REVISTA
DO INSTITUTO DE LATICÍNIOS CÂNDIDO TOSTES
v. 77, n. 1, jan-mar 2022

Artigo DOI: 10.14295/2238-6416.v77i1.868

AVALIAÇÃO DA HIGIENIZAÇÃO DE SUPERFÍCIES DE TANQUES COMUNITÁRIOS DE RESFRIAMENTO E CONSERVAÇÃO DE LEITE CRU

Evaluation of the surfaces cleaning of community raw milk cooling and storage tanks

Daniel Arantes Pereira[1], Vanessa Aglaê Martins Teodoro[2], Gisela de Magalhães Machado Moreira[3], Renata Golin Bueno Costa[3], Sandra Maria Pinto[4]*

RESUMO

A eficácia dos procedimentos de higiene adotados em tanques de expansão comunitários foi avaliada por meio da análise de superfícies do tanque de recepção, da mangueira de conexão entre a recepção e o tanque de expansão, do tanque de resfriamento, de latões de plástico e metálicos. Foram realizadas contagens de mesófilos aeróbios estritos e facultativos, coliformes à 30 °C e *Escherichia coli*, além dos testes de ATP-bioluminescência e 3M *Clean-Trace Surface Protein Plus*. A saída do tanque de expansão apresentou as maiores contagens de mesófilos aeróbios estritos e facultativos e maior reprovação pelo método ATP-bioluminescência. A contagem de coliformes à 30 °C foi superior durante o período de chuvas. O método ATP-bioluminescência e o teste 3M *Clean-Trace Surface Protein Plus* apresentaram resultados de aprovação semelhantes nas superfícies onde o emprego do cloro é frequente, na recepção e no tanque de expansão. Nas superfícies onde a aplicação de cloro não é frequente, como de mangueiras e latões, o método de ATP-Bioluminescência foi o que apresentou maior índice de reprovação das condições higiênicas. Durante o período chuvoso as superfícies avaliadas apresentaram piores resultados.

---

1 Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais, Campo Experimental Risoleta Neves, Avenida Visconde do Rio Preto, s/nº, CTAN, 36301-360, São João del-Rei, MG, Brasil. Email: daniel.arantes@epamig.br
2 Universidade Federal de Juiz de Fora, Departamento de Medicina Veterinária, Juiz de Fora, MG, Brasil.
3 Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais, Instituto de Laticínios Cândido Tostes, Juiz de Fora, MG, Brasil.
4 Universidade Federal de Lavras, Departamento de Ciência de Alimentos, Lavras, MG, Brasil.

*Autor para correspondência

Recebido / Received: 06/05/2021
Aprovado / Approved: 05/11/2021

A falta de procedimentos padronizados de higienização compromete a qualidade microbiológica das superfícies, pois apenas onde houve o uso rotineiro de sanitizantes após limpeza adequada observou-se a redução da contaminação das superfícies.

Palavras-chave: sanitização, leite, contaminação, ATP-bioluminescência.

ABSTRACT

The sampling of the following surfaces evaluated the efficiency of hygiene procedures used in collective expansion tanks: receiving tank; connecting hose between the reception and the expansion tank; cooling tank; plastic bins; metal cans. Mesophilic aerobic counts were performed, coliforms and Escherichia coli at 30 °C, evaluation of hygiene by ATP-bioluminescence and the test 3M Clean-Trace Surface Protein Plus. The output of the expansion tank had the highest counts of aerobic mesophilic and greater disapproval by the ATP-bioluminescence method. The coliform 30 °C count was higher during the rainy season. The ATP-bioluminescence and the test 3M Clean-Trace Surface Protein Plus method showed similar approval results on surfaces where chlorine employment is usual, like at reception and in the expansion tank. In areas where the chlorine application is infrequent, such as the hose, plastic cans, and metal, the ATP-Bioluminescence method was more accurate in adopting hygienic conditions. The rainy season resulted in worse results in the evaluated areas. The lack of standardized cleaning procedures is committed to the microbiological quality of the surfaces of expansion tanks. Only the surfaces where there was the routine use of sanitizers after effective cleaning showed reduced contamination of surfaces.

Keywords: sanitization, milk, contamination, ATP - bioluminescence

INTRODUÇÃO

O leite possui um alto valor nutricional, sendo um dos principais alimentos consumidos pelo homem. Apesar de suas vantagens, pode acarretar agravos à saúde, sobretudo quando produzido, armazenado e processado em condições higiênico-sanitárias inadequadas (ORNELLAS *et al.*, 2017). O sistema de coleta tem grande importância e está diretamente ligado à segurança dos alimentos, no que se refere a qualidade e inocuidade (FRANÇA *et al.* 2015). Nos últimos anos, a produção de leite no país vem sofrendo mudanças constantes, sobretudo em função da regulamentação e normatização das etapas de produção, armazenamento e transporte com vistas à melhoria da qualidade do leite (STRASSBURGER *et al.*, 2019).

A utilização de tanques comunitários para refrigeração de leite cru está regulamentada pela Instrução Normativa nº 77 (BRASIL, 2018). Com essa regulamentação, as associações de produtores rurais que possuem tanques comunitários passaram a ter algumas das responsabilidades que antes estavam a cargo da indústria de laticínios. Entre elas a quantificação e seleção do leite dos produtores associados e a higienização dos equipamentos, utensílios e latões de transporte de leite. Nos tanques comunitários, os titulares do tanque e responsáveis pela recepção do leite devem estar capacitados para realizar a quantificação do leite, para seleção do leite e registro dos resultados teste do Alizarol 72% v/v e, pela higienização dos equipamentos, utensílios e pelo veículo transportador. Os procedimentos de higienização de tanques, latões e utensílios devem estar todos registrados e descritos.

O resfriamento do leite em tanques de expansão comunitários é uma alternativa adotada por pequenos produtores que se agrupam em associações para se adequar à legislação. Este modelo é bastante difundido na região da Zona da Mata Mineira, em função das suas características fundiárias onde predomina a agropecuária familiar com tradição histórica de exploração leiteira,

mas atualmente descapitalizada e com baixo potencial para investimentos (PEREIRA; MAGALHÃES, 2012).

Na região da Zona da Mata Mineira, aproximadamente 41% do leite cru produzido é refrigerado em tanques de expansão comunitários (PEREIRA, 2011). Entretanto, a falta de capacitação gerencial dos produtores, as falhas nos processos de higienização, o manejo inadequado da ordenha, a falta de programas de controle de mastite, a presença de fontes de água contaminadas, entre outros, vêm comprometendo a qualidade do leite comercializado em conjunto (PEREIRA; MAGALHÃES, 2012).

Castro *et al.* (2014) ressaltam que o leite cru refrigerado deve apresentar qualidade microbiológica boa ou satisfatória a fim de oferecer maior rendimento industrial e gerar derivados nobres. Porém, condições inadequadas de higiene em ambientes podem contribuir para a contaminação cruzada, bem como diminuir a vida de prateleira dos produtos e aumentar o risco de doenças de origem alimentar (SILVA *et al.*, 2011).

Manzi *et al.* (2016) apontam que os pontos críticos dos tanques comunitários são as práticas de higienização de equipamentos e utensílios, que propiciam a proliferação da microbiota deteriorante e comprometendo a qualidade do leite. Após a ocorrência de contaminação microbiana, falhas no armazenamento e transporte do leite para o laticínio, tais como tempo e temperatura inadequados, favorecem condições para a multiplicação dos microrganismos contaminantes (OLIVEIRA *et al.*, 2012).

Adequações dos procedimentos de limpeza e sanitização contribuem significativamente para a redução da persistência de bactérias em colônias de biofilme, mais resistentes a agentes químicos e processos físicos do que suas formas planctônicas (ANNOUS *et al.*, 2009). Alguns produtos como clorexidina e iodo não são capazes de inibir a adesão de algumas bactérias às superfícies e não apresentam ação significativa em biofilmes consolidados de *Staphylococcus* spp., ressaltando a importância de programas sanitários e a redução de fontes de contaminação da glândula mamária a fim de evitar a formação de biofilmes (PEIXOTO *et al.*, 2015).

De acordo com Andrade *et al.* (2008), a higienização deve ser avaliada periodicamente e, sempre que possível, em condições reais de utilização. É necessária a adoção de medidas corretivas em casos de desvios de procedimentos de forma a garantir a produção de alimentos seguros.

O nosso objetivo foi avaliar, por diferentes métodos, a eficácia dos procedimentos de higienização de equipamentos e utensílios praticados em plataformas de recepção de tanques comunitários de produtores de leite na região da Zona da Mata Mineira.

MATERIAL E MÉTODOS

A escolha dos tanques comunitários foi baseada no volume recebido, capacidade de estocagem e o número de associados. Assim, selecionou-se dois tanques comunitários localizados na Zona da Mata Mineira, com média de 13 produtores associados, que recebiam, em média, 812 litros por dia, com capacidade de estocagem de 2000 litros. A água usada nos processos de higienização dos tanques selecionados era coletada em nascente sem qualquer tratamento prévio. Os produtos de higienização nos tanques comunitários eram fornecidos pelo laticínio.

Foram selecionadas superfícies que entram em contato com o leite durante sua coleta, recepção e estocagem nos tanques. As amostras foram coletadas após a higienização da superfície e antes do seu contato com o leite. As superfícies analisadas foram: tanque de recepção e filtragem do leite, mangueira de conexão entre o tanque de recepção e o tanque de expansão, tanque de resfriamento, saída do tanque de expansão, latões de plástico e latões metálicos.

As amostras foram coletadas com o auxílio de *swabs* de algodão, embebidos em água peptonada, acrescida de 0,25% de tiossulfato de sódio, ambos estéreis. Foram realizados movimentos cruzados em cinco áreas escolhidas aleatoriamente, delimitadas por moldes estéreis de 50 cm², perfazendo um total de área coletada de 250 cm² (EVANCHO *et al.*, 2001).

As amostras foram mantidas em recipiente isotérmico, com gelo, até a realização das análises.

Foram analisadas quanto à contagem de mesófilos aeróbios estritos e facultativos, coliformes à 30 °C e *E. coli* utilizando, respectivamente, placas de Petrifilm™ 3M – Petrifilm *Aerobic Count Plate* (AC) (AOAC 990.12) e de Petrifilm™ 3M – *E. coli/Coliforms Count Plate* (EC) (AOAC 991.14), de acordo com os procedimentos determinados pelo fabricante. As diluições utilizadas foram definidas em testes preliminares. Após incubação, as colônias formadas foram enumeradas e o resultado expresso em UFC.cm^{-2}.

A avaliação da higienização pelo método de ATP-Bioluminescência foi realizada por meio de um luminômetro modelo AccuPoint Hygiene Monitor 9600, marca Neogen Corporation®. Utilizou-se *swabs* compatíveis com o equipamento, segundo metodologia descrita pelo fabricante. As amostras de superfícies foram coletadas nos mesmos pontos descritos anteriormente com auxílio de moldes estéreis com área de 100 cm². A leitura foi realizada pelo equipamento e os resultados foram expressos em unidades relativas de luz por cm² (URL.cm^{-2}).

O teste 3M *Clean-Trace Surface Protein Plus* foi realizado segundo metodologia do fabricante, nos mesmos pontos descritos anteriormente. Como o teste é dependente do tempo, desconsiderou-se qualquer alteração de cor depois do período de 10 minutos.

As avaliações foram realizadas em duplicata com 8 repetições no período das chuvas (outubro, novembro e dezembro) e 8 repetições no período de seca (julho, agosto e setembro), em cada um dos tanques comunitários.

Para análise dos resultados foi usado o Delineamento Inteiramente Casualizado e os resultados foram submetidos à análise de variância, com o programa computacional SAS, versão 9.2, e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não foi observada a adoção rotineira de procedimentos padronizados de higienização, sendo comprometido o uso diário de concentrações adequadas dos detergentes e sanitizantes, exposição por tempo suficiente aos agentes químicos e temperatura apropriada. A adequação dos procedimentos adotados para a produção de leite deve ser implementada em todos os elos da cadeia, de forma a garantir a produção dentro dos padrões legais, tendo como objetivo a melhoria de renda do produtor, melhor desempenho das indústrias e segurança ao consumidor final (STRASSBURGER *et al.*, 2019).

Não há regulamentação específica para contagens de microrganismos em equipamentos e utensílios. A *American Public Health Association* (APHA) recomenda que, após os procedimentos de higienização, as contagens de mesófilos aeróbios estritos e facultativos sejam inferiores a 2 UFC.cm^{-2} (equivalente a 0,30 $\log_{10}$ de UFC.cm^{-2}) para superfícies em condições adequadas de processamento. Esta recomendação é considerada rígida para as condições brasileiras, por isso, alguns pesquisadores e algumas instituições como a Organização Mundial de Saúde (OMS) admitem contagens de até 50 UFC.cm^{-2} de superfície (ANDRADE *et al.*, 2008), ou seja 1,70 $\log_{10}$ de UFC.cm^{-2}.

Os resultados das médias logarítmicas das contagens de mesófilos aeróbios estritos e facultativos nos diferentes pontos de superfície são exibidos na Tabela 1.

A saída do tanque de expansão foi a superfície que apresentou a maior contagem de mesófilos aeróbios estritos e facultativos, entretanto, não apresentou diferença estatística ($p \geq 0,05$) quando comparada aos demais pontos, exceto a recepção ($p < 0,05$). A maior contagem de mesófilos aeróbios estritos e facultativos na saída do tanque de expansão pode ser explicada pela maior dificuldade de acesso das escovas de limpeza apropriadas, em função do formato tubular e pelo menor tempo de permanência de soluções sanitizantes. A maior presença de mesófilos aeróbios nessa superfície aponta para a demanda de maior frequência de limpeza e treinamento do responsável pela limpeza. Por outro lado, a superfície da recepção possui fácil acesso para a limpeza manual e maior tempo de exposição à solução sanitizante, possibilitando redução considerável das contagens.

A análise de variância dos resultados mostrou que não houve diferença significativa (p>0,05) entre os períodos seco e chuvoso.

Em trabalho realizado por Santana *et al.* (2001), os *swabs* realizados em latões apresentaram contagens de mesófilos aeróbios de 9 log_{10} de UFC.cm^{-2}, bem superiores às encontradas neste estudo. Teodoro *et al.* (2010) encontraram, em baldes e latões, 10% das amostras com contagens menores que 1 log_{10} de UFC.cm^{-2}, para esse mesmo grupo de microrganismos, enquanto nas demais amostras (90%), os valores variaram de 3,11 log_{10} de UFC.cm^{-2} a maior que 4,6 log_{10} de UFC.cm^{-2}.

Tabela 1 – Médias dos logaritmos decimais (log_{10}) de UFC.cm^{-2} de mesófilos aeróbios estritos e facultativos

Superfícies	Média (log_{10} UFC.cm^{-2}) ± DP*
Saída do tanque	5,77^{a} (± 1,19)
Latão metálico	4,29^{ab} (± 0,97)
Mangueira	4,15^{ab} (± 0,57)
Latão plástico	4,04^{ab} (± 0,32)
Tanque de resfriamento	3,93^{ab} (± 1,02)
Recepção	2,91^{b} (± 0,56)

*DP = desvio padrão. Médias com mesma letra não diferem entre si (p>0,05) pelo Teste de Tukey.

De modo geral, as superfícies avaliadas não atenderam os limites aceitáveis para microrganismos mesófilos aeróbios estritos, provavelmente devido a inexistência de um Procedimento Operacional Padronizado (POP) a ser seguido pelos produtores. Considerando que esses microrganismos podem ser removidos pelos processos convencionais de limpeza, envolvendo detergente, água corrente e sanitização (KOCHANSKI *et al.*, 2009).

Ressalta-se que as bactérias no biofilme apresentam uma grande resistência em relação a desinfetantes e antimicrobianos, em função de alterações em sua fisiologia e proteção efetiva pela matriz de exopolissacarídeos (EPS) (SADIQ *et al.*, 2017). Além disso, é importante destacar que cada espécie de bactéria possui capacidade de adesão distinta em diferentes tipos de superfície, tais como aço inox e polipropileno (COSTA *et al.*, 2016).

A contagem de coliformes à 30 °C não apresentou diferença significativa (p>0,05) entre os pontos de superfície amostrados. No entanto, houve diferença significativa (p≤0,05) entre os períodos seco e chuvoso, sendo que no período das chuvas as superfícies mostraram-se mais contaminadas, exceto para latões plásticos. As médias logarítmicas das contagens de coliformes à 30 °C são apresentadas na Figura 1.

As altas contagens de coliformes à 30 °C, constatadas em todas as superfícies amostradas, também podem ser explicadas pela ausência de padronização dos procedimentos de higienização, em especial nas etapas de sanitização, com a negligência ou uso de cloro em dosagens insuficientes. Outro fator que certamente pode contribuir para estes resultados é a contaminação da água utilizada na higienização das superfícies. Os pontos amostrados não apresentaram contagens de *E. coli*.

Os resultados das análises de ATP-Bioluminescência das estações seca e chuvosa estão apresentados nas Figuras 2 e 3, respectivamente. De acordo com as recomendações do fabricante, as superfícies contendo até 150 URL.cm^{-2} são consideradas em condições higiênicas satisfatórias, entre 151 e 300 URL.cm^{-2} em condições de alerta e acima de 300 URL.cm^{-2}, em condições higiênicas insatisfatórias.

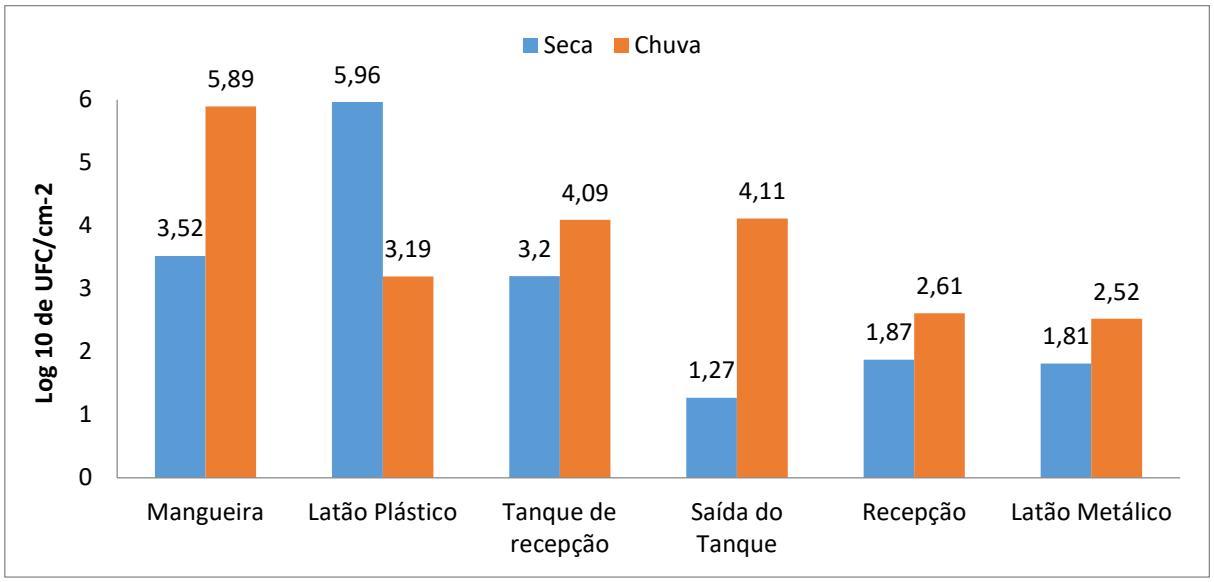

Figura 1 – Médias dos logaritmos decimais (log_{10}) de UFC.cm^{-2} de coliformes à 30 ºC nos pontos amostrados, nas estações seca e chuvosa

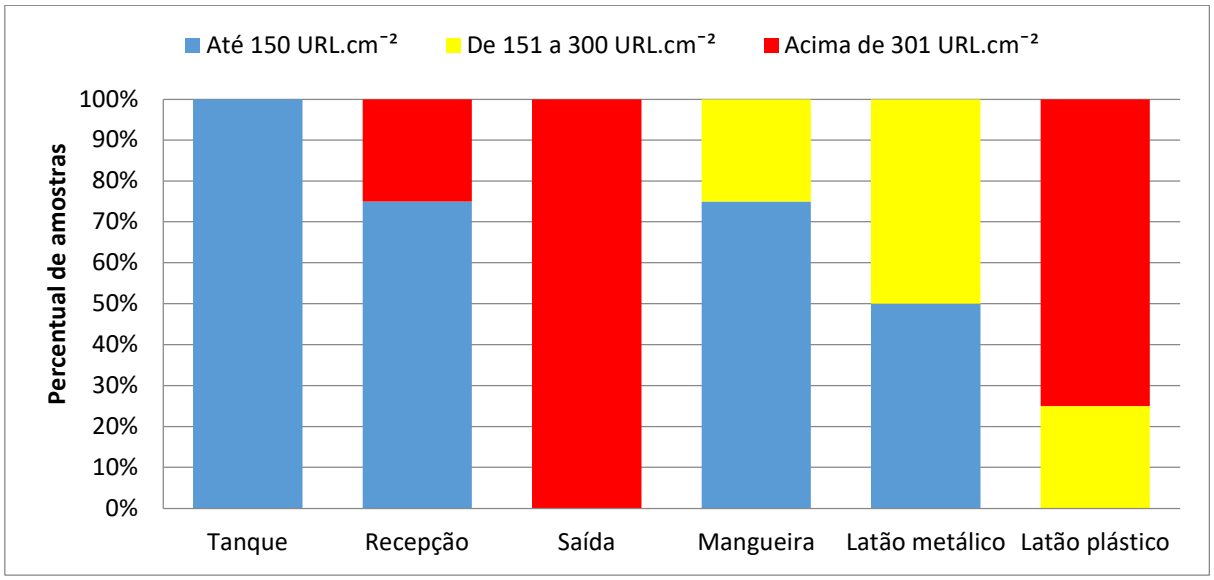

Figura 2 – Percentual de amostras de acordo com as faixas de classificação do fabricante, em URL.cm^{-2}, em cada ponto amostrado durante o período da estação seca

Durante o período seco todas as amostras da saída do tanque de resfriamento apresentaram resultados acima de 301 URL.cm^{-2}, sendo consideradas inaceitáveis, diferentemente da superfície do tanque de expansão onde todas as amostras apresentaram resultados aceitáveis abaixo de 150 URL.cm^{-2}. No período chuvoso, apenas a superfície da recepção apresentou redução de resultados inaceitáveis, sendo que todas as amostras apresentaram resultados abaixo de 150 URL.cm^{-2}. Os demais pontos amostrados apresentaram um sensível aumento no percentual de resultados inaceitáveis, sendo a mangueira de conexão e os latões aqueles que tiveram maior aumento desses resultados (Figura 3).

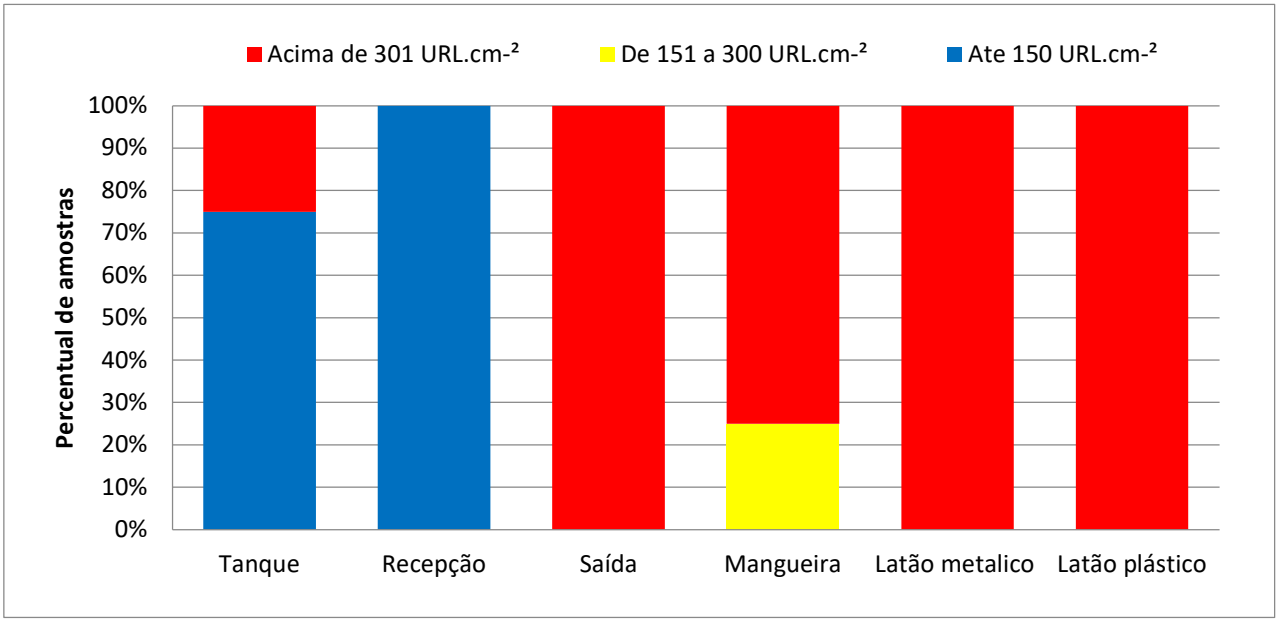

Figura 3 – Percentual de amostras de acordo com as faixas de classificação do fabricante, em URL.cm^{-2}, em cada ponto amostrado durante o período da estação chuvosa.

A comparação entre as médias pelo teste de Tukey evidencia que o resultado da superfície da saída do tanque foi significativamente maior ($p \leq 0,05$) do que os resultados das superfícies do tanque de resfriamento e da recepção, como apresentado da Tabela 2.

Tabela 2 – Médias dos logaritmos decimais (log_{10}) de URL.cm^{-2} para ATP total nas superfícies amostradas nos tanques comunitários*

Superfícies	Média log_{10} de URL.cm^{-2}
Saída do tanque de resfriamento	3,11^{a} (± 0,98)
Latão plástico	2,78^{ab} (± ,023)
Latão metálico	2,50^{ab} (± 0,56)
Mangueira	2,05^{bc} (± 0,17)
Tanque de resfriamento	1,33^{c} (± 1,03)
Recepção	1,15^{c} (± 0,87)

*Médias com mesma letra não diferem entre si, ao nível de 5% de probabilidade pelo Teste de Tukey.

O teste de ATP-Bioluminescência de superfícies é muito empregado pela indústria de processamento de alimentos como parte da análise geral de perigos e medidas de pontos críticos de controle (APPCC). Porém, os resultados deste teste não são indicadores da presença de patógenos (SHAMA; MALIK, 2013). Costa *et al.* (2006) ao avaliarem os procedimentos de higienização de superfícies em aço inoxidável, dos tanques de transporte e estocagem de leite cru resfriado, pela técnica do ATP-bioluminescência, observou que 100% das superfícies estavam em condições higiê-

nicas inadequadas, enquanto a contagem bacteriana indicou apenas 50% de acordo com as recomendações da APHA e 33% de acordo com OMS.

A bioluminescência de ATP pode ser usada para acompanhar as condições de higiene da produção e armazenamento do leite, desde que um procedimento padronizado de amostragem seja aplicado. No caso de valores elevados de URL.cm^{-2}, análises microbiológicas complementares devem ser usadas para identificar se os valores altos são devidos a bactérias ou outro material que contribui com de ATP orgânico, como por exemplo, resíduos de leite (LINDELL *et al.*, 2018).

Os resultados do teste 3M *Clean-Trace Surface Protein Plus* estão apresentados na Figura 4. Esse teste detecta resíduos de proteína e outras substâncias redutoras, indicando o nível de higiene da superfície. De acordo com o fabricante não se destina ao uso como uma ferramenta de monitoramento microbiológico, mas pode detectar bactérias em excesso, com contagens acima de 10^7 UFC por teste.

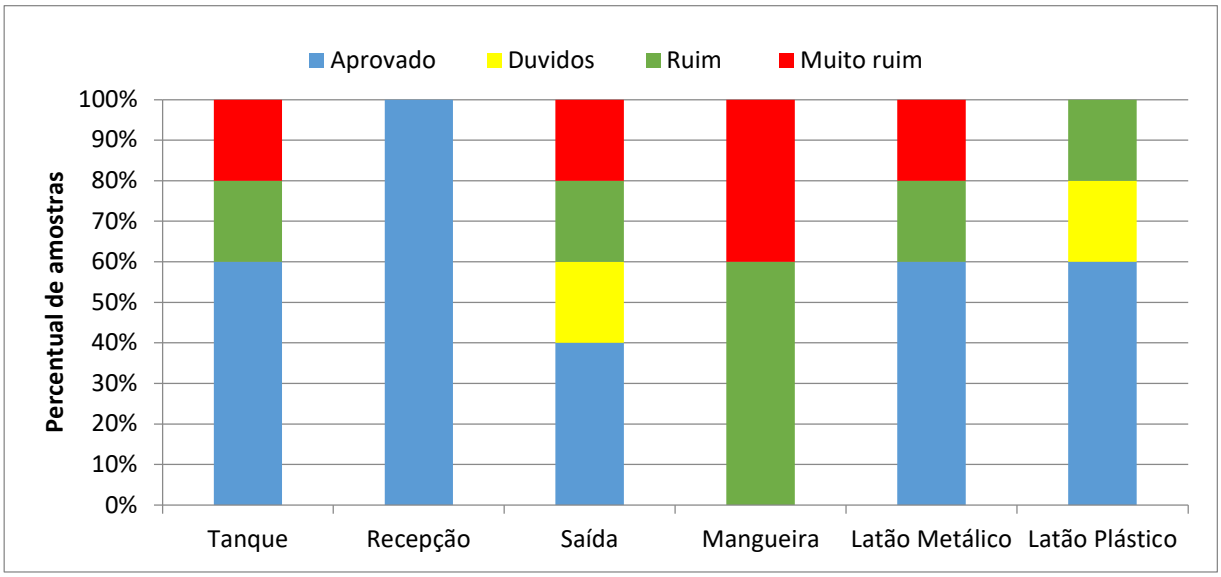

Figura 4 – Percentual de amostras de acordo com os níveis de aceitação do teste de higiene Teste *Surface Protein* Plus 3M™ *Clean-Trace*™ nos pontos de amostragem dos tanques comunitários.

O percentual de resultados de aprovação do teste 3M *Clean-Trace Surface Protein Plus* das superfícies do tanque de resfriamento e da recepção, mostraram-se semelhantes aos percentuais considerados aceitáveis pelo método de ATP-Bioluminescência.

As poucas diferenças nos resultados dos dois testes podem ser explicadas pelo fato que o método de ATP - Bioluminescência baseia-se na detecção da molécula de adenosina trifosfato (ATP) que pode ser de origem microbiana ou não, e o princípio do teste 3M *Clean-Trace Surface Protein Plus* está relacionado com a detecção de proteínas.

De acordo com Simões *et al.*, (2006) os sanitizantes não agem em resíduos de matéria orgânica e inorgânica, que permanecem na superfície após processos de limpeza realizados incorretamente. Além disso, não penetram na matriz do biofilme, não sendo capazes de destruir totalmente as células sésseis viáveis. A técnica do ATP-bioluminescência mostra-se adequada para avaliação das condi-

ções higiênico-sanitárias de superfícies de processamento, quando sanitizantes como hipoclorito de sódio são utilizados (SANTOS *et al.*, 2009).

A partir da diferença dos resultados entre os métodos, pode-se observar que a quantidade de amostras com resultados aprovados foi muito próxima nas superfícies onde o emprego do cloro é mais frequente, ou seja, na recepção e no tanque de expansão. Nas superfícies onde a aplicação de cloro é negligenciada e a remoção de resíduos é realizada somente com o uso de detergente e água, como a mangueira e os latões, os métodos apresentaram diferenças dos resultados, sendo o de ATP-Bioluminescência mais rigoroso na aprovação das condições higiênicas.

De acordo com Andrade *et al*. (2008), o método ATP-bioluminescência pode demonstrar contaminação de origem microbiana e orgânica, porém pode ser influenciada por resíduos de detergentes e outros agentes químicos. Por este motivo, deve ser empregada associada a outras técnicas como contagem microbiana. Embora seja um bom indicativo das condições higiênicas da superfície avaliada, o teste de ATP-bioluminescência não pode ser utilizado como estimativa da contagem microbiana (PAIVA *et al*., 2017).

Os testes rápidos de avaliação da higienização, como o de ATP-bioluminescência e o de proteínas, são mais baratos em comparação aos métodos tradicionais de contagem em placas, e seu resultado, apesar de não ser conclusivo, é revelado em poucos minutos. Por outro lado, a contagem em placas de microrganismos indicadores aponta a eficiência da higienização uma vez que quantifica a população microbiana, permitindo uma avaliação direta da desinfecção. Entretanto, como seu resultado não é imediato, é necessário aguardar o período de incubação que pode ultrapassar 24 horas, e impede uma interferência imediata. Assim, seria importante analisar o monitoramento com a combinação de metodologias e a definição de sua frequência.

Os resultados encontrados no presente trabalho mostram que em tanques de expansão comunitários é necessário treinamento dos produtores com foco na padronização de procedimentos de higienização e no preparo de soluções de limpeza e sanitização em concentrações adequadas.

CONCLUSÃO

Nenhuma das superfícies avaliadas foi considerada em condições ideais do ponto de vista higiênico-sanitário para contato com o leite. A falta de padronização dos procedimentos de higienização compromete a higiene das superfícies dos tanques de expansão comunitários e apenas nas superfícies onde há o uso rotineiro de sanitizantes há redução da contaminação das superfícies. O período chuvoso acarretou em piores resultados nas superfícies avaliadas. Os métodos rápidos podem ser criteriosamente adaptados para serem empregados na rotina de avaliação das condições higiênicas dos utensílios e equipamentos de tanques comunitários, tendo em mente suas limitações de detecção e a possibilidade e conveniência da combinação dos métodos.

Existe uma demanda de capacitação e formação constante para os responsáveis pela higienização e manutenção das estruturas dos tanques comunitários. Portanto, é de extrema importância definir procedimentos operacionais padrão para as operações de higienização dos equipamentos e utensílios dos tanques comunitários.

AGRADECIMENTOS

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG), pelo suporte financeiro.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, N. J.; PINTO, C. L. O.; ROSADO, M. S. Controle da higienização na indústria de alimentos. *In*: ANDRADE, N. J. **Higiene na indústria de alimentos**: avaliação e controle da adesão e formação de biofilmes bacterianos. São Paulo: Varela, 2008. p. 181-226

ANNOUS, B. A.; FRATAMICO, P. M.; SMITH, J. L. Quorum sensing in biofilms: why bacteria behave the way they do. **Journal of Food Science**, v. 74, n. 1, p. R24-R37, 2009. DOI: 10.1111/j.1750-3841.2008.01022.x

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 77, de 26 de novembro de 2018. Estabelece os critérios e procedimentos para a produção, acondicionamento, conservação, transporte, seleção e recepção do leite cru em estabelecimentos registrados no serviço de inspeção oficial. **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília, DF, n. 230, p. 10, 30 nov. 2018.

CASTRO, K. A. *et al.* Efeito da contagem de células somáticas sobre a qualidade dos queijos prato e mussarela. **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial**, v. 8, n. 1, p. 1237-1250, 2014. DOI: 10.3895/S1981-36862014000100009

COSTA, K. A. D. *et al.* Formação de biofilmes bacterianos em diferentes superfícies na indústria de alimentos. **Revista do Instituto de. Laticínios Cândido Tostes**, v. 71, n. 2, p. 75-82, 2016. DOI: 10.14295/2238-6416.v71i2.512

COSTA, P. D. *et al.* ATP-bioluminescence assay as an alternative for hygiene-monitoring procedures of stainless steel milk contact surfaces. **Brazilian Journal of Microbiology**, v. 37, n. 3, 2006. DOI: 10.1590/S1517-83822006000300026

EVANCHO, G. M. *et al*. Microbiological monitoring of the food processing environment. *In*: DOWNES, F. P.; ITO, K. (ed.). **Compendium of Methods for the Microbiological Examination of Foods**. 4. ed. Washington: APHA, 2001.cap. 3, p. 25-35.

FRANÇA, A. I. M. *et al.* Qualidade do leite cru refrigerado granelizado coletado no sudoeste goiano. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**. v. 70, n. 6, p. 316-325, 2015. DOI: 10.14295/2238-6416.v70i6.489

KOCHANSKI, S. *et al.* Evaluation of microbiology conditions in a food and nutrition unit. **Alimentos e Nutrição**, v. 20, n. 4, p. 663-668, 2009.

LINDELL, I. C. *et al*. Adenosine triphosphate bioluminescence for hygiene testing of rubber liners and tubes on dairy farms. **Journal of Dairy Science**. v. 101, n. 3, p. 2438-2447, 2018. DOI: 10.3168/jds.2017-13466

MANZI, M. P. *et al*. Qualidade do leite de tanques comunitários de propriedades rurais no município de Botucatu, SP. **Higiene Alimentar**, v. 30, n. 254-255, p. 96-100, 2016.

OLIVEIRA, M. M. M. de *et al.* Control of planktonic and sessile bacterial cells by essential oils. **Food and Bioproducts Processing**, v. 90, n. 4, p. 809-818, 2012. DOI: 10.1016/j.fbp.2012.03.002

ORNELLAS, T. S. *et al.* Percepção de estudantes sobre a produção e qualidade do leite destinado ao consumo humano. *In*: SEMANA ACADÊMICA DO CURSO DE AGRONOMIA DO CCAE/UFES, 28., 2017. **Anais [...]** Alegre: CCAE/UFES, 2017.

PAIVA, P. H. C. *et al*. Higienização: da produção do leite à indústria de laticínios. *In*: SOBRAL. D. *et al.* **Informe Agropecuário** – Prevenção e correção de defeitos na produção de leite e derivados. Belo Horizonte: EPAMIG, 2017. p. 43-52.

PEIXOTO, M. M. R. *et al*. Ação dos desinfetantes sobre a adesão e biofilme consolidado de *Staphylococcus* spp. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v. 35, n. 2, p. 105-109, 2015. DOI: 10.1590/S0100-736X2015000200001

PEREIRA, D. A. **Fatores impactantes na qualidade do leite de tanques comunitários na microrregião de Juiz de Fora (MG)**. 2011. Dissertação (Mestrado Profissionalizante em Ciência e Tecnologia do Leite e Derivados) – Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, p. 112. 2011.

PEREIRA, D. A.; MAGALHÃES, F. A. R. Fatores impactantes na qualidade do leite de tanques comunitários na microrregião de Juiz de Fora (MG). **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, v. 67, n. 385, p. 74-75, 2012.

SADIQ, F. A. *et al.* Phenotypic and genetic heterogeneity within biofilms with particular emphasis

on persistence and antimicrobial tolerance. **Future Microbiology**, v. 12, p. 1087-1107, 2017. DOI: 10.2217/fmb-2017-0042

SANTANA, E. H. W. *et al.* Contaminação do leite em diferentes pontos do processo de produção: microrganismos aeróbios mesófilos e psicrotróficos. **Semina Ciências Agrárias**, v. 22, n. 2, p. 145-154, 2001. DOI:10.5433/1679-0359.2001v22n2p-145

SANTOS, A. L. *et al.* Estudo comparativo da eficácia de sanitizantes por meio da técnica de ATP - bioluminescência em sistemas de higienização do tipo clean-in-place (CIP). **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, v. 64, n. 370, p. 29-34, 2009.

SHAMA, G; MALIK D. J. The uses and abuses of rapid bioluminescence-based ATP assays. **International Journal of Hygiene and Environmental Health**, v. 216, n. 2, p. 115-125, 2013. DOI: 10.1016/j.ijheh.2012.03.009

SILVA, N. B. N. *et al.* Avaliação microbiologia de equipamentos e utensílios utilizados em laticínios na região de Rio Pomba – MG. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, v. 66, n. 378, p. 5-10, 2011.

SIMÕES, M. *et al.* Control of flow-generated biofilms using surfactants: evidence of resistance and recovery. **Food and Bioproducts Processing**, v. 84, n. 4, p. 338-345, 2006.

STRASSBURGER, A. H. *et al.* Análise da variação da qualidade microbiológica do leite cru refrigerado: uma revisão sistemática de literatura. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, v. 74, n. 1, p. 60-72, 2019. DOI: 10.14295/2238-6416.v74i1.669

TEODORO, V. A. M. *et al.* Avaliação preliminar das condições higiênico sanitárias da produção de leite na Região de Campos das Vertentes - MG. *In:* CONGRESSO BRASILEIRO DA QUALIDADE DO LEITE, 4, 2010, Florianópolis. **Anais [...].** Florianópolis, 2010. 1 CD-ROM.