



A Microbiologia como ferramenta de extensão para a educação em saúde

Vanessa Aglaê Martins Teodoro¹ , Thamires Betânia de Moraes Machado² , Fabíola Fonseca Angelo³ , Gisela de Magalhães Machado Moreira⁴ , Lara Toledo Henriques³ , Almira Biazon França³ , Rafael Ferreira de Araujo⁵ , Amália Saturnino Chaves³

Resumo: A Microbiologia é uma ciência imprescindível na avaliação da qualidade e, por conseguinte, da inocuidade dos alimentos. A qualidade do leite e dos produtos lácteos influencia a saúde dos consumidores e a subsistência dos pequenos produtores. As ações de extensão são fundamentais para a conscientização e o treinamento de todos os envolvidos. O objetivo deste trabalho foi relatar uma experiência de emprego da Microbiologia como ferramenta de educação em saúde na extensão rural, para a melhoria da qualidade do leite e de seus derivados. Foram realizadas análises microbiológicas da água, dos tetos das vacas, do ar ambiente, das mãos, da roupa e do celular dos colaboradores, e do cabelo e da barba de membros da equipe do projeto. Os produtores acompanharam a coleta de amostras para melhor compreensão do processo. Posteriormente, receberam um material educativo com as fotos dos resultados das análises, de maneira que facilitasse a visualização da contaminação e a discussão dos dados. Foi realizado um diálogo com o objetivo de partilhar experiências e orientar os envolvidos, acerca das oportunidades de melhorias e da resolução das não conformidades. Os produtores avaliaram que a metodologia contribuiu para a compreensão dos aspectos que interferem na higiene da ordenha e no processo de fabricação dos queijos. As ações de extensão com interface na pesquisa e no ensino, foram fundamentais para a troca de conhecimento entre os produtores, docentes e discentes e para a popularização do conhecimento científico, por meio do uso da Microbiologia.

Palavras-chave: Boas Práticas; Contaminantes; Higienização; Microrganismos; Queijarias

Originais recebidos em
14 de setembro de 2024

Aceito para publicação em
17 de abril de 2025

1

Professora do Departamento de Medicina Veterinária da Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF), Juiz de Fora, Minas Gerais, Brasil

(autora para correspondência)

vanessa.teodoro@ufjf.br

2

Graduanda do curso de Medicina Veterinária da Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF), Juiz de Fora, Minas Gerais, Brasil

3

Professora do Departamento de Medicina Veterinária da Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF), Juiz de Fora, Minas Gerais, Brasil

4

Professora e Pesquisadora da Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais Instituto de Laticínios Cândido Tostes (EPAMIG ILCT)

5

Professor da Faculdade de Medicina Veterinária da Universidade Federal Fluminense (UFF), Niterói, Rio de Janeiro, Brasil

Microbiology as an extension tool for health education

Abstract: Microbiology is an essential science for assessing the quality and, therefore, food safety. The quality of milk and dairy products significantly impacts consumer health and the livelihoods of small producers. Extension activities are fundamental for raising awareness and training all stakeholders along the chain. This work aimed to report on the experience of using microbiology as a health education tool in rural extension to improve the quality of milk and its derivatives. Microbiological analyses were conducted on water, cow teats, ambient air, employees' hands, clothing, and mobile phones, as well as the hair and beards of project team members. The producers followed the collection of samples to gain a better understanding of the process. Afterwards, they received educational materials with photos of the analysis results, making it easier to see the contamination and discuss the data. A dialogue was held to share experiences and guide those involved on opportunities for improvement and resolving non-conformities. The producers believed that the methodology enabled them to understand the factors that interfere with milking hygiene and the cheese-making process. The extension activities, which interface with research and teaching, were fundamental to the exchange of knowledge between producers, teachers, and students, as well as to the popularization of scientific knowledge through microbiology.

Keywords: Good Practices; Contaminants; Hygienization; Microorganisms; Cheese factories

Introdução

A extensão universitária é um dos pilares da formação acadêmica, que institui práticas cidadãs de ensino e pesquisa, amplia as relações entre a Universidade e a coletividade (Araújo & Teixeira, 2018) e permite a troca de saberes em diversas áreas, visando a transformação social (Koglin & Koglin, 2019). No contexto da pecuária leiteira, a extensão promove a difusão dos conhecimentos gerados nas pesquisas até os pequenos produtores, e o treinamento prático multidisciplinar com interação, diálogo e partilha de vivências (Gomes & Morais, 2021).

A atividade extensionista pode oferecer aos produtores rurais acesso a informações atualizadas sobre as melhores práticas de produção de leite, nutrição, reprodução e gestão de rebanhos. Essas ações contribuem para a melhoria da eficiência produtiva, a redução de custos e o aumento da rentabilidade, e conferem habilidades específicas, necessárias para lidar com os desafios diários da produção leiteira (Wynn et al., 2017). A extensão rural pode desempenhar um papel fundamental na melhoria da qualidade do leite de pequenos produtores, na medida em que atua na conscientização sobre a segurança e a qualidade da matéria-prima, por meio da educação em saúde, que abrange práticas adequadas de higiene, manejo e sanidade do rebanho (Castelani et al., 2022).

A qualidade do leite deve ser constantemente monitorada, uma vez que pode ser influenciada por diversos fatores. Os cuidados para preservar a inocuidade do leite e de seus derivados são essenciais para que não ofereçam riscos à saúde dos consumidores, tenham maior vida útil (Washaya et al., 2022), não ocasionem o seu descarte e prejuízos financeiros. A investigação da origem da contaminação do leite cru deve incluir a avaliação da higiene do ordenhador, dos equipamentos (Müller et al., 2023) e do ambiente de ordenha, do emprego de água potável e do armazenamento em temperatura e tempo adequados (Müller & Rempel, 2021).

A Microbiologia é a ciência que estuda os microrganismos, sua distribuição, as relações com os seres vivos e as alterações físicas e químicas que provocam no meio ambiente (Carvalho, 2010) e nos alimentos (Mendes & Ribeiro, 2021). A Microbiologia agrupa conhecimentos em áreas diversas e contribui para a formação de indivíduos mais conscientes e críticos. Dessa forma, o seu emprego vai além das salas de aula e dos laboratórios de pesquisa, envolvendo questões básicas de cidadania, que incluem os hábitos do cotidiano, a higiene, o ambiente, dentre outros (Prado et al., 2004). Entretanto, um dos desafios da extensão na propriedade rural, empregando a Microbiologia como uma ferramenta de educação em saúde, consiste na necessidade de atividades que permitam a visualização de organismos que não podem ser vistos a olho nu, sem que seja necessário que o produtor tenha acesso ao ambiente laboratorial. Segundo Barbosa e Barbosa (2010), essa vivência deve ser suficientemente significativa para promover mudanças de hábitos e de atitudes.

Leite e Valente (2020) avaliaram o perfil das ações de extensão universitária que abordaram temas da Microbiologia no Brasil, entre 2002 e 2019. Das 109 publicações, os temas educação em saúde (29,35%), ensino-aprendizagem (27,52%) e promoção da saúde (20,18%) foram os mais abordados e, em menor proporção, a segurança dos alimentos (9,17%) e a agropecuária (7,35%). Apenas 28% dos estudos ocorreram em zonas rurais, sendo que destes, 18% estavam relacionados à Microbiologia e à qualidade do leite. Os autores consideram que a extensão universitária tem um papel importante na divulgação científica, na propagação de conhecimentos sobre Microbiologia e em sua contextualização social.

Neste sentido, a Microbiologia é fundamental para a compreensão da dinâmica de contaminação que interfere na qualidade do leite. Entretanto, alguns fatores limitam o seu uso na extensão, como o custo das análises, a dificuldade de acesso a laboratórios e o entendimento daquilo que não é possível visualizar a olho nu e que não está inserido no dia a dia do produtor. Assim, o objetivo deste trabalho é apresentar uma metodologia de

uso da Microbiologia, como ferramenta de educação em saúde na extensão rural, que possa contribuir para as ações de melhoria da qualidade do leite e de seus derivados.

Procedimentos metodológicos

O presente trabalho consiste em um estudo descritivo, do tipo relato de experiência, da vivência da equipe do programa de extensão "Leite Tec - Melhoria na pecuária leiteira em propriedades de Juiz de Fora – MG", da Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF), Campus Juiz de Fora, Minas Gerais. O programa incluiu cinco projetos de extensão, conduzidos de forma concomitante, nas áreas de nutrição, sanidade, gestão zootécnica, diagnóstico de mastite e qualidade do leite.

As ações do programa foram realizadas, entre 2022 e 2024, por 10 Professores do Departamento de Medicina Veterinária da UFJF, duas colaboradoras da Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais Instituto de Laticínios Cândido Tostes (EPAMIG ILCT) e 23 discentes do curso de Medicina Veterinária. Foram atendidas sete pequenas propriedades localizadas na zona rural da cidade de Juiz de Fora – MG, que produziam leite para consumo próprio e, conforme o caso, para a venda para indústrias de laticínios da região ou para a produção própria de queijos, com registro no Serviço de Inspeção Municipal (SIM). A complexidade do programa e a restrição de recursos limitou a quantidade de produtores atendidos. As visitas técnicas foram realizadas mensalmente e, quando possível, sempre que demandadas pelos produtores, durante as aulas práticas do curso de Medicina Veterinária.

Professores e alunos atuaram em todas as propriedades, divididos em equipes, alternados de forma que estivessem envolvidos em todas as atividades dos diferentes projetos. Os alunos participaram ativamente de todas as fases. Antes dos atendimentos, realizando levantamentos bibliográficos, elaborando *checklist*, organizando os materiais para as visitas, participando do planejamento das ações e do agendamento com os assistidos. Na assistência às propriedades, após o treinamento adequado, puderam conduzir o trabalho de maneira mais autônoma, sempre com o acompanhamento da equipe docente. Após as visitas, os discentes redigiam relatórios, organizavam os dados do *checklist*, sugeriam planos de ação, elaboravam materiais educativos, auxiliavam nas análises laboratoriais e no planejamento das ações subsequentes.

Ações do Projeto de Extensão Leite Tec - Melhoria na pecuária leiteira em propriedades de Juiz de Fora – MG: qualidade do leite e justificativa do estudo com interface pesquisa-extensão

As ações do projeto se iniciaram com a elaboração de um *checklist* para o diagnóstico dos diferentes fatores que interferem na produção leiteira, composto de 203 questões, distribuídas entre os itens: Dados Gerais, Alimentação, Manejo das Vacas, Manejo dos Bezerros, Recria de Fêmeas Leiteiras, Instalações, Sistema de Produção, Controle Leiteiro, Manejo de Ordenha, Local de Ordenha, Manejo Sanitário, Higiene do Ordenhador, Tanque de Expansão, Ordenhadeira, Latões e Utensílios, Qualidade da Água e Gerenciamento. Além disso, foram realizadas análises microbiológicas e físico-químicas do leite, e microbiológicas da água, das superfícies de contato com o leite, como utensílios e equipamentos, dos tetos dos animais, das mãos dos manipuladores e do ambiente. Após o diagnóstico por meio do *checklist* e das análises laboratoriais, foram elaborados relatórios com sugestões de melhorias, que foram apresentados e discutidos em reunião específica. Posteriormente, as propriedades que desejaram permanecer no projeto seguiram em acompanhamento para avaliação dos impactos.

No decorrer das ações de extensão, ficou evidenciado que, embora os produtores comprehendessem mais facilmente as discussões relacionadas às características físico-químicas e microbiológicas do leite, havia a necessidade de ferramentas que proporcionassem um melhor entendimento da importância da higiene e da qualidade da água, para evitar a contaminação do leite. A equipe constatou que, muitas vezes, a apresentação

das contagens obtidas nas análises microbiológicas, aparentemente, era algo insuficiente para a compreensão dos produtores. Dessa forma, foram traçadas estratégias para tornar os resultados mais acessíveis, porém, sem desobedecer às normas de biossegurança, ou seja, sem expor os produtores às placas com desenvolvimento microbiano. Assim, foram realizadas novas análises microbiológicas, objeto do presente artigo, de forma que os produtores pudessem acompanhar as coletas das amostras e compreender como e porque as análises estavam sendo realizadas.

Metodologia do estudo de extensão com interface na pesquisa

As ações de extensão do estudo ocorreram entre novembro e dezembro de 2023, em uma das propriedades assistidas pelo projeto. A pequena propriedade leiteira possuía administração familiar, conduzida por dois irmãos, com produção média diária de 400 litros de leite destinados à produção de queijos Minas Frescal.

O trabalho foi realizado com o acompanhamento de 12 estudantes e seis professores e uma colaboradora externa, e se dividiu em coleta de amostras e dinâmica com os produtores, realização das análises microbiológicas, registros fotográficos, elaboração do material educativo no formato de relatório com uso de linguagem acessível e, por fim, diálogo com os produtores. As ações envolveram a extensão, o ensino e a pesquisa, baseadas na partilha de conhecimento entre produtores, discentes e docentes, de maneira a contribuir para o desenvolvimento da sociedade, a formação acadêmica e a popularização do conhecimento científico.

Análises microbiológicas

Optou-se pela contagem de aeróbios mesófilos, uma vez que este grupo contempla uma ampla gama de microrganismos que se desenvolvem em temperatura ambiente. Além disso, essa análise é uma das metodologias descritas na Instrução Normativa nº 77, de 26 de novembro de 2018 (Ministério da Agricultura e Pecuária, 2018), para monitorar a qualidade microbiológica do leite cru, denominada Contagem Padrão em Placas (CPP).

A CPP também é indicada para avaliar as superfícies de contato, ambiente, água e mãos, uma vez que fornece respostas sobre a higiene da propriedade e de qualificação da produção. É considerado um teste seguro, rápido, relativamente barato e de fácil interpretação (Martin et al., 2023). Para isso, utilizou-se o Ágar Padrão para Contagem (PCA) e as placas foram incubadas a $30^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ por 48 horas (Silva et al., 2017). As análises foram realizadas, conforme o caso, pelo método de estrias (por *swab*), impressão no ágar PCA ou por semeadura do inóculo em profundidade.

Também foram realizadas análises de Coliformes Totais e de *Escherichia coli* (*E. coli*) da água (Ministério da Saúde, 2021), utilizando Petrifilm EC®, conforme instruções do fabricante. Optou-se por realizar essa metodologia devido à facilidade e à rapidez do teste e para atender a uma demanda específica dos produtores avaliados.

Coletas de amostras para análises microbiológicas e dinâmica com os produtores

As amostras de água foram coletadas da torneira que abastecia o bebedouro e do próprio bebedouro dos animais, onde também eram lavados os utensílios de ordenha; da mangueira do curral; da torneira do tanque da casa dos produtores; da torneira do tanque da queijaria; e da água clorada da bombona de sanitização de utensílios da queijaria. Algumas dessas amostras foram cloradas pela equipe no laboratório, na concentração de 750 mg/L (Matsubara et al., 2011), para verificar se, mesmo sem tratamento prévio, a água clorada poderia ser empregada nos processos de higienização. A hipercloração é justificada pelo fato de que água, em contato com os animais, possui elevada quantidade de matéria orgânica, que reage com o cloro e reduz sua eficácia.

A amostragem das vacas foi feita por meio de *imprint* de tetos, em placas com ágar PCA, antes do *pré-dipping*, ou seja, com o teto sujo, e após a desinfecção com água hiperclorada (750 mg/L), conforme Matsubara et al. (2011).

Antes da coleta das amostras das mãos foi realizada uma dinâmica com os produtores para verificar o procedimento de limpeza. Para isso, as regras foram explicadas e foi pedido que eles calçassem as luvas e fechassem os olhos. Então, foram informados que seria colocada uma quantidade de sabão em suas mãos e que eles deveriam simular o processo de lavagem. Entretanto, ao invés de sabão, foi empregada tinta vermelha, de forma a verificar quais pontos das mãos não seriam esfregados e, portanto, lavados de maneira inadequada. Quando os participantes sinalizaram que as mãos estavam “ensaboadas” de maneira satisfatória, eles puderam abrir os olhos e ver o resultado. Em seguida, houve uma conversa com os produtores de forma a concluir a dinâmica. Durante o processo de ordenha, as amostras dos ordenhadores foram coletadas, por meio da impressão dos cinco dedos, na placa contendo ágar PCA, da mão sem lavar (suja), após a limpeza com sabão neutro, e após a higienização completa utilizando álcool 70%.

Para coleta das amostras do ar do curral de ordenha e da queijaria foi utilizada a técnica de sedimentação simples, pela exposição das placas com ágar PCA por 15 minutos (Sveum et al., 1992). As amostras do curral foram coletadas durante a ordenha, em dois pontos, sendo um mais elevado e outro mais baixo, próximo às vacas e ao latão de leite.

Foram coletadas amostras da roupa do ordenhador, que também era responsável pela fabricação de queijos, por meio da impressão em placa com ágar PCA. Além disso, amostras de ambas as faces do celular foram obtidas, por meio de *swab*. Também foram coletadas amostras de cabelo e barba, da própria equipe do projeto, para evitar o constrangimento dos produtores. Essas amostras foram depositadas em placas contendo ágar PCA. O objetivo dessas análises foi demonstrar que a presença de microrganismos é ubquitária.

As amostras foram coletadas e transportadas em caixa isotérmica até a EPAMIG ILCT, onde foram analisadas. As fotos das coletas estão apresentadas no material suplementar. Após as análises microbiológicas, as placas com melhores resultados foram selecionadas e foram realizados os registros fotográficos.

Elaboração de material educativo e troca de saberes

As fotos obtidas foram utilizadas para ilustrar o material educativo, com linguagem acessível. Além da descrição da imagem, também foram acrescentadas as sugestões de melhorias para que os produtores pudessem atingir o nível de qualidade exigido pelas legislações de leite e de queijos. O relatório foi apresentado aos produtores em uma reunião em que todos puderam dialogar e partilhar suas ideias e opiniões sobre as não conformidades encontradas, as oportunidades de melhorias, as dificuldades e a metodologia empregada. Na oportunidade, também foi entregue uma cartilha de Boas Práticas Agropecuárias para auxiliar os produtores na rotina diária (Pereira et al., 2012).

Resultados

Os resultados apresentados referem-se unicamente ao emprego das análises microbiológicas como ferramenta para a educação em saúde.

Qualidade da Água

O produtor lavava os utensílios e parte dos equipamentos de ordenha no bebedouro dos animais. O bebedouro era abastecido por uma torneira que fornecia a água captada de uma nascente, por uma tubulação que trilhava caminhos desprotegidos. A água não era tratada por nenhum meio físico ou químico. Dessa forma,

é compreensível que as amostras da torneira apresentassem contagens de aeróbios mesófilos (Figura 1A), assim como a água do bebedouro, que apresentou contaminação mais elevada (Figura 1B), principalmente, devido ao contato dos animais. Por outro lado, a adição de cloro à amostra do bebedouro, realizada no laboratório pela equipe do projeto, na proporção de 750 mg/L, foi suficiente para a redução drástica das contagens (Figura 1C).

Os resultados das análises de coliformes totais e *E. coli* foram condizentes com a situação verificada na propriedade. A comparação das Figuras 1D e 1E evidencia que, na mesma diluição (10^{-1}), a contagem de coliformes totais da água do bebedouro foi visivelmente maior que a da água da torneira. Além disso, foi possível constatar a presença de *E. coli* na água do bebedouro. Na análise das amostras cloradas (750 mg/L) não foi constatada a presença de coliformes totais e *E. coli*, indicando que o processo de hipercloração foi suficiente para a não detecção desses microrganismos e que a água pode ser empregada na higienização de tetos, utensílios e equipamentos.

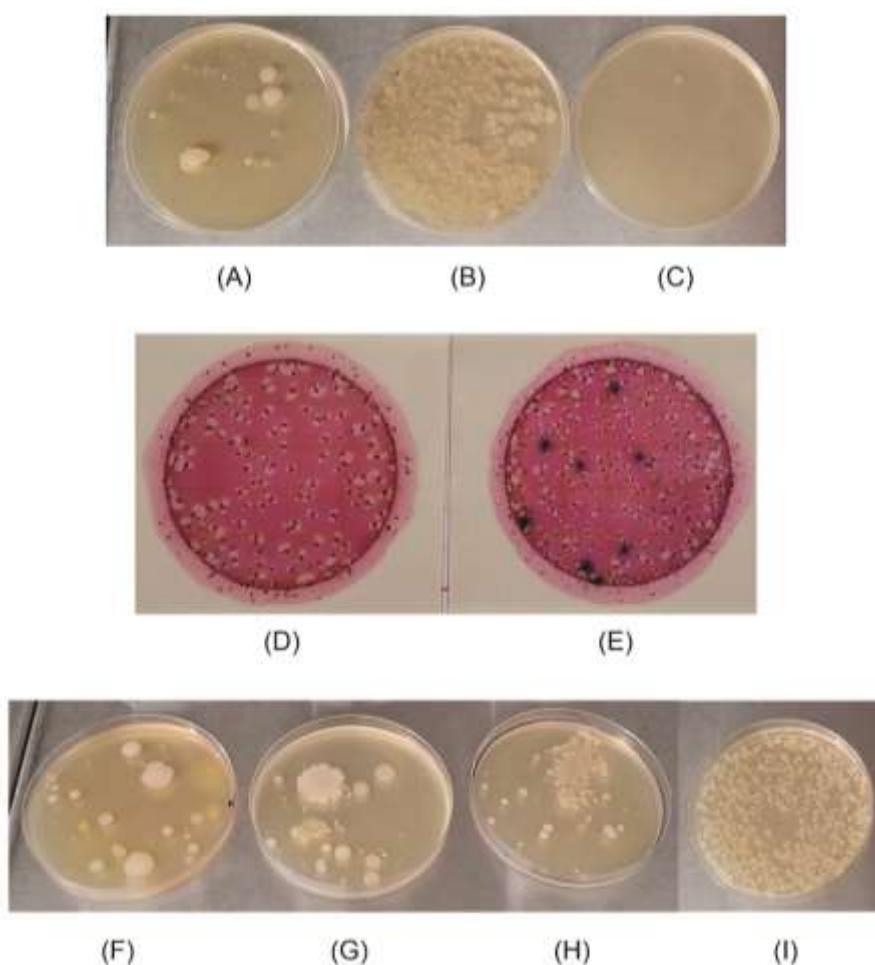


Figura 1. Resultados das análises de aeróbios mesófilos da água coletada pelo método de *swab* (A) da torneira do bebedouro, (B) do bebedouro e (C) do bebedouro previamente hiperclorada (750 mg/L). Resultados das análises de coliformes totais e *E. coli* pelo método de Petrifilm® EC, na mesma diluição (10^{-1}) da água (D) da torneira do bebedouro e (E) do bebedouro. Legenda: Colônias vermelhas associadas à produção de gás são microrganismos do grupo dos coliformes totais; Colônias azuis com produção de gás são *E. coli*. O número de coliformes totais é o somatório das colônias vermelhas e azuis. Resultados das análises de aeróbios mesófilos pelo método de *swab*, da água (F) da torneira do tanque da queijaria, (G) do tanque da casa dos produtores, (H) da mangueira do curral, e (I) da bombona de sanitização de utensílios da queijaria (clorada). Imagens: V. A. M. Teodoro.

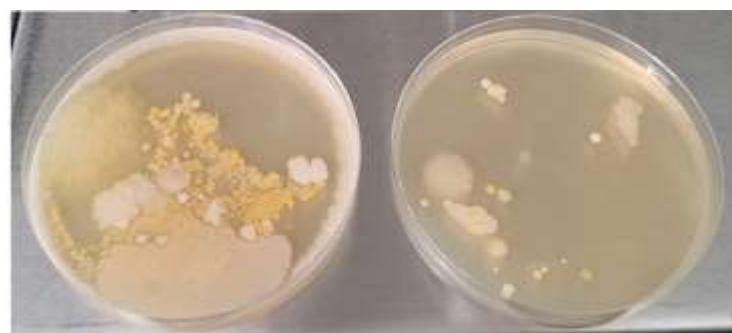
Os resultados das análises de aeróbios mesófilos da água do tanque da queijaria onde os utensílios eram lavados (Figura 1F), da torneira do tanque da casa dos produtores (Figura 1G), da mangueira do curral de ordenha (Figura 1H) e da bombona onde os utensílios da queijaria eram sanitizados (Figura 1I) foram discrepantes e contraditórios. Isso porque a água clorada deveria apresentar contagens mais baixas ou não detectáveis (Silva et al., 2018). Entretanto, na referida queijaria, a água clorada era trocada semanalmente. No dia da coleta, a solução já estava com cinco dias de uso e possuía resíduos de queijos, o que contribuiu para que estivesse imprópria para o processo de sanitização.

Contaminação das superfícies dos tetos

Os resultados apresentados na Figura 2 demonstram a importância da realização do *pré-dipping* antes de iniciar a ordenha. Assim, pelo método de impressão dos tetos na placa contendo ágar PCA, é possível verificar que a contaminação microbiológica é consideravelmente maior no teto não higienizado (Figura 2A), quando comparado ao teto após a higienização (Figura 2B).

Contaminação das mãos dos ordenhadores

As diferenças nas contagens de aeróbios mesófilos, obtidas por meio da impressão dos dedos das mãos sujas (Figura 3A), lavadas com detergente neutro (Figura 3B) e higienizadas (detergente neutro e álcool 70%) são evidentes. A redução considerável das contagens após a limpeza é devida à extensa remoção da sujidade presente nas mãos durante a ordenha. Os produtores em questão não possuíam o hábito de higienizar as mãos ao longo do processo de obtenção do leite, o que contribuiu para as altas contagens. A placa da amostra da mão higienizada (Figura 3C) apresentou apenas três colônias, o que pode ser considerado um resultado aceitável, uma vez que a ausência de microrganismos é improvável (Campos et al., 2020).



(A) (B)

Figura 2. Resultado da análise de aeróbios mesófilos por meio da impressão na placa contendo ágar PCA (A) do teto sujo; e (B) do teto após o *pré-dipping* com água hiperclorada (750mg/L). Imagem: V. A. M. Teodoro.



(A) (B) (C)

Figura 3. Análises de aeróbios mesófilos, por meio da impressão, em placas contendo ágar PCA, dos dedos da mão (A) suja, (B) lavada com detergente neutro e (C) sanitizada com álcool 70%. Imagem: V. A. M. Teodoro.

Contaminação do ar

A avaliação da qualidade do ar do ambiente de produção é importante pois a presença de partículas em suspensão pode acarretar contaminação direta e indireta dos alimentos. A queijaria (Figura 4A), por ser um ambiente de fabricação de queijos e, assim, com acesso mais controlado, apresentou menor contaminação do ar. No curral, o posicionamento da placa em um local mais afastado do chão propiciou uma contaminação menor (Figura 4B) do que na placa localizada em ponto mais baixo, próximo do latão de estocagem do leite e da movimentação dos animais e dos ordenhadores no momento da ordenha (Figura 4C).

Roupa, aparelho celular, barba e cabelo como fontes de contaminação

Os resultados apresentados na Figura 5 tiveram o objetivo de demonstrar aos produtores que os microrganismos estão presentes em todos os lugares, inclusive na roupa utilizada na ordenha (Figura 5A), no celular (Figura 5B), na barba (Figura 5C) e nos cabelos (Figura 5D).

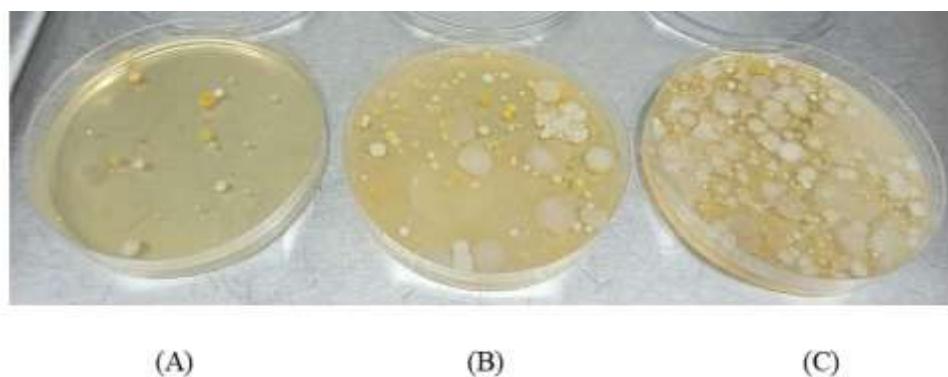


Figura 4. Resultados das análises de contagem de aeróbios mesófilos do ambiente (A) da queijaria; (B) do curral de ordenha, coletado em um ponto mais elevado; e (C) do curral de ordenha, coletado próximo ao latão de leite e aos animais. Imagem: V. A. M. Teodoro.

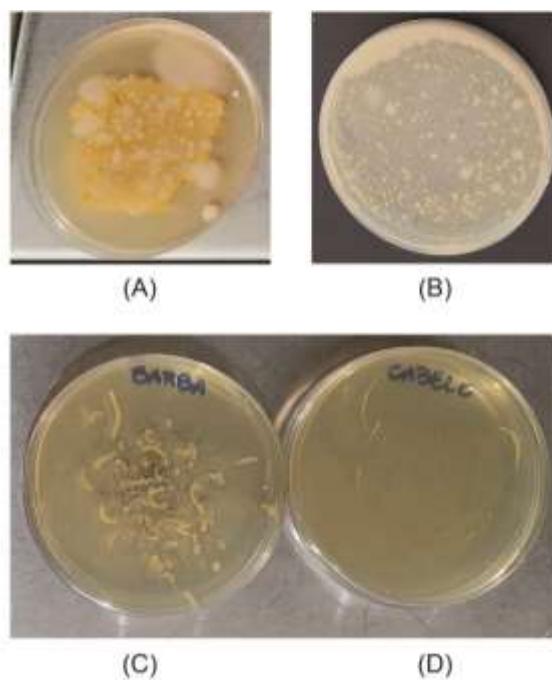


Figura 5. Resultados das análises de aeróbios mesófilos por (A) impressão da roupa do ordenhador, (B) *swab* de celular, (C) pelos da barba e (D) fio de cabelo. Imagens: V. A. M. Teodoro.

Discussão

As análises microbiológicas culminaram em um momento de diálogo com os produtores para explicar os resultados, discutidos a seguir, e sanar todas as dúvidas. As orientações nas atividades de extensão devem ser voltadas para a resolução dos problemas de cada propriedade, levando em consideração as suas especificidades (Mahra et al., 2021). O diálogo foi uma ocasião interessante de troca de experiências, onde os registros fotográficos das placas foram discutidos juntamente com as recomendações sugeridas e a cartilha de Boas Práticas Agropecuárias, identificando as oportunidades de melhoria, as principais dificuldades e a opinião dos produtores acerca da metodologia empregada.

A água utilizada na propriedade para higienização dos utensílios e parte dos equipamentos não estava adequada, o que foi demonstrado pelas contagens de aeróbios mesófilos acima do recomendado e pela presença de coliformes totais e de *E. coli* em quantidades superiores ao determinado pela legislação. Além disso, a ausência de tratamento e de cloração da água também está em desacordo com os requisitos legais (Ministério da Saúde, 2021).

A água para consumo e uso na manipulação de alimentos deve ser potável, independentemente da sua origem. Periodicamente, devem ser realizados o controle da potabilidade da água, a manutenção e a higienização do sistema de captação e de reservatórios, de forma a contribuir para a qualidade dos produtos e para a saúde dos animais, além de minimizar a perda da produção e a ocorrência de doenças de transmissão hídrica e alimentar (Bell et al., 2021).

As altas contagens de coliformes totais da água da torneira e do bebedouro estão relacionadas à contaminação de origem ambiental (Sousa & Cunha, 2023), provavelmente, ocasionada pela obtenção, transporte e armazenamento inadequados. A presença de *E. coli* na água do bebedouro indica contaminação de origem fecal (Chapaval et al., 2010), devido ao contato dos animais e a resíduos de estercos presentes no ambiente de ordenha e no curral.

Os produtores foram orientados a não utilizarem o bebedouro dos animais para limpeza de utensílios, devido à possibilidade de contaminação do leite e dos queijos. Também foi indicada a inspeção na nascente e na tubulação que abastece a propriedade, a fim de verificar se há alguma fonte de contaminação ou avaria na linha. Além disso, foi orientada a cloração da água para uso geral e para sanitização dos utensílios e equipamentos de ordenha e da queijaria, seguindo a concentração em função do produto utilizado; bem como a redução do tempo de uso da solução clorada da queijaria e a limpeza adequada dos utensílios antes da sanitização para evitar resíduos de queijos na solução.

O cloro é um desinfetante muito empregado por ser de baixo custo, fácil aplicabilidade e eficiência (Franco et al., 2019). Entretanto, diversos fatores interferem na sua eficácia, como a capacidade de reagir com matéria orgânica, a volatilização, o pH e a temperatura da água (Silva et al., 2022). Embora não tenha sido realizada análise de cloro livre, é possível inferir que o processo de sanitização era ineficaz e que a etapa contribuía para a contaminação dos utensílios da queijaria.

Os resultados das análises de água corroboram com o relato de estufamento precoce nos queijos Minas Frescias produzidos na propriedade. Altas contagens de coliformes indicam um potencial risco à segurança dos consumidores e podem resultar nesse defeito, causado pela rápida e intensa produção de gás (Boari et al., 2022). A ausência de padronização dos procedimentos de higienização, a negligência ou uso de cloro em dosagens insuficientes e a utilização de água contaminada para a higienização podem ocasionar a contaminação de utensílios e equipamentos (Pereira et al., 2022) e, consequentemente, dos queijos.

Os produtores avaliados não possuíam a prática de realização do *pré-dipping* durante o processo de ordenha, fundamental para reduzir a carga microbiana da pele e a possibilidade de contaminação do leite e de disseminação de mastite. Os tetos podem ser contaminados pelo contato do animal com o ambiente, com as mãos dos ordenhadores e com equipamentos e, portanto, oferecem risco de contaminação cruzada (Vargova et al., 2023).

Os produtores foram orientados a realizarem o *pré-dipping* utilizando um produto comercial ou água hiperclorada imediatamente antes da ordenha, a fim de reduzir a contaminação superficial dos tetos (Matsubara et al., 2011). Na propriedade, era empregado o sistema “bezerro ao pé”, assim, foi recomendada a higienização, logo após a retirada do bezerro, seguida pela secagem do teto com papel toalha não reciclado (uma folha por teto), antes de colocar a teteira.

Após os resultados das análises das mãos, os produtores puderam perceber a importância da limpeza e da antisepsia para qualidade do leite e dos queijos. A dinâmica demonstrou o correto processo de lavagem, abrangendo todas as regiões das mãos e dedos. Foi orientada a higienização das mãos e antebraços sempre que necessária, seja durante a ordenha ou na fabricação dos queijos. Para isso, é importante que haja uma pia na área de ordenha e da queijaria, bem como dispensadores de sabonete líquido, sanitizante e papel toalha não reciclado. As mãos são carreadoras de microrganismos que contaminam os alimentos, além disso, sua higiene com água não potável é outro fator que contribui para a contaminação (Ahmednur et al., 2022).

A qualidade do ar é um fator importante na avaliação dos padrões de higiene para a produção de leite e derivados. A falta de manutenção das instalações, a precariedade na higiene do local e dos trabalhadores são fatores que afetam a concentração de microrganismos no ambiente e que podem influenciar a qualidade do leite e a sanidade dos animais (Quintana et al., 2020). Para melhorar a qualidade do ar, os produtores foram orientados quanto à limpeza dos currais de espera e de ordenha, com remoção periódica das fezes dos animais, de objetos em desuso e de lixo, além do cuidado para que não haja agitação excessiva das vacas, dos bezerros e dos ordenhadores no momento da ordenha. Na queijaria, foi recomendada a limpeza mais frequente do ambiente, a troca da roupa e do calçado para adentrar ao local e a higienização de mãos e antebraços, sendo o banho a forma mais adequada de higiene pessoal.

Os produtores também foram orientados sobre a realização da troca diária da roupa utilizada na ordenha e o uso de uniformes e calçados exclusivos para a produção dos queijos. Foi reforçada a importância de manterem os cabelos limpos, presos e protegidos por touca, o uso de máscara e a ausência ou a proteção da barba.

Em estudo que avaliou as práticas de ordenha higiênica empregadas por pequenos produtores, verificou-se que 75,5% dos participantes realizavam a ordenha sem roupas adequadas. A vestimenta pode ter um efeito adverso na qualidade do leite, uma vez que roupas ou sapatos sujos podem servir como fonte de contaminação para a matéria-prima (Xulu & Naidoo, 2023) e para os derivados lácteos (Jiang et al., 2024).

O celular também não deve ser manuseado durante a manipulação, pois pode ser importante fonte de contaminação para os alimentos. Olsen et al. (2020) verificou uma taxa média de 68% de celulares contaminados e Khoothiam et al. (2023) observaram a presença de *Staphylococcus aureus* em 12,8% dos aparelhos. Os microrganismos estão presentes em todos os locais, sejam utensílios, equipamentos, mãos ou alimentos, assim, é necessário que haja higiene operacional para impedir a contaminação cruzada (Rocha et al., 2019).

Durante o diálogo, os produtores foram questionados sobre a metodologia empregada. Ambos os participantes afirmaram que a ferramenta contribuiu muito para a compreensão da importância da higiene no processo de ordenha e de fabricação dos queijos, indicando que a prática cumpriu com o objetivo pretendido. Além disso, julgaram que a ferramenta teria uma importante contribuição para o treinamento de outros produtores, uma vez que facilitava a visualização da presença dos microrganismos. Quando questionados

sobre quais seriam os impedimentos para a mudança na rotina de ordenha ou de fabricação dos queijos, um dos produtores mencionou a falta de tempo para se dedicar ao planejamento das alterações, de mão de obra para ajudar nas atividades diárias da propriedade e de infraestrutura que possibilite o acesso a água potável e locais adequados para a higienização de mãos e utensílios, além de considerar que o custo seja elevado. O outro produtor citou apenas que desconhecia algumas práticas, principalmente relacionadas à potabilidade da água e aos procedimentos de higiene, sugerindo a necessidade de assistência e de treinamentos mais frequentes.

Mendonça et al. (2020) identificaram outros entraves para a adoção de medidas e de novas tecnologias que contribuem para a qualidade do leite e dos derivados. Os autores verificaram que a idade mais avançada dos produtores, o menor nível de escolaridade e a experiência na pecuária aumentaram a resistência às mudanças nas técnicas de trabalho, o receio de perder a autoridade perante os colaboradores e a dificuldade na interpretação dos planos de ação. Por outro lado, os produtores mais jovens se mostraram mais adeptos às normas de higiene, à adoção de novas tecnologias e de ações de gestão da propriedade, o que contribuiu para gerar resultados positivos para a produção final.

Conclusões

A articulação entre extensão, ensino e pesquisa nas práticas empregadas no presente trabalho foram fundamentais para a partilha de experiências entre os produtores, discentes e docentes, contribuindo para o desenvolvimento de todos os envolvidos, a formação acadêmica e a democratização do conhecimento científico. A metodologia utilizada se mostrou importante e funcional para gerar conhecimento baseado em evidências, demonstradas pelo uso da Microbiologia, facilitando a compreensão dos produtores acerca da importância da higiene para evitar a contaminação cruzada do leite e dos queijos. O material fotográfico obtido neste trabalho poderá ser utilizado em futuras ações de extensão, treinamentos e assistência técnica de diversos produtores, sempre que não houver recursos ou condições adequadas para a realização das análises microbiológicas.

Agradecimentos

À Pró-Reitoria de Extensão da UFJF, à EPAMIG ILCT e aos produtores de leite que participaram do projeto.

Contribuição de cada autor

V.A.M.T. participou das coletas, das análises, da orientação aos produtores e da redação do artigo; T.B.M.M. e F.F.A. participou das coletas e da redação do artigo; G.M.M.M. participou das análises e da redação do artigo; L.T.H., A.B.F., R.F.A. e A.S.C. participaram das orientações aos produtores e na redação do artigo.

Referências

- Ahmednur, M., Esmael, M., & Feresa, F. (2022). Handwashing practice of food establishment customers, microbial quality of handwashing water, and associated factors in Ginjo Kebele, Jimma Town, Southwest Ethiopia. *Environmental Health Insights*, 16. <https://doi.org/10.1177/1178630221144197>
- Araújo, A. B. & Teixeira, A. P. A. (2018). Ciência com micróbios: Uma proposta de mediação entre a universidade e a escola. *Práticas em Gestão Pública Universitária*, 2(2), 48-58.

- Barbosa, F. H., & Barbosa, L. P. J. L. (2010). Alternativas metodológicas em microbiologia: Viabilizando atividades práticas. *Revista de Biologia e Ciências da Terra*, 10(2), 134-143.
- Bell, R. L., Kase, J. A., Harrison, L. M., Balan, K. V., Babu, U., Chen, Y., ... & Brown, E. W. (2021). The persistence of bacterial pathogens in surface water and its impact on global food safety. *Pathogens*, 10(11), 1391. <https://doi.org/10.3390/pathogens10111391>
- Boari, C. A., Freitas, R., Martins, E., & Carvalho, A. F. (2022). Microbiologia da fermentação de queijos. In Martin, J. G. P., & Lindner, J. D. D. (Eds.), *Microbiologia de alimentos fermentados*. (pp. 249-278). São Paulo: Blucher.
- Campos, H. de., Abas, A. R. V., Oliveira, A. B. de., Santos, R. L., Reis, A. E. F., Silva, L. de M. da., ... & Costa, F. N. (2020). Characterization of the milk production chain and study of the dairy herd health in the city of Codó, Maranhão. *Arquivos do Instituto Biológico*, 87, e0032020. <https://doi.org/10.1590/1808-1657000032020>
- Castelani, L., Salles, M. S. V., Salles, F. A., Gonçalves, A. C. S., Simili, F. F., & Roma Júnior, L. C. (2022). Extension team trained to improve milk quality on small dairy farms in Southeastern Brazil. *Conjecturas*, 22(8), 239–249. <https://doi.org/10.53660/CONJ-1193-T13>
- Carvalho, I. T. (2010). *Microbiologia Básica*. Recife: EDUFRPE. Recuperado de https://ifpr.edu.br/pronatec/wp-content/uploads/sites/46/2013/06/Microbiologia_Basica.pdf
- Chapaval, L., Olivindo, C. D. S., Geovânia, F., & Souza, C. de. (2010). Técnica de REP-PCR no monitoramento da qualidade do leite de cabra em sala de ordenha. *Comunicata Scientiae*, 1(1), 49–56.
- Franco, E. S., Ferreira, A. F. de A., Silva, D. F., Camargo, J. A., Pádua, V. L. de., ... & Giani, A. (2019). Validação de método analítico por ELL-CG-EM para detecção de trialometanos decorrentes da cloração de águas contendo *Microcystis*. *Engenharia Sanitária e Ambiental*, 24(5), 1003–1012. <https://doi.org/10.1590/S1413-41522019175794>
- Gomes, E. J., & Morais, G. S. (2021). Extensão universitária: Caracterização da oferta de cursos de extensão pela Universidade de São Paulo (2004-2020). *Revista em Extensão*, 20(2), p. 56-77. <https://doi.org/10.14393/REE-v20n22021-63633>
- Jiang, Y., Pan, Y., & Yin, J. (2024). Prevalence, toxin-genotype distribution, and transmission of Clostridium perfringens from the breeding and milking process of dairy farms. *Food Microbiology*, 120, 104485. <https://doi.org/10.1016/j.fm.2024.104485>
- Khoothiam, K., Prapasawat, W., Yosboonruang, A., Rawangkan, A., Phuangsri, C., Rupprom, K., ..., & Siriphap, A. (2023). Prevalence, antimicrobial resistance, and enterotoxin gene profiles of *Staphylococcus aureus* isolated from mobile phones of the food vendors in Phayao province, Thailand. *Annals of Clinical Microbiology and Antimicrobials*, 22(1), 68. <https://doi.org/10.1186/s12941-023-00621-y>
- Koglin, T., & Koglin, J. C. (2019). A importância da extensão nas universidades brasileiras e a transição do reconhecimento ao descaso. *Revista Brasileira de Extensão Universitária*, 10(2), 71-78. <https://doi.org/10.1590/2175-623698702>
- Leite, B. R., & Valente, P. (2020). A microbiologia e a extensão universitária. *Revista Brasileira de Extensão Universitária*, 11(1), 61-71. <https://doi.org/10.36661/2358-0399.2020v11i1.11123>
- Mahra, G. S., Kashyap, S. K., Bhardwaj, N., Kameswari, V. L. V., Joshi, P., & Singh, G. K. (2021). Assessment of competencies of postgraduate students for veterinary extension at Indian Agricultural Universities. *Indian Journal of Animal Sciences*, 91(2), 143–147.
- Martin, N. H., Evanowski, R. L. & Wiedmann, M. (2023). Redefining raw milk quality: Evaluation of raw milk microbiological parameters to ensure high-quality processed dairy products. *Journal of Dairy Science*, 106(3), 1502-1517. <https://doi.org/10.3168/jds.2022-22416>
- Matsubara, M. T., Beloti, V., Tamanini, R., Fagnani, R., Silva, L. C. C. da, Monteiro, A. A., ... & Barros, M. de A. F. (2011). Boas práticas de ordenha para redução da contaminação microbiológica do leite no agreste Pernambucano. *Semina: Ciências Agrárias*, 32(1), 277–286. <https://doi.org/10.5433/1679-0359.2011v32n1p277>
-

-
- Mendes, A. M. & Ribeiro, L. F. (2021). O controle microbiológico da qualidade de alimentos. *Pubvet*, 15(02), 1-10. <https://doi.org/10.31533/pubvet.v15n02a744.1-10>
- Mendonça, B. S. de., Bánkuti, F. I., Pozza, M. S. dos S., Perez, H. L., & Siqueira, T. T. da S. (2020). A typology of corporate and family dairy farms in eastern Goiás, Brazil. *Ciência Rural*, 50(10), e20190285. <https://doi.org/10.1590/0103-8478cr20190285>
- Ministério da Agricultura e Pecuária (MAPA). *Instrução Normativa n. 77* de 26 de novembro de 2018. Diário Oficial da União, s. 1, p.10-18.
- Ministério da Saúde (MS). *Portaria n. 888*, de 4 de maio de 2021. Diário Oficial da União, s.1, p. 69-87.
- Müller, T., Maciel, M. J., & Rempel, C. (2023). Qualidade do leite bovino cru refrigerado de propriedades produtoras de leite e de indústrias de laticínios do Vale do Taquari no Rio Grande do Sul, Brasil. *Revista de Gestão Social e Ambiental*, 17(9), 1-21. <https://doi.org/10.1590/1809-6891v23e-72986P>
- Müller, T. & Rempel, C. (2021). Qualidade do leite bovino produzido no Brasil – parâmetros físico-químicos e microbiológicos: Uma revisão integrativa. *Vigilância Sanitária Debate*, 9(3), 122–129. <https://doi.org/10.22239/2317-269X.01738>
- Olsena, M., Campos, M., Lohning, A., Jones, P., Legget, J., Bannach-Brown, A., ... & Tajouri, L. (2020). Mobile phones represent a pathway for microbial transmission: A scoping review. *Travel Medicine and Infectious Disease*, 35, 101704. <https://doi.org/10.1016/j.tmaid.2020.101704>
- Prado, I. C., Rodrigues, T. G., & Khouri, S. (2004). Metodologia do ensino de microbiologia para Ensino Fundamental e Médio. In *Anais do Encontro Latino-Americano de Iniciação Científica e Encontro Latino-Americano de Pós-Graduação*, [S. I.]: Universidade do Vale do Paraíba, 4. (pp. 127-129).
- Pereira, D. A., Moreira, G. de M. M. & Teodoro, V. A. M. (2012). *Cartilha do produtor de leite: Boas práticas de ordenha*. Juiz de Fora: EPAMIG ILCT. Recuperado de <https://www.epamig.br/ilct/wp-content/uploads/2020/07/BOAS-PRATICAS-DE-ORDENHA.pdf>
- Pereira, D. A., Teodoro, V. A. M., Moreira, G. de M. M, Costa, R. G. B. & Pinto, S. M. (2022). Avaliação da higienização de superfícies de tanques comunitários de resfriamento e conservação de leite cru. *Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes*, 77(1), 1-11. <https://doi.org/10.14295/2238-6416.v77i1.868>
- Quintana, A. R., Seseña, S., Arias, R., & Garzón, A. (2020). Factors affecting levels of Airborne bacteria in dairy farms: A Review. *Animals*, 10(3), 526. <https://doi.org/10.3390/ani10030526>
- Rocha, L. de A., Rodrigues, L. M., Araújo, M. da C., Soares, T. da C., Barbosa, G. S. A., & de Oliveira, E. S. (2019). Analysis of the temperature control of foods served in a University Food and Nutrition Unit in the city of Picos, state of Piauí, Brazil. *Research, Society and Development*, 8(2), e882563. <https://doi.org/10.33448/rsd-v8i2.563>
- Silva, N., Junqueira, V. C. A., Silveira, N. F. A., Taniwaki, M. H., Gomes, R. A. R., Okazaki, M. M. & Iamanaka, B. T. (2017). *Manual de Métodos de Análise Microbiológica de Alimentos e Água*. São Paulo: Blucher.
- Silva, C. G., Alessio, D. R. M., Knob, D. A., d'Ovidio, L., & Thaler Neto, A. (2018). Influência da sanificação da água e das práticas de ordenha na qualidade do leite. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, 70(2), 615–622. <https://doi.org/10.1590/1678-4162-9466>
- Silva, G. A. B da, Santos, W. B. dos, Lopes, T. S. de A., Ferreira, W. B. & Rodrigues, A. C. L. (2022). Comparison of commercial disinfectants and an *in loco*-produced solution: free residual chlorine decay in human supply Waters. *Water Supply*, 22(3), 2695–2706. <https://doi.org/10.2166/ws.2021.443>
- Sousa, F. das C. de & Cunha, M. L. D. (2023). Análise físico-química e microbiológica de águas subterrâneas de povoados do município de Penaforte (Ceará). *Revista Brasileira de Meio Ambiente*, 11(1), 215-226. <https://doi.org/10.5281/zenodo.8023354>

Sveum, W. H., Moberg, L. J. & Rude, R. A. (1992). Microbiological monitoring of the food processing environment. In Vanderzant, C. & D. F. Splittstosser (Eds.). *Compendium of methods of the microbiological examination of foods*. (pp. 51-74). Washington: APHA.

Vargova, M., Vyroštová, J., Lakticová, K. V., & Zigo, F. (2023). Effectiveness of sanitation regime in a milking parlour to control microbial contamination of teats and surfaces teat cups. *Annals of Agricultural and Environmental Medicine*, 30(1), 55-60. <https://doi.org/10.26444/aaem/161037>

Xulu, N. H., & Naidoo, K. (2023). Traditional milking hygiene practices and their effect on raw milk quality of rural small-scale dairy farmers in Kwa-Hlabisa, Kwa Zulu-Natal, South Africa. *African Journal of Inter/Multidisciplinary Studies*, 5(1), 1-13. <https://doi.org/10.51415/ajims.v5i1.1127>

Washaya, S., Jakata, C., Tagwira, M., & Mupofu, T. (2022). Bacterial milk quality along the value chain in smallholder dairy production. *The Scientific World Journal*, 2022(1), 1-6. <https://doi.org/10.1155/2022/7967569>

Wynn, P. C., McGill, D. M., Aslam, N., Tufail, S., Latif, S., Ishaq, M., ... & Godfrey, S. S. (2017). The impact of extension programs to increase the productivity of the small-holder dairy farming industry of Pakistan. *International Journal of Animal Science*, 1(2), 1008-1013.

Como citar este artigo:

Teodoro, V. A. M., Machado, T. B. de M., Ângelo, F. F., Moreira, G. de M. M., Henriques, L. T., França, A. B., de Araujo, R. F., & Chaves, A. S. (2025). A Microbiologia como ferramenta de extensão para a educação em saúde. *Revista Brasileira de Extensão Universitária*, 16(2), 175-188.
