

Qualidade físico-química e microbiológica de leite cru refrigerado na Região Sudoeste da Bahia

Physical-chemical and microbiological quality of fresh milk in the Southeast Region of Bahia

Camila Carvalho Alves¹ , Carolline Cruz da Silva¹ , Rhaissa Figueiredo Amaral Lopes² , Ana Paula Steffens¹ , Fábía Giovana do Val de Assis³ , Patrícia Lopes Leal¹ 

O objetivo deste trabalho foi avaliar a qualidade de amostras de leite cru refrigerado provenientes de 18 fazendas situadas na região do município de Vitória da Conquista, Sudoeste da Bahia, Brasil. Avaliações quanto à contagem padrão em placas de bactérias mesófilas, bactérias psicotrópicas seguiram metodologia convencional proposta pela Instrução Normativa nº 62/2003 do MAPA. Os parâmetros físico-químicos (acidez titulável em graus Dornic, estabilidade ao álcool alizarol, índice crioscópico) foram avaliados segundo metodologia convencional recomendada pelo Instituto Adolfo Lutz. As análises de gordura, proteína, extrato seco desengordurado (ESD), densidade a 15 °C, foram realizadas utilizando um analisador de leite ultrassônico. Além das características físico-químicas e microbiológicas avaliadas, foi verificada a presença de resíduos dos antibióticos utilizando kits de detecção de penicilina G, tetraciclina, clortetraciclina e oxitetraciclina. Os resultados apontaram presença de mesófilos em valores acima do estabelecido ($3,0 \times 10^5$ UFC/mL) em 50% das amostras de leite cru refrigerado e, aproximadamente, 11% das amostras foram positivas para presença de resíduo de antibiótico. Para os parâmetros acidez, crioscopia, extrato seco desengordurado, estabilidade ao álcool alizarol, foram detectadas irregularidades em pelo menos 11,11% das amostras de leite cru refrigerado. Os resultados indicaram a necessidade de tomada de medidas preventivas, como, por exemplo, a instrução e qualificação de profissionais que lidam diretamente com o gado leiteiro para maiores garantias da qualidade do leite cru refrigerado.

Palavras-chave: Microbiologia do leite. Resíduo de antibiótico. Produtor rural.

This work evaluated the quality of fresh milk samples from 18 farms in the County of Vitória da Conquista, Southwest of Bahia, Brazil. Assessments of the count of mesophilic and psychotropic bacteria followed the conventional methodology proposed by Normative Instruction 62/2003 from the Ministry of Agriculture, Livestock and Supply (MAPA). The physicochemical parameters (titratable acidity in degrees Dornic, alizarol alcohol stability, cryoscopic index) were evaluated according to the conventional methodology recommended by the Adolfo Lutz Institute. The analyses of fat, protein, defatted dry extract, and density at 15 °C, were performed using an ultrasonic milk analyzer. In addition to the physicochemical and microbiological characteristics evaluated, antibiotic residues were verified using penicillin G, tetracycline, chlortetracycline, and oxytetracycline detection kits. The results indicated that mesophiles were present in values higher than that established (3.0×10^5 CFU / mL) in 50% of the samples of refrigerated raw milk, and approximately 11% of the samples were positive for the presence of antibiotic residue. For the parameters acidity, cryoscopy, dry extract defatted, and alizarol alcohol stability, irregularities were detected in at least 11.11% of the samples of raw refrigerated milk. The results indicated the need to take preventive measures, such as the education and qualification of professionals who deal directly with dairy cattle for greater guarantees of the quality of raw refrigerated milk.

Keywords: Antibiotic residue. Milk microbiology. Rural producer.

Autor Correspondente:

Patrícia L. Leal

E-mail:

lealufba@gmail.com

Endereço: Universidade Federal da Bahia (UFBA) Instituto Multidisciplinar em Saúde CEP 45029-094, Bahia (BA), Brasil

Declaração de Interesses: Os autores certificam que não possuem implicação comercial ou associativa que represente conflito de interesses em relação ao manuscrito.

¹ Universidade Federal da Bahia, Instituto Multidisciplinar em Saúde, Vitória da Conquista/BA, Brasil.

² Faculdade de Tecnologia e Ciências, Vitória da Conquista/BA, Brasil.

³ Centro Tecnológico de Desenvolvimento Regional de Viçosa, Ecossulcooes Ltda, Viçosa/MG, Brasil.

INTRODUÇÃO

O leite é uma importante fonte nutricional para o ser humano e considerado um alimento funcional apresentando diversas atividades biológicas atribuídos a sua composição química (1). Esse alto valor nutricional atrai uma grande demanda por leite em todo mundo, mas também o torna susceptível a fraudes, a fim de se obter, normalmente, aumento do rendimento e redução de custos, ou ainda, com finalidade de mascarar possíveis falhas durante o processamento, armazenamento, transporte e comercialização do mesmo (2). Considera-se fraudado, adulterado ou falsificado o leite que: 1) for adicionado de água o que pode ser observado através da crioscopia e extrato seco desengordurado; 2) tiver sofrido subtração de qualquer dos seus componentes, como por exemplo gordura, 3) for adicionado de substâncias conservadoras ou quaisquer elementos estranhos à sua composição o que pode ser observado através da crioscopia, densidade, acidez e extrato seco desengordurado (3).

A presença de micro-organismos indesejáveis no leite e seus derivados representa uma ameaça à segurança da saúde pública e também um fator determinante para a qualidade do alimento, em face das inúmeras alterações no sabor, aroma e aspecto do produto ocasionadas pela proliferação microbiana indesejada (4). Com a intenção de melhorar a qualidade do leite produzido no Brasil, mudanças no setor lácteo vêm sendo implementadas, dando ênfase à refrigeração do leite na propriedade e ao transporte a granel, conforme preconiza a Instrução Normativa nº 62/2011 do Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (3).

No entanto, a aplicação isolada dessas medidas não é suficiente, sendo necessário o uso de práticas higiênicas, durante toda a etapa produtiva, para que a indústria possa receber o leite granelizado com uma baixa contagem bacteriana total (CBT). Pelo não cumprimento desses critérios, irregularidades quanto à qualidade microbiológica e físico-química de leite cru ainda são detectadas em muitas regiões do Brasil (5, 6, 7).

Além da qualidade microbiológica e físico-química do leite cru refrigerado, a presença de resíduos de antibióticos tem exigido atenção dos órgãos de fiscalização. Em função de infecções, como a mastite bovina, os antibióticos têm sido bastante utilizados nas fazendas, e até em muitos casos, de maneira indiscriminada, seja para fins terapêuticos, principalmente visando a cura dessas infecções, ou ainda incorporados à alimentação animal como suplemento nutricional (8).

A contaminação do leite por antibióticos pode causar diversos problemas à saúde humana, como alergias, indução de resistência bacteriana e atrapalhar no processo fermentativo na produção de produtos derivados (9). Trata-se de algo grave, visto que a sua presença já foi relatada em amostras de leite cru refrigerado em diversos estudos (10, 11, 12).

Considerando a importância em saúde pública e para a indústria, o objetivo deste trabalho foi avaliar a qualidade microbiológica e físico-química, incluindo análise para detecção de resíduos de antimicrobianos, em amostras de leite cru refrigerado produzido na região do município de Vitória da Conquista/BA.

MATERIAL E MÉTODOS

As amostras de leite cru ($n = 18$) foram coletadas de tanques de refrigeração de diferentes fornecedores situados na região do município de Vitória da Conquista/BA (14°51'58"S; 40°50'22"W). Todas as amostras coletadas foram acondicionadas e refrigeradas em caixa isotérmica e conduzidas para análises microbiológicas, físico-químicas e avaliação da presença de resíduos de antibióticos.

Para contagens de bactérias aeróbias mesófilas e psicotróficas, foram empregadas metodologias oficiais descritas na Instrução Normativa nº 62/2003 (Brasil, 2003), utilizando meio de cultura PCA (Plate Count ágar), à temperatura de 35 °C, por 48 horas para mesófilos, e 7 °C por 10 dias para psicotróficos. Após o período de incubação, fez-se a contagem de colônias presentes e os resultados foram expressos em unidades formadoras de colônias (UFC). Todas as amostras foram analisadas em triplicata.

Os parâmetros físico-químicos avaliados foram: acidez titulável em °Dornic, estabilidade ao álcool alizarol e determinação do índice crioscópico, segundo metodologia convencional recomendada pelo Instituto Adolfo Lutz (13). As análises referentes ao teor de gordura, determinação do extrato seco desengordurado, determinação de densidade a 15 °C e teor de proteína foram determinados utilizando um analisador de leite ultrassônico (MASTER MINI), conforme recomendação do fabricante.

Para a avaliação da presença de resíduos de antibióticos foi empregado o teste rápido SNAP-duo* Beta-Tetra ST (IDEXX Laboratories, Maine, USA). Esse teste detecta resíduos dos antibióticos (penicilina G, tetraciclina, clortetraciclina e oxitetraciclina) em níveis iguais ou superiores aos limites estabelecidos pelo Mercosul para o leite bovino, Codex Alimentarius e União Europeia.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A composição química do leite, contagem de células somáticas e contagem de células bacterianas totais podem sofrer alterações devido às diferenças de manejo nas propriedades, principalmente estágio de lactação, raça, alimentação, frequência de ordenha, obtenção e estocagem do leite, idade e saúde da vaca (15). Além disso, é importante destacar que o padrão de produção de leite no Brasil apresenta variações nas diferentes regiões relacionadas ao clima, ao manejo, à disponibilidade de mão de obra, ao preço do leite e de insumos, aos tipos de indústrias e aos produtos por elas produzidos (7). Tais alterações puderam ser notadas no presente estudo, uma vez que, do total de amostras de leite cru refrigerado avaliado, 94,44% apresentaram, pelo menos, uma irregularidade quanto aos valores dos parâmetros físico-químicos estabelecidos pela instrução normativa 62/2011, o que representa um total de 17 amostras sendo assim, somente uma amostra, P11, se mostrou regular para todos os padrões estabelecidos (Tabela 1).

Temperatura foi a variável que mais se mostrou divergente com a legislação, sendo que, somente as amostras P11, P12 e P14 estavam em acordo com a instrução normativa, que determina como temperatura ideal ≤ 7 °C, no período de três horas após a ordenha, sendo a temperatura máxima de chegada do leite na indústria 10 °C.

Das 18 amostras de leite, apenas duas (P7 e P18) apresentaram valores de acidez abaixo do mínimo permitido (< 14 °D), conforme apresentado na Tabela 1. Valores inferiores a 14 °D podem ser interpretados como leite ordenhado de vacas com mastite, vacas no fim da lactação ou ainda leite fraudado (16).

Aproximadamente, 11% das amostras de leite cru refrigerado apresentaram irregularidades na crioscopia. As amostras P3, P9 e P10 apresentaram valores diferentes do estabelecido na legislação ($-0,530$ a $-0,550$ °H), sendo que para a amostra P3 ($-0,517$ °H) foi constatada uma adição de 4,6% de água. O ponto de congelamento está diretamente relacionado a quantidades de solutos dissolvidos no leite, sendo assim, um ponto de congelamento maior que $-0,530$ °H indica uma adulteração por adição de água, enquanto que menor que $-0,550$ °H indica a adição de algum soluto, como sacarose, por exemplo (17,18).

Teores de extrato seco desengordurado abaixo do mínimo estabelecido pela legislação foram verificados para as amostras P3 e P10 (Tabela 1). A diminuição dos ESD pode estar relacionada ao desnate e adição de água (19). E como discutido anteriormente, foram observados valores crioscópicos alterados, sendo que para a amostra P3 houve indicação de adição de água.

A amostra P18 se apresentou instável ao alizarol apresentando coloração roxo escuro, o que é indício de leite que estava ácido e foi alcalinizado (16), isto é corroborado ao observar seus valores de acidez, abaixo dos padrões estabelecidos (12 °Dornic) e valor crioscópico inferior a -0,550 (-0,591 °H), indicando assim, uma possível fraude com adição de agentes alcalinizantes para esta amostra.

Tabela 1 - Parâmetros físico-químicos em amostras de leite cru refrigerado

Amostras ^a	Parâmetros analisados							Estabilidade ao álcool alizarol
	Temperatura (°C)	Acidez (°Dornic)	Crioscopia (°H)	Gordura (g/100 g)	Densidade (g/mL)	Proteína (g/100 g)	ESD ^b (g/100 g)	
P1	15,9	15	-0,545	4,16	1028,5	3,10	8,48	Estável
P2	18,7	15	-0,539	4,24	1029,33	3,10	8,48	Estável
P3	16,4	15	-0,517	4,00	1029,1	3,05	8,31	Estável
P4	17,2	14	-0,538	3,43	1029,82	3,07	8,40	Estável
P5	18,3	16	-0,549	4,04	1030,75	3,21	8,77	Estável
P6	19,4	15	-0,544	4,04	1029,78	3,12	8,52	Estável
P7	21,2	13	-0,532	3,84	1028,98	3,09	8,44	Estável
P8	12,6	16	-0,545	4,12	1030,87	3,23	8,82	Estável
P9	12,1	16	-0,558	4,30	1029,52	3,12	8,52	Instável
P10	11,8	15	-0,551	4,30	1028,78	3,05	8,35	Estável
P11	9,9	15	-0,535	4,01	1029,96	3,13	8,56	Estável
P12	8,1	16	-0,543	4,18	1029,51	3,10	8,49	Estável
P13	10,8	14	-0,531	4,67	1029,82	3,18	8,69	Estável
P14	9,9	15	-0,531	4,41	1029,00	3,03	8,42	Estável
P15	11,7	15	-0,531	4,01	1029,31	3,07	8,40	Estável
P16	16,1	16	-0,541	4,03	1029,45	3,09	8,44	Estável
P17	13,4	15	-0,544	4,91	1030,05	3,22	8,81	Estável
P18	16,8	12	-0,591	3,96	1030,75	3,20	8,74	Instável/Roxo escuro
Valores padrões^b	<10	14 a 18	-0,530 a -0,550	Mín. = 3,0	1,028 a 1,034	Mín. = 2,9	Mín. = 8,4	Estável Rosa

^aESD: Extrato seco desengordurado.

^bValores de parâmetros padronizados de acordo com IN62/2011.

Todas as amostras apresentaram teores de gordura e proteína acima do mínimo estabelecido, cujas médias, respectivamente, foram 4,1 e 3,13g/100g (Tabela 1), resultados similares aos verificados em amostras de leite cru refrigerado nos estados da Paraíba e Goiás, nas quais o teor de gordura variou de 3 a 4,5% (7,20).

Como indicado na Tabela 2, os resultados para qualidade microbiológica do leite mostraram que 50% das amostras de leite cru refrigerado (P3, P4, P7, P9, P10, P12, P13, P14, P17) apresentaram número de bactérias mesófilas acima do estabelecido ($3,0 \times 10^5$ UFC/mL), sendo observada uma média de $2,6 \times 10^6$ UFC/mL dessas bactérias. Amostras que se encontraram em conformidade com a legislação, apresentaram, em média, número de $1,71 \times 10^5$ UFC/mL. Isso pode ocorrer devido à uma série de fatores, como tempo de armazenamento do leite na propriedade leiteira, oscilações na temperatura durante a ordenha, utilização inadequada dos tanques de resfriamento e baixas condições de higiene durante o processo de obtenção do leite levando ao aumento de concentração bacteriana total (CBT) no tanque de expansão (6).

Mesmo não ocorrendo limites estabelecidos para contagem padrão em placas de bactérias psicotróficas, sua ocorrência pode vir a alterar características do leite e até mesmo implicar em prejuízos à saúde dos consumidores. Contagens de psicotróficas a partir de $1,0 \times 10^5$ UFC/mL são suficientes para causar alterações em leites e derivados (21). Considerando esse valor, somente para uma amostra (P5) verificada no presente trabalho a contagem de psicotróficas foi superior ($1,7 \times 10^6$ UFC/m).

Tabela 2 - Parâmetros microbiológicos em amostras de leite cru refrigerado e em amostras de leite pasteurizado tipo C.

Amostras	Bactérias Mesófilas (UFC/mL) ^a	Bactérias Psicotróficas (UFC/mL) ^b
P1	$1,9 \times 10^4$	$3,2 \times 10^3$
P2	$2,7 \times 10^3$	$9,9 \times 10^2$
P3	$7,8 \times 10^6$	$2,5 \times 10^4$
P4	$3,0 \times 10^6$	$1,3 \times 10^3$
P5	$1,5 \times 10^3$	$1,7 \times 10^6$
P6	$7,8 \times 10^4$	$6,2 \times 10^3$
P7	$3,0 \times 10^6$	$2,5 \times 10^4$
P8	$4,0 \times 10^5$	$1,6 \times 10^2$
P9	$2,2 \times 10^6$	$1,2 \times 10^5$
P10	$1,7 \times 10^6$	$5,3 \times 10^4$
P11	$5,5 \times 10^3$	$2,4 \times 10^2$
P12	$2,0 \times 10^7$	$2,7 \times 10^2$
P13	$3,5 \times 10^5$	$8,8 \times 10^3$
P14	$8,1 \times 10^6$	$9,5 \times 10^4$
P15	$1,4 \times 10^5$	$2,4 \times 10^5$
P16	$2,0 \times 10^4$	$1,3 \times 10^3$
P17	$9,7 \times 10^5$	$5,3 \times 10^3$
P18	$1,1 \times 10^5$	$1,5 \times 10^4$

^aMáximo $3,0 \times 10^5$ UFC/mL. ^bMáximo 1×10^5 UFC/mL

Existem várias medidas que controlam a presença de resíduos de antibióticos no leite, cuja presença se deve principalmente a não obediência do período de carência e à falta de fiscalização adequada (5). Sabe-se que não existe uma legislação específica que restringe o uso de antibióticos em animais produtores de alimentos, no Brasil, porém, o leite contaminado por substâncias químicas é considerado adulterado e impróprio para o consumo representando um risco à saúde pública. No presente estudo foi verificado que duas amostras, P5 e P8, apresentaram resíduos de antibióticos, sendo a primeira positiva para a classe de Beta-Lactâmico e a segunda positiva para a classe de tetraciclina, sugerindo problemas em relação à utilização de antibióticos em animais em lactação e indicando não obediência ao período de carência dos medicamentos. Antibióticos do grupo dos β -lactâmicos são os mais utilizados para tratamento de doenças em rebanhos leiteiros, sendo assim, os mais frequentemente detectados no leite (22). No entanto, há autores que verificaram maior presença de resíduos de tetraciclina (44%) comparada a de antibióticos do grupo dos β -lactâmicos (3,5%) em 55 amostras de leite pasteurizado (23).

CONCLUSÃO

Das amostras utilizadas neste trabalho, mais de 90% delas apresentaram irregularidades quanto aos parâmetros físico-químicos (temperatura, crioscopia, acidez e alizarol). A contagem microbiana média total, também apresentou valores acima do estabelecido pela instrução normativa 62/2011 para 50% das amostras, evidenciando a necessidade de melhor execução das práticas de higiene durante o processo de ordenha, transporte e estocagem do leite. Duas das amostras foram positivas para presença de antibiótico, o que põe em risco a saúde do consumidor. Nesse contexto, faz-se necessária a adoção de medidas preventivas e o investimento em programas de controle de qualidade e segurança alimentar que atinja desde o início da cadeia produtiva até o final, a fim de garantir a qualidade do leite e de seus derivados fermentados para o consumidor final.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Universidade Federal da Bahia-Instituto Multidisciplinar em Saúde (UFBA/IMS) e Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado da Bahia (Fapesb) pelo apoio à pesquisa.

REFERÊNCIAS

- (1) MROS, S. et al. Comparison of the bioactivity of whole and skimmed digested sheep milk with that of digested goat and cow milk in functional cell culture assays. **Small ruminant research**, v. 149, p. 202–208, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2017.02.018>.
- (2) HANDFORD, C. E. et al. Impacts of Milk Fraud on Food Safety and Nutrition with Special Emphasis on Developing Countries. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, v. 15, n. 1, p. 130–142, 2016. DOI: 10.1111/1541-4337.12181.
- (3) BRASIL. Ministério de Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA). Instrução Normativa nº 62 de 29/12/2011. Instrução Normativa n.62, de 29 de dezembro de 2011. **Diário Oficial da União**, Brasília, Distrito Federal, 30 de dezembro de 2011. Seção 1. Disponível em: <http://www.apcbrh.com.br/files/IN62.pdf>.
- (4) GUERREIRO, P. K. et al. Qualidade microbiológica de leite em função de técnicas profiláticas no manejo de produção. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 29, n. 1, p. 216-221, 2005. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-70542005000100027>.
- (5) SILVA, R.M.; SILVA, R.C.; RIBEIRO, A.B. Resíduos de antibióticos em leite. SaBios: **Rev. Saúde e Biol.**, v. 7, n. 1, p. 30-44 2012. Disponível em: <http://revista2.grupointegrado.br/revista/index.php/sa-bios2/article/view/923>

- (6) RECHE, N. L. M. et al. Multiplicação microbiana no leite cru armazenado em tanques de expansão direta. **Ciência Rural**, v. 45, n. 5, p. 828-334, 2013. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/0103-8478cr20140542>.
- (7) RIBEIRO NETO, A. C.; BARBOSA, S. B. P.; JATOBÁ, R. B.; SILVA, A. M.; SILVA, C. X.; SILVA, M. J. A.; SANTORO, K. R. Qualidade do leite cru refrigerado sob inspeção federal na região Nordeste. **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.**, v. 64, n. 5, p. 1343-1351, 2012. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0102-09352012000500035>.
- (8) NASCIMENTO, G. G. F.; MAESTRO, V.; CAMPOS, M. S. P. Ocorrência de resíduos de antibióticos no leite comercializado em Piracicaba, SP. **Revista de Nutrição**, v. 14, n. 2, p. 119-124, 2001. <http://dx.doi.org/10.1590/S1415-52732001000200005>.
- (9) BELTRÁN, M. C. et al. Detection of antibiotics in sheep milk by receptor-binding assays. **International dairy journal / published in association with the International Dairy Federation**, v. 34, n. 2, p. 184–189, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2013.09.006>.
- (10) NERO, L. A. et al. Resíduos de antibióticos em leite cru de quatro regiões leiteiras no Brasil. **Food Science and Technology**, v. 27, n. 2, p. 391-393, 2007. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0101-20612007000200031>.
- (11) FERREIRA, A. R. P. et al. Resíduos de antibióticos em leite in natura utilizado para processamento em laticínio localizado no município de Teresina–Piauí. **Acta Tecnológica**, v. 9, n. 1, p. 9-12, 2014. Disponível em: <http://portaldeperiodicos.ifma.edu.br/index.php/actatecnologica/article/view/153>.
- (12) RODRIGUES, M. X.; DALL'AGNOL, L.; BITTENCOURT, J. V. M. Levantamento da Ocorrência de Resíduos de Antibióticos em Leite Cru Produzido na Região dos Campos Gerais, Paraná. **Journal of Health Sciences**, v. 14, n. 4, 2015. DOI: <http://dx.doi.org/10.17921/2447-8938.2012v14n4p%25p>.
- (13) ZENEBON, O.; PASCUET, N. S.; TIGLEA, P. Métodos físico-químicos para análise de alimentos. São Paulo: **Instituto Adolfo Lutz**, 2008. 1020p. Disponível em: http://www.ial.sp.gov.br/resources/editorinplace/ial/2016_3_19/analisedealimentosial_2008.pdf.
- (14) ZOCCAL, R. O. Brasil produziu 30 bilhões de litros em 2010. **Panorama do Leite**, Ano 6, n.62, 2012. Disponível em: <http://www.cileite.com.br/content/o-brasil-produziu-30-bilh%C3%B5es-de-litros-em-2010>.
- (15) McCRAE, C. H.; MUIR, D. D. Heat stability of milk. In: **HEAT- Induced changes in milk**. 2nd. ed. Brussels: IDF, 1995, p. 206-230.
- (16) SANDA, A. C. M. M. et al. Características do leite cru consumido pela população de Pires do Rio-GO. **Clinical & Biomedical Research**, v. 33, n. 2, 2013. Disponível em: <http://seer.ufrgs.br/index.php/hcpa/article/view/37832/27229>.
- (17) FAGNANI, R. et al. Alterações na densidade e crioscopia do leite pela adição de diferentes concentrações de citrato e fortificante. **Revista Caatinga**, v. 27, n. 4, p. 208–215, 2014. Disponível em: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=237132753025>.
- (18) SALES, D. C. et al. Relationship between mozzarella yield and milk composition, processing factors, and recovery of whey constituents. **Journal of dairy science**, v. 100, n. 6, p. 4308–4321, 2017. DOI: <https://doi.org/10.3168/jds.2016-12392>.
- (19) JÚNIOR, J. C. R. et al. Avaliação da qualidade microbiológica e físicoquímica do leite cru refrigerado produzido na região de Ivaiporã, Paraná. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, v. 68, n. 392, p. 5-11, 2013. DOI: <http://dx.doi.org/10.5935/2238-6416.20130022>.
- (20) 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, 2017. DOI: <http://dx.doi.org/10.14295/2238-6416.v70i6.489>.
- (21) PINTO, C. L. O. et al. Qualidade microbiológica de leite cru refrigerado e isolamento de bactérias psicrotróficas proteolíticas. **Food Science and Technology**, v. 26, n. 3, p. 645-651, 2006. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0101-20612006000300025>.
- (22) SHITANDI, A.; KIHUMBU, G. Laboratory evaluation of the improved tube test detection limits for b-lactam residues in Kenyan milk. **African Journal of Biotechnology, Nairobi**, v. 3, n. 1, p. 82-87, 2004. DOI: <https://doi.org/10.5897/AJB2004.000-2015>.

(23) MORAIS, C. M. Q. J. et al. Presença de resíduos de antibióticos em leite bovino pasteurizado. **Food Science and Technology**, v. 30, supl.1, 2010. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0101-20612009005000002>.

Recebido: 20 de setembro de 2020
Aprovado: 09 de novembro de 2022



This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.