; FRANZENER, A. S. M. Qualidade microbiológica de leite em função de técnicas profiláticas no manejo de produção. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 29, n. 1, p. 216-222, 2005.

ISHII, Nobuyoshi *et al.* Multiple high-throughput analyses monitor the response of E. coli to perturbations. **Science**, v. 316, n. 5824, p. 593-597, 2007.

IVERSEN, Aina *et al.* Evidence for transmission between humans and the environment of a nosocomial strain of *Enterococcus faecium*. **Environmental Microbiology**, v. 6, n. 1, p. 55-59, 2004.

JACOBS, Liezl; CHENIA, Hafizah Y. Characterization of integrons and tetracycline resistance determinants in *Aeromonas* spp. isolated from South African aquaculture systems. **International journal of food microbiology**, v. 114, n. 3, p. 295-306, 2007.

JOHNSON, James R.; STELL, Adam L. Extended virulence genotypes of *Escherichia coli* strains from patients with urosepsis in relation to phylogeny and host compromise. **The Journal of infectious diseases**, v. 181, n. 1, p. 261-272, 2000.

JONES, Chance E. *et al.* Persistence of bacterial pathogens, antibiotic resistance genes, and enterococci in tidal creek tributaries. **Environmental pollution**, v. 240, p. 875-883, 2018.

JÚNIOR, Bruno Ricardo de Castro Leite *et al.* Aplicação das boas práticas agropecuárias no processo de ordenha em uma propriedade rural do município de Rio Pomba, Minas Gerais. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, v. 66, n. 380, p. 31-39, 2011.

KAPER, James B.; NATARO, James P.; MOBLEY, Harry LT. Pathogenic *Escherichia coli*. **Nature reviews microbiology**, v. 2, n. 2, p. 123-140, 2004.

KEMPER, Nicole. Veterinary antibiotics in the aquatic and terrestrial environment. **Ecological indicators**, v. 8, n. 1, p. 1-13, 2008.

KIM, Shin-Hee *et al.* Multidrug-resistant *Klebsiella pneumoniae* isolated from farm environments and retail products in Oklahoma. **Journal of food protection**, v. 68, n. 10, p. 2022-2029, 2005.

KUHNERT, Peter; BOERLIN, Patrick; FREY, Joachim. Target genes for virulence assessment of *Escherichia coli* isolates from water, food and the environment. **FEMS microbiology reviews**, v. 24, n. 1, p. 107-117, 2000.

LACERDA, L. M.; MOTA, R. A.; SENA, M. J. Qualidade microbiológica da água utilizada em fazendas leiteiras para limpeza das tetas de vacas e equipamentos leiteiros em três municípios do Estado do Maranhão. **Arquivo do Instituto Biológico**, n. 76, v. 4, 2009.

LANZ, Roland; KUHNERT, Peter; BOERLIN, Patrick. Antimicrobial resistance and resistance gene determinants in clinical *Escherichia coli* from different animal species in Switzerland. **Veterinary microbiology**, v. 91, n. 1, p. 73-84, 2003.

LEITE, M.O.; PINHEIRO, A.J.R.; CHAVES, A.H. *et al.* Isolamento e identificação de bactérias lácticas de soro de queijo da região do Serro, Minas Gerais. In: **Congresso Nacional de Laticínios**, 13. Anais... Juiz de Fora: Instituto Cândido Tostes, p.121-125, 1995.

LEVINE, Myron M. *Escherichia coli* that cause diarrhea: enterotoxigenic, enteropathogenic, enteroinvasive, enterohemorrhagic, and enteroadherent. **Journal of Infectious Disease**, v.155, p. 377-389, 1987.

LINHARES, JULIA COSATI; LANDIN, ANA PAULA MIGUEL; RIBEIRO, LARYSSA FREITAS. Avaliação das Boas Práticas Agropecuárias (BPA's) na ordenha em relação à qualidade do leite. **Revista GeTeC**, v. 10, n. 32, 2021.

LOBO, Gustavo Dantas. **O javali (*Sus scrofa*) no Brasil: controle, prevenção e impactos econômicos**. 2022. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

LÓPEZ-ARCHILLA, Ana Isabel; MARÍN, Il; AMILS, R. Microbial community composition and ecology of an acidic aquatic environment: the Tinto River, Spain. **Microbial ecology**, v. 41, n. 1, p. 20-35, 2001.

LUCAS, A. S.; CARVALHO, C. M.; CRUZ, R. C.; BORBA, M. F. Diagnóstico do uso de nascentes como fonte de abastecimento de água pela pecuária familiar no território do Alto Camaquã, RS. In: Embrapa Pecuária Sul-Artigo em anais de congresso. In: **Seminário Brasileiro de Gestão Ambiental na Agropecuária**, 4., 2014, Bento Gonçalves. Anais... Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2014.

MARA, Duncan; HORAN, Nigel J. (Ed.). **Handbook of water and wastewater microbiology**. Elsevier, 2003.

MARTINS, J.M.; GALINARI, E.; PIMENTEL-FILHO, N.J.; RIBEIRO JR., J.I.; FURTADO, M.M.; FERREIRA, C.L.L.F. Determining the minimum ripening time of artisanal Minas cheese, a traditional Brazilian cheese. **Brazilian Journal of Microbiology**, v. 46, n.1, p.219-230, 2015.

MATA, G. M. S. C.; MARTINS, E.; MACHADO, S. G.; PINTO, M. S.; CARVALHO, A. F.; VANETTI, M. C. D. Performance of two alternative methods for *Listeria* detection throughout Serro Minas cheese ripening. **Brazilian Journal of Microbiology**, v. 47, p. 749-756, 2016.

MATOS, Lisiane Moreira *et al.* Avaliação da qualidade microbiológica do leite após aplicação de boas práticas agropecuárias. **Higiene Alimentar**, v. 31, n. 270-271, p. 114-118, 2017.

MENEZES, M. F. C.; SIMEONI, C. P.; ETCHEPARE, M. A.; HUERTA, K.; BORTOLUZZI, D. P.; MENEZES, C. R. Microbiota e conservação do leite. **Revista Eletronica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental – REGET**, v. 18. p. 76-89, 2014.

MENEZES, João Paulo Cunha; BERTOSI, Ana Paula Almeida. Percepção ambiental dos produtores agrícolas e qualidade da água em propriedades rurais. **REMEA-Revista Eletrônica do Mestrado em Educação Ambiental**, v. 27, 2011.

MINAS GERAIS. **Lei no 20.549**, de 18 de dezembro de 2012. Dispõe sobre a produção e a comercialização dos queijos artesanais de Minas Gerais. Minas Gerais, Belo Horizonte, 19 dez. 2012. Diário do Executivo, p. 1.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Portaria n. 2914**, de 12 de dezembro de 2011. Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade.

MIOR, Luiz Carlos. **Agricultores familiares, agroindústrias e redes de desenvolvimento rural**. Argos, 2005.

MONTEL, M. C.; BUCHIN S.; MALLET A.; DELBES-PAUS C.; VUITTON D.A.; DESMASURES, N.; BERTHIER, F. Traditional cheeses: Rich and diverse microbiota with associated benefits. **International Journal of Food Microbiology**, v. 177, p. 136-154, 2014.

MOURA, Alexandra *et al.* Prevalence and characterization of integrons from bacteria isolated from a slaughterhouse wastewater treatment plant. **Journal of Antimicrobial Chemotherapy**, v. 60, n. 6, p. 1243-1250, 2007.

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

OBI, C. L. *et al.* Gene encoding virulence markers among Escherichia coli isolates from diarrhoeic stool samples and river sources in rural Venda communities of South Africa. **Water SA**, v. 30, n. 1, p. 37-42, 2004.

OKURA, M. H. **Avaliação microbiológica de queijos tipo minas frescal comercializados na região do triângulo mineiro**. 2010. 146p. Tese (Doutorado em Microbiologia Agropecuária) – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinária – Jaboticabal.

OLIVEIRA, Marilene Souza *et al.* Avaliação da qualidade físico-química e microbiológica das águas utilizadas pelos animais do Parque Municipal da Matinha, Itapetinga, Bahia, Brasil. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 3, p. e11911326481-e11911326481, 2022.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. **Objetivos de Desenvolvimento Sustentável: 2** – água potável e saneamento. S.d. Disponível em: brasil.un.org/pt-br/sdgs/2. Acesso em: 10 ago. 2023.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. **Objetivos de Desenvolvimento Sustentável: 6** – fome zero e agricultura sustentável. S.d. Disponível em: brasil.un.org/pt-br/sdgs/6. Acesso em: 10 ago. 2023.

PATON, Adrienne W.; PATON, James C. Direct detection and characterization of Shiga toxin-producing Escherichia coli by multiplex PCR for stx1, stx2, eae, ehxA, and saa. **Journal of clinical microbiology**, v. 40, n. 1, p. 271-274, 2002.

PERIN, L. M.; SARDARO, M. L. S.; NERO, L. A.; NEVIANI, E. N.; GATTI, M. Bacterial ecology of artisanal Minas cheese assessed by culture-dependent and -independent methods. **Food Microbiology**, v.65, p.160-169, 2017.

PICCOLI, Andrezza de Souza *et al.* A Educação Ambiental como estratégia de mobilização social para o enfrentamento da escassez de água. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 21, p. 797-808, 2016.

QADRI, Firdausi *et al.* Enterotoxigenic Escherichia coli in developing countries: epidemiology, microbiology, clinical features, treatment, and prevention. **Clinical microbiology reviews**, v. 18, n. 3, p. 465-483, 2005.

RADA, Nicholas. Assessing Brazil's Cerrado agricultural miracle. **Food Policy**, v. 38, p. 146-155, 2013.

RADOSTITS, O.M., LESLIE, K.E., FETROW, J. **Herd Health** – Food Animal Production Medicine. Philadelphia: Saunders, 1994. 631p.

RESENDE, M. F. S. **Queijo minas artesanal da serra da canastra**: influência da altitude e do nível de cadastramento das queijarias nas características físico-químicas e microbiológicas. 2010. 72p. Dissertação (Mestre em Ciência Animal) - Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG.

RIBEIRO, A. R.; SILVA, J. A. B.; GARINO JUNIOR, F.; COSTA, E. O. Análise microbiológica da qualidade da água utilizada na ordenha em propriedades leiteiras do Estado de São Paulo e Minas Gerais. **Napgama**, v. 3, n. 3, p. 3-6, 2000.

ROCHA, C. M. B. M. D.; RODRIGUES, L. D. S.; COSTA, C. C.; OLIVEIRA, P. R. D.; *et al.* Avaliação da qualidade da água e percepção higiênico-sanitária na área rural de Lavras, Minas Gerais, Brasil, 1999-2000. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 22, p. 1967-1978, 2006.

RODRÍGUEZ, César *et al.* Lettuce for human consumption collected in Costa Rica contains complex communities of culturable oxytetracycline-and gentamicin-resistant bacteria. **Appl. Environ. Microbiol.**, v. 72, n. 9, p. 5870-5876, 2006.

SALES, G. A. **Caracterização microbiológica e físico-química de Queijo Minas Artesanal da microrregião de Araxá-MG durante a maturação em diferentes épocas do ano**. Belo Horizonte: UFMG. 2015. 107 p. Dissertação de Mestrado em Ciência Animal, Universidade Federal de Minas Gerais.

SARAIVA, C. B.; MAGALHÃES, F. A. R.; MOREIRA, V. E.; BARROS, S. O. Aspectos ambientais da produção do queijo Minas artesanal. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, n. 388, p. 41-47, 2012.

SANO, Edson E. *et al.* Cerrado ecoregions: A spatial framework to assess and prioritize Brazilian savanna environmental diversity for conservation. **Journal of environmental management**, v. 232, p. 818-828, 2019.

SANT'HELENA, Amanda. Análise microbiológica da água em Curitiba-SC e sua ligação com fatores sócio-ambientais. **Revista Interdisciplinar de Estudos em Saúde**, p. 15-20, 2019.

SCHULER, Azeneth Eufrausino *et al.* Serviços ambientais hídricos. **Embrapa Solos-Capítulo em livro técnico (INFOTECA-E)**, 2017.

SILVA, C. G. *et al.* Influência da sanificação da água e das práticas de ordenha na qualidade do leite. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 70, p. 615-622, 2018.

SILVA, G.; DUTRA, P. R. S.; CADIMA, I. M. **Higiene na indústria de alimentos**. 2016. Disponível em:
< http://proedu.rnp.br/bitstream/handle/123456789/361/Higiene_Ind_Alum.pdf?sequence=1>.

SILVA, N.; JUNQUEIRA, V. C. A.; SILVEIRA, N. F.; TANIWAKI, M. H.; SANTOS, R. F. S.; GOMES, R. A. R.; OKAZAKI, M. M. **Manual de Métodos de Análises Microbiológicas de Alimentos**. 3. ed. São Paulo- Sp: Livraria Varela Ltda., 2007.

SOBRAL, D.; COSTA, R. G. B.; JACINTO DE PAULA, J. C.; TEODORO, V. A. M.; GISELA DE MAGALHÃES MACHADO MOREIRA, G. M. M.; PINTO, M. S. Principais defeitos em queijo Minas artesanal: Uma Revisão. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, v. 72, n. 2, p. 108-120, 2017.

SOARES, Juliane Alessandra Cavalieri *et al.* Efeitos antrópicos sobre a qualidade dos sedimentos do rio Toledo (PR, Brasil): análises físico-químicas e ecotoxicológicas. 2017.

STRASSBURG, Bernardo BN *et al.* Moment of truth for the Cerrado hotspot. **Nature Ecology & Evolution**, v. 1, n. 4, p. 0099, 2017.

SUTTI, Bruno Otero *et al.* Nitrogênio e matéria orgânica em dois rios com diferentes graus de impactos no sistema estuarino de Santos (São Paulo, Brasil). **Brazilian Journal of Aquatic Science and Technology**, v. 20, n. 1, p. 93-104, 2016.

TAKAHASHI, H.; SAITO, R.; MIYA, S.; TANAKA, Y.; MIYAMURA, N.; KUDA, T.; KIMURA, B. Development of quantitative real-time PCR for detection and enumeration of *Enterobacteriaceae*. **International Journal of Food Microbiology**, v.246, p.92-97, 2017.

THE JAMOVI PROJECT (2022). JAMOVI. (Version 2.3) [Computer Software]. Retrieved from <https://www.jamovi.org>.

the US Food and Drug Administration designed to control antimicrobial resistance in foodborne pathogens. **Microbial Food Safety in Animal Agriculture: Current Topics**, p. 57, 2008.

TORNADIJO, M. E.; GARCÍA, M.C.; FRESNO, J. M.; CARBALLO, J. Study of *Enterobacteriaceae* during the manufacture and ripening of San Simòn cheese. **Food Microbiology**, v. 18, p. 499-509, 2001.

TORRES, C. P. **Caracterização da atividade leiteira de escala comercial no município de campo largo – PR**. 2014. 93p. Trabalho de Conclusão do Curso de Graduação em Zootecnia da Universidade Federal do Paraná – Curitiba.

VANETTI, M.C.D.; PINTO, U.M. Bactérias patogênicas em leite e produtos lácteos. p.181-206. In: Pinto *et al.* **Qualidade Microbiológica do leite cru**. Viçosa, MG: EPAMIG, 2013. 272p.

ZHANG, Xu-Xiang; ZHANG, Tong; FANG, Herbert HP. Antibiotic resistance genes in water environment. **Applied microbiology and biotechnology**, v. 82, n. 3, p. 397-414, 2009.

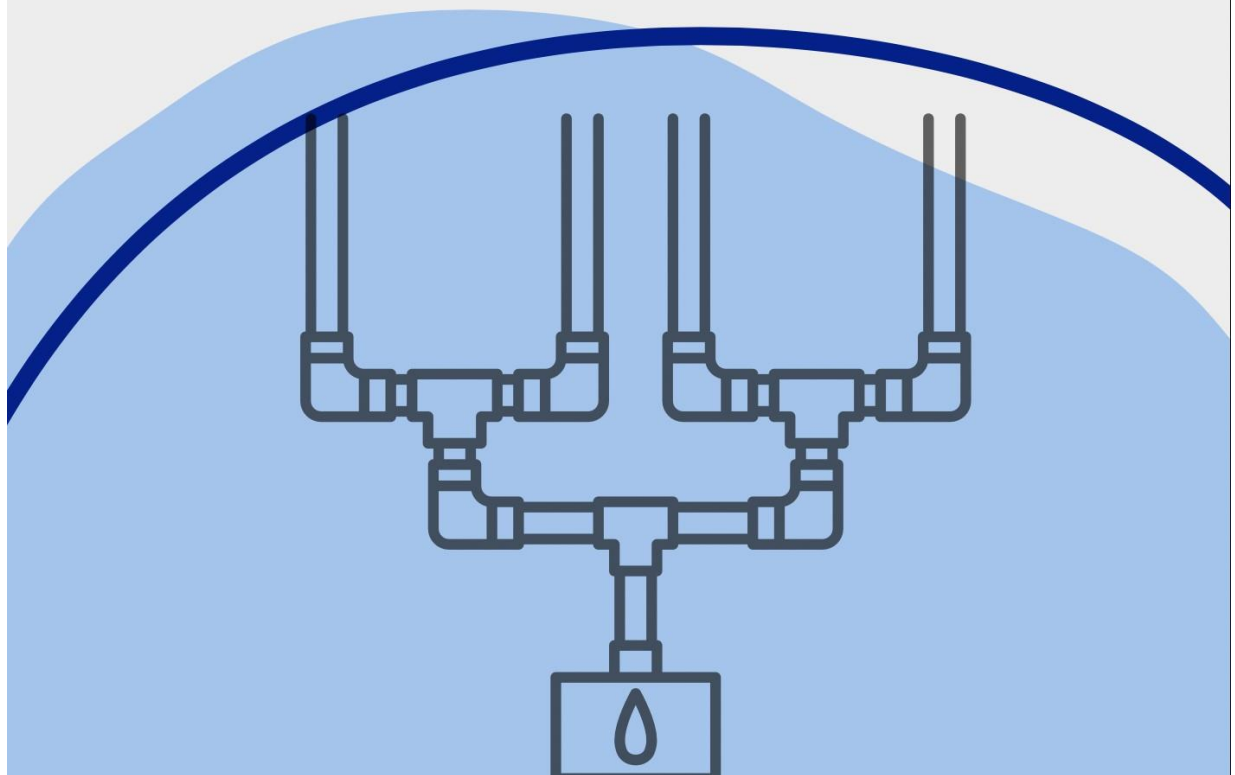
ZINN, Y.L.; LAL, R. **Principles of Soil Management in Neotropical Savannas The Brazilian Cerrado**. In Principles of Sustainable Soil Management in Agroecosystems. R. Lal and B. A. Stewart. CRC Press, Boca Raton. USA, 2013.

APÊNDICES



SISTEMA SIMPLES DE CLORAÇÃO DE ÁGUA COM FIXADOR DE DOSAGEM

Autor: Leôncio Jânio Silva Diamante
Orientador: Dr. Gustavo Augusto Lacorte
Colaborador: Marcos Gonçalves da Costa



FICHA TÉCNICA PARA A PRODUÇÃO TÉCNICA E TECNOLÓGICA

2023. MESTRADO PROFISSIONAL EM SUSTENTABILIDADE E TECNOLOGIA AMBIENTAL (MPSTA) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais (IFMG)

Não há direitos reservados. A reprodução está autorizada, no todo ou em parte, desde que a obra original seja devidamente referenciada.

INFORMAÇÕES E CONTATOS

IFMG/BAMBUÍ – Fazenda Varginha – Rodovia Bambuí/Medeiros – Km 05

Caixa Postal 05 – Bambuí – MG - 38900-000 - www.bambui.ifmg.edu.br

REITOR DO IFMG - Kléber Gonçalves Glória

PRÓ-REITOR DE PESQUISA, INOVAÇÃO E PÓS-GRADUAÇÃO

Fernando Gomes Braga

DIRETOR GERAL DO IFMG – BAMBUÍ - Rafael Bastos Teixeira

COORDENADOR DO MPSTA – BAMBUÍ - Gustavo Augusto Lacorte

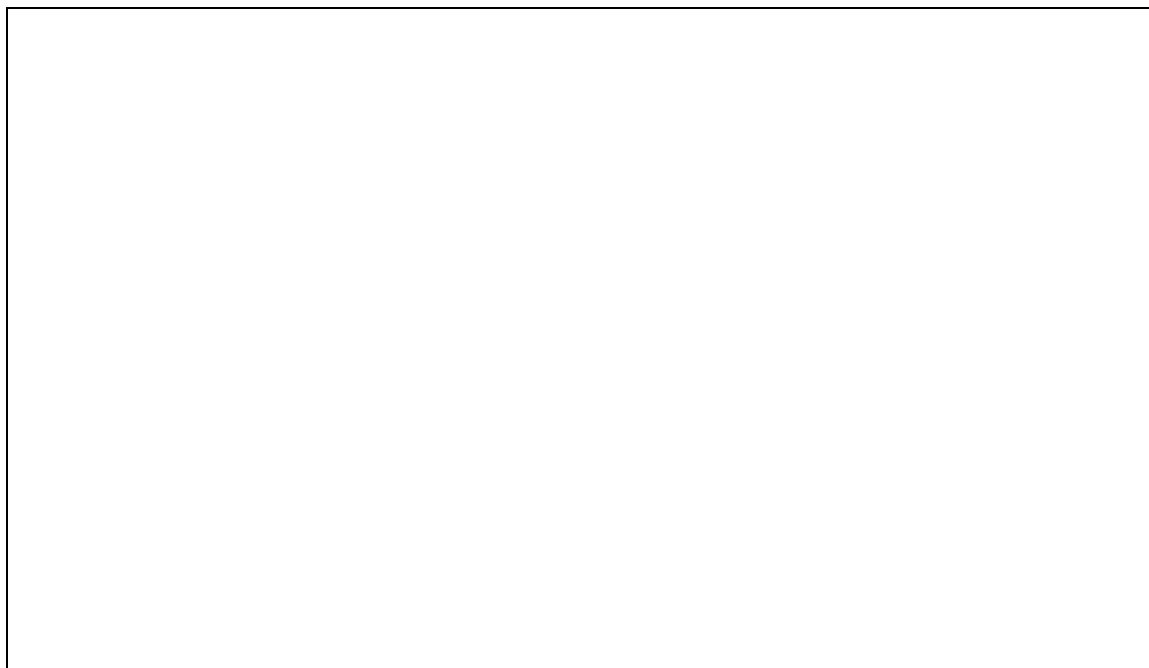
AUTORES

LEÔNICIO JÂNIO SILVA DIAMANTE (aluno)

Prof. Dr. Gustavo Augusto Lacorte (orientador)

IMAGENS

Catálogo - Fonte Biblioteca IFMG - Campus Bambuí



PRODUÇÃO TÉCNICA E TECNOLÓGICA - PTT

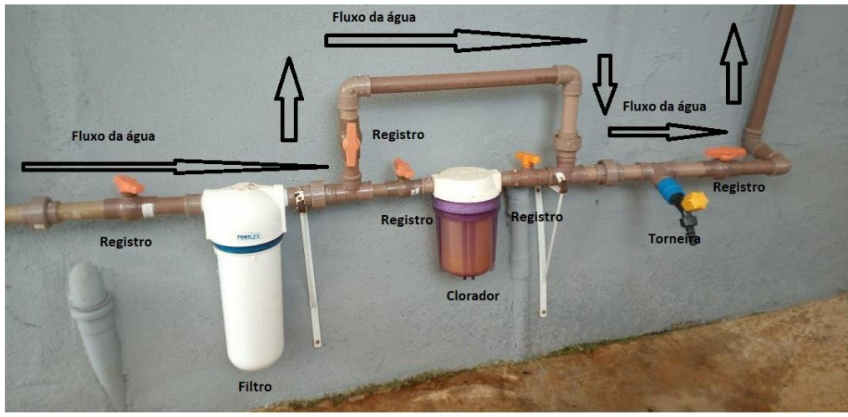
A Produção Técnica e Tecnológica (PTT) proposta neste trabalho constitui em um procedimento operacional padrão para instalação de um sistema de filtragem e cloração da água a ser utilizada nos empreendimentos rurais, que produzem o Queijo Canastra, mas que também possa ser utilizado por outros produtores rurais com o mesmo perfil de empreendimento que os estudados aqui.

O produto oferecido é um sistema de filtragem e tratamento por cloração da água que será utilizada nas queijarias e salas de ordenha, de forma prática e de baixo custo, com o intuito de que seja realmente utilizado e incorpore-se ao processo de fabricação artesanal do queijo de leite cru da Serra da Canastra, em São Roque de Minas/MG, podendo estender-se a qualquer lugar que se pretenda purificar a água.

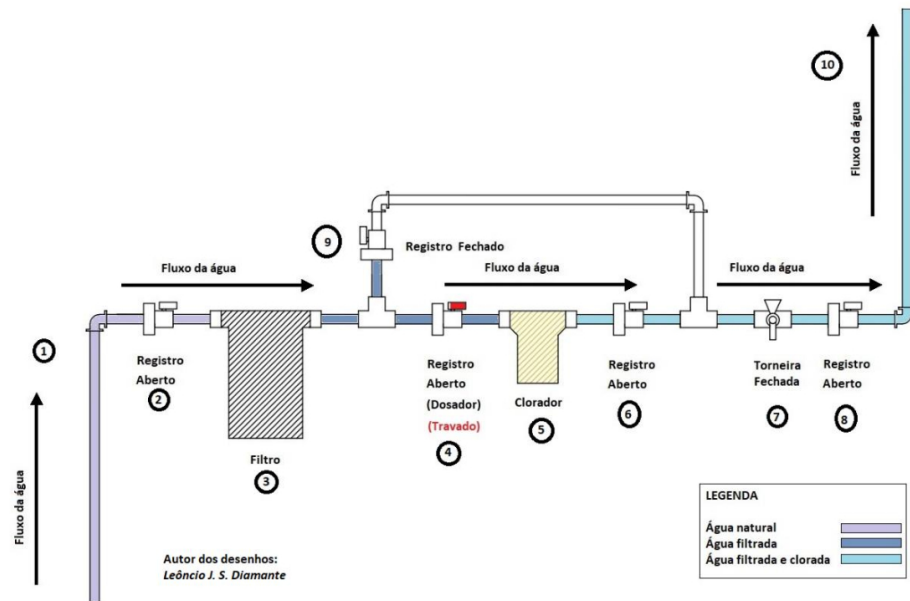
Os materiais utilizados na confecção desse sistema podem ser facilmente adquiridos em lojas de material para construção, de material para piscinas e até pela internet. São canos, registros, torneiras, Tês, juntas, curvas, filtros de uso muito comum e que, quando montados de forma ordenada, deverão proporcionar um tratamento eficaz da água, ao mesmo tempo em que não se tornará uma tarefa penosa ou custosa ao produtor e, praticamente, nada interferirá na rotina diária da fabricação do queijo.

Algumas queijarias já utilizam algum tipo de clorador, outras ainda não. Aquelas que utilizam, queixam-se de como é trabalhoso medir o cloro em todos os momentos que desviam a água para outra função.

Baseado nos sistemas existentes e nas queixas dos produtores, chegou-se a um sistema que funciona de forma prática e tem custo acessível.

Logo da empresa	Procedimento Operacional Padrão		Versão:
Nº do procedimento:			
Procedimento:	Montagem de sistema de tratamento de água, para uso em plantas de produção do Queijo Canastra		
Objetivo do procedimento:	Tratamento de água superficial, para uso em microindústria de alimentos (Queijo Minas Artesanal Canastra)		
Materiais necessários	Descrição do item	Quantidade	
	Registro esfera soldável com união 25 mm	3	
	Adaptador curto soldável SR 25 mm x 3/4 polegadas	3	
	Adaptador curto soldável SR 20 mm x 3/4 polegadas	2	
	Registro esfera soldável com união 20 mm	2	
	Tê soldável 25 mm	1	
	Joelho em 90° soldável	2	
	Bucha de redução soldável curta 25x20	2	
	Luva SR Bucha Latão 25 mm x 1/2 polegada - redução	1	
	Torneira 1/2 - 3/4 polegadas	1	
	Carça para dosador de cloro com chave	1	
	Filtro de água 25 micras – padrão Bakof	1	
	Hipoclorito para sistema de tratamento de água em pastilhas	7	
	Tubo soldável em PVC 25 mm	1 m	
	Tubo soldável em PVC 20 mm	1 m	
	Cola para PVC	75 g	
	Lixa d'água 120 gr	1	
Fita veda rosca 25 mm x 18 mm	1		
Teste para medição de teor de hipoclorito (teste de piscina)	1		
Processo:	Visão geral do sistema: 		

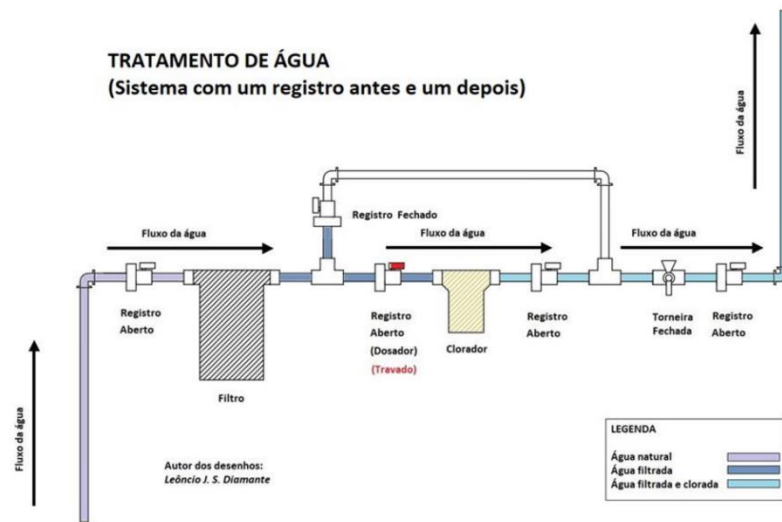
Mapa do processo de montagem:



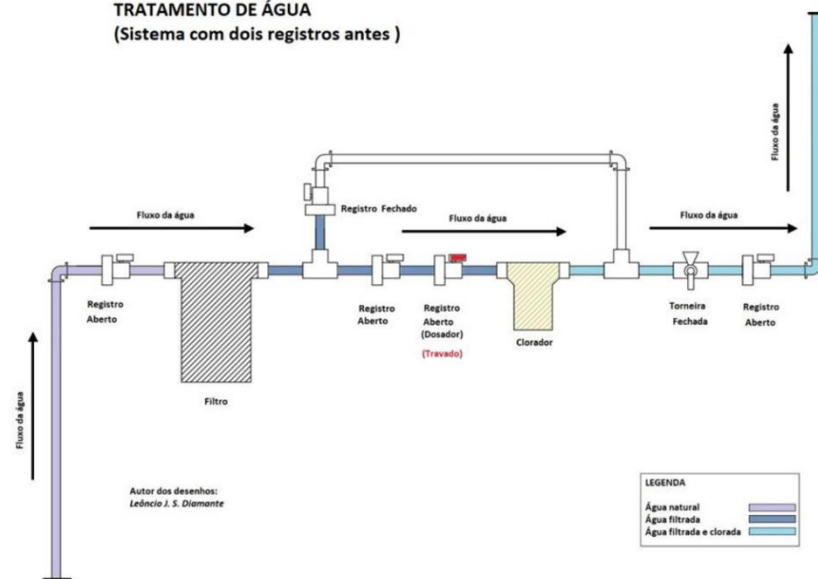
1. A água chega do manancial pelo encanamento
2. Primeiro Registro
3. A água é filtrada
4. Segundo Registro (Registro dosador) – Esse registro ficará com sua abertura fixada (travado), depois que for estabelecida a abertura suficiente para uma cloração eficaz.
5. A água é clorada
6. Registro pós clorador – Esse registro será fechado quando se desejar desviar a água (neste caso será aberto o registro 9)
7. Torneira – Essa torneira será usada quando for regular o registro 4 e é através dela que será medido o teor de cloro da água.
8. Último registro – libera a água para o consumo 10.
9. Registro do desvio do clorador.
10. Fluxo da água para o consumo.

Mapa do sistema em sistema de tratamento da água (filtração e tratamento químico por cloração)

TRATAMENTO DE ÁGUA (Sistema com um registro antes e um depois)

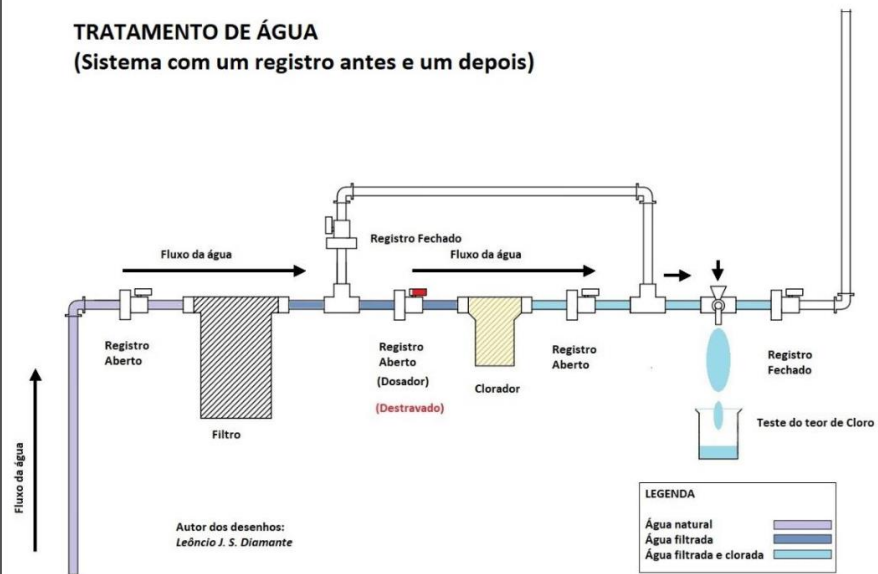


TRATAMENTO DE ÁGUA (Sistema com dois registros antes)

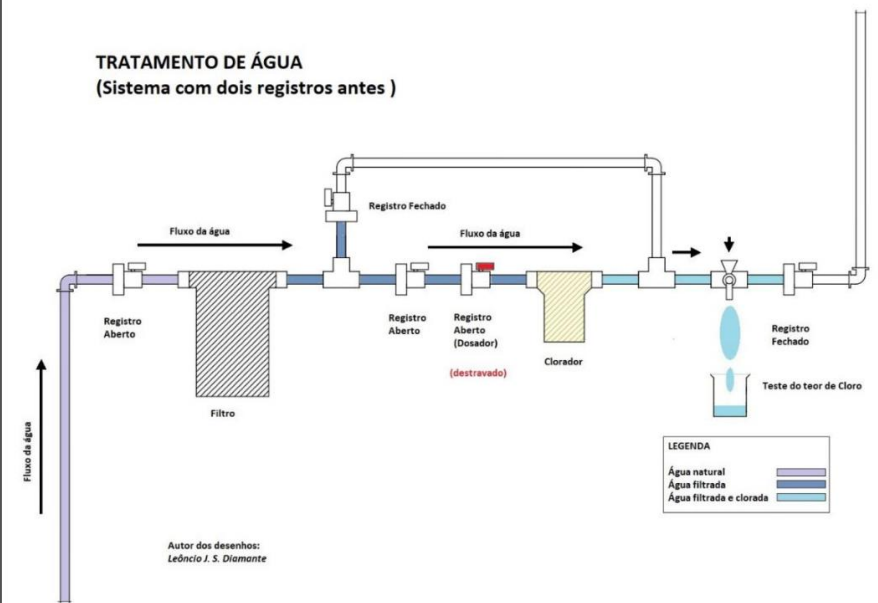


Sistema em fase de teste de teor de cloro

TRATAMENTO DE ÁGUA (Sistema com um registro antes e um depois)



TRATAMENTO DE ÁGUA (Sistema com dois registros antes)



<p>Cuidados especiais:</p>	<p>O ponto alto desse sistema é a fixação do Registro 4 (Registro dosador). Essa fixação é bastante simples, bastando que seja retirada o volante (“borboleta”) do registro, para que a regulagem não precise ser feita toda vez que precisar desviar e retornar a água. Neste caso, o desvio será feito através dos registros 6 e 9.</p> <div data-bbox="778 421 1082 573" data-label="Image"> </div> <p>(Registro com “borboleta” e Registro sem “borboleta” (travado))</p> <div data-bbox="451 663 1380 1099" data-label="Image"> </div> <p>Se o Registro 6 estiver aberto, o fluxo da água será pelo clorador, e o registro 9 estará fechado.</p> <p>Se precisar desviar a água, fecha-se o registro 6 e abre-se o registro 9.</p> <p>Quando precisar voltar a água para o tratamento (cloração), basta abrir o registro 6 e fechar o registro 9, sem necessidade de testar novamente o teor de cloro da água, pois o registro dosador (4), estará fixado.</p> <p>Se precisar mexer no fluxo da água para o clorador, basta recolocar a borboleta no registro 4.</p> <p>É essencial que existam dois registros junto ao clorador, podendo ser um antes e um depois, ou os dois antes, ou depois. Mas sempre dois registros, pois um deles será para regulagem do fluxo de água do clorador e o outro será para desvio da água.</p>	
<p>Responsável pela montagem do sistema</p>		<p>Data de montagem</p>