



## Avaliação da qualidade microbiológica e físico-química do leite cru comercializado informalmente por rede social

Assessment of microbiological and physicochemical quality of raw milk sold informally through social media

Gabriela Brocco Zaffalon<sup>1</sup> , Celina Martins Decol<sup>2</sup> , Eduarda de Paula Santos<sup>1</sup> , Edivaldo Sampaio de Almeida Filho<sup>1</sup> 

1 Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT), Cuiabá, Mato Grosso, Brasil 

2 Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT), Barra do Bugres, Mato Grosso, Brasil 

\*autor correspondente: gabrielazaffalon@gmail.com

Recebido: 01 de maio de 2025. Aceito: 31 de julho de 2025. Publicado: 26 de agosto, 2025. Editor: Luiz Augusto B. Brito

**Resumo:** Este estudo avaliou a qualidade do leite cru comercializado informalmente, Mato Grosso, Brasil, com ênfase na facilidade de aquisição via rede social e na associação dessa prática com fraudes e graves problemas de qualidade. Foram adquiridos 80 litros de leite cru de quatro produtores distintos por meio de rede social, totalizando 40 amostras. As análises revelaram elevada contaminação microbiológica, com contagens altas de bactérias aeróbias mesófilas ( $8,63 \log_{10}$  unidades formadoras de colônia [UFC]/mL), Enterobacteriaceae ( $7,71 \log_{10}$  UFC/mL), coliformes totais ( $4,15 \log_{10}$  número mais provável [NMP]/mL), coliformes termotolerantes ( $3,34 \log_{10}$  NMP/mL), *Escherichia coli* ( $3,57 \log_{10}$  NMP/mL) e bactérias psicrotróficas ( $4,41 \log_{10}$  UFC/mL). *Salmonella* spp. não foi detectada. As análises físico-químicas indicaram não conformidade em relação aos parâmetros de gordura (15%), proteína (20%), lactose (15%), sólidos desengordurados (47,5%), sólidos totais (20%), densidade (20%), índice crioscópico (82,5%) e acidez Dornic (60%). Além disso, 70% das amostras apresentaram instabilidade no teste do álcool-alizarol, com valores de pH variando entre 5,58 e 6,12. Foram identificadas diversas fraudes — adição de água, sacarose, peróxido de hidrogênio e resíduos de antimicrobianos — evidenciando a gravidade do comércio informal. Adicionalmente, como parte deste estudo, investigou-se a eficácia antimicrobiana de diferentes desinfetantes comumente utilizados ou sugeridos para higienização em ambientes de produção de leite. Entre os cinco desinfetantes testados, o hipoclorito de sódio a 2,5% apresentou a maior eficácia antimicrobiana, seguido do peróxido de hidrogênio a 3% e do cloreto de benzalcônio. O iodóforo a 0,4% e o hipoclorito de sódio diluído de acordo com as recomendações do fabricante não apresentaram efeito significativo. Os resultados evidenciam a baixa qualidade microbiológica e físico-química do leite cru comercializado informalmente nesta região do Brasil, com a contaminação e as fraudes representando um risco sanitário substancial aos consumidores. Esses achados reforçam a necessidade de uma fiscalização mais rigorosa e de maior conscientização pública quanto aos riscos associados ao consumo de leite sem inspeção.

**Palavras-chave:** higiene; microbiologia de alimentos; fraude alimentar; saúde pública; coliformes; leite bovino.

**Abstract:** This study evaluated the quality of raw milk sold informally in Cuiabá, Mato Grosso, Brazil, focusing on the ease of acquisition via social media and the association of this practice with fraud and serious quality issues. Eighty liters of raw milk were acquired from four distinct producers via social media,



totaling 40 samples. The analyses revealed high microbiological contamination, with elevated counts of aerobic mesophilic bacteria ( $8.63 \log_{10}$  colony-forming units [CFU]/mL), Enterobacteriaceae ( $7.71 \log_{10}$  CFU/mL), total coliforms ( $4.15 \log_{10}$  most probable number [MPN]/mL), thermotolerant coliforms ( $3.34 \log_{10}$  MPN/mL), *Escherichia coli* ( $3.57 \log_{10}$  MPN/mL), and psychrotrophic bacteria ( $4.41 \log_{10}$  CFU/mL). *Salmonella* spp. was not detected. Physicochemical analyses indicated non-compliance with parameters for fat (15%), protein (20%), lactose (15%), solids non-fat (47.5%), total solids (20%), density (20%), the cryoscopic index (82.5%), and Dornic acidity (60%). Additionally, 70% of the samples exhibited instability in the alcohol-alizarin test, with a pH ranging from 5.58 to 6.12. We identified several frauds—the addition of water, sucrose, hydrogen peroxide, and antimicrobial residues—underscoring the severity of informal trade. Additionally, as part of this study, we investigated the antimicrobial efficacy of different disinfectants commonly used or suggested for sanitation in milk production environments. Among the five disinfectants tested, 2.5% sodium hypochlorite demonstrated the highest antimicrobial efficacy, followed by 3% hydrogen peroxide and benzalkonium chloride. Iodophor at 0.4% and sodium hypochlorite diluted according to the manufacturer's recommendations did not show a significant effect. The results highlight the poor microbiological and physicochemical quality of informally traded raw milk in this region of Brazil, with contamination and fraud posing a substantial sanitary risk to consumers. The results strongly advocate for more rigorous oversight and greater public understanding regarding the risks associated with consuming uninspected milk.

**Key-words:** hygiene; food microbiology; food fraud; public health; coliforms; bovine milk.

---

## 1. Introdução

A legislação brasileira proibiu a comercialização de leite cru em 1969<sup>(1)</sup>, porém essa prática persiste devido a fatores culturais e à crença em sua superioridade. Embora pesquisas já tenham evidenciado a ilegalidade e as consequências para a saúde relacionadas ao consumo de leite cru, muitos consumidores permanecem alheios a essas questões. Isso é ainda mais agravado pela crença infundada de que o leite industrializado seria inferior por conter conservantes<sup>(2)</sup>. Em outros países observa-se padrão semelhante: na zona rural da Turquia, por exemplo, o consumo de leite cru está associado a pessoas com baixo nível de escolaridade e renda<sup>(3)</sup>.

Tanto o leite cru quanto seus derivados podem veicular patógenos de grande relevância para a saúde pública<sup>(4-7)</sup>. Alguns desses foram responsáveis por 3.521 casos de doenças relacionadas ao consumo de laticínios entre 2000 e 2021 no Brasil, resultando em 4 óbitos<sup>(8)</sup>. Nos Estados Unidos, entre 2007 e 2012, foram registrados 81 surtos associados ao consumo de leite cru em 26 estados, ocasionando 979 casos de enfermidades e 73 hospitalizações<sup>(9)</sup>. O comércio informal também envolve adulterações<sup>(10,11)</sup> e prejuízos econômicos decorrentes da não arrecadação de impostos e da concorrência desleal com empresas legalizadas<sup>(12)</sup>.

Diante disso, buscamos avaliar a qualidade do leite cru comercializado pela internet por meio de análises microbiológicas, físico-químicas e de fraudes. Como estratégia potencial para mitigar os riscos de contaminação, também investigamos a eficácia de desinfetantes comumente utilizados na higiene da ordenha.

## 2. Material e métodos

A pesquisa foi conduzida no LAQUA, o Laboratório de Qualidade de Alimentos da Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT), campus Cuiabá, Brasil.

## 2.1 Amostragem

Foram analisadas 40 amostras de leite cru, cada uma acondicionada em garrafas plásticas de politereftalato de etileno (PET) de 2 litros, totalizando 80 litros. Essas amostras foram adquiridas no primeiro semestre de 2023, provenientes de quatro produtores distintos. Os produtores anunciaiam seus produtos de leite cru em *marketplaces* de redes sociais, juntamente com informações de contato e endereços para retirada, frequentemente incluindo fotografias do leite em garrafas PET e, em muitos casos, também de derivados lácteos. A entrega domiciliar também era oferecida, geralmente mediante taxa adicional. Todas as negociações foram concluídas por meio da função de chat do *marketplace*. O tempo entre a aquisição e a entrega variou entre os vendedores: dois produtores mantinham o produto disponível para retirada regularmente, de modo que o pesquisador coletava o leite no dia seguinte ao contato; os outros dois, que possuíam clientela fixa e faziam entregas semanais, entregaram o produto diretamente nas residências dos pesquisadores. O preço por garrafa variou de R\$10,00 a R\$16,00. No momento da coleta, a temperatura das garrafas era de aproximadamente 15 °C. Em seguida, foram imediatamente acondicionadas em caixa térmica e transportadas ao laboratório para análise.

## 2.2 Análise microbiológica

Para a preparação do inóculo, foram realizadas diluições seriadas de acordo com a ISO 6887-1<sup>(13)</sup>, das quais foram selecionadas três diluições adequadas para o cultivo. A enumeração microbiológica de bactérias mesófilas, psicrotróficas e Enterobacteriaceae foi realizada utilizando as técnicas de plaqueamento em profundidade e em superfície, conforme descrito por Salfinger e Tortorello<sup>(14)</sup>. Os coliformes totais e termotolerantes foram quantificados pelo método dos tubos múltiplos, conforme estabelecido na ISO 6887-1<sup>(13)</sup>. Por fim, a pesquisa de *Salmonella* spp. seguiu a metodologia do Ministério da Saúde do Brasil<sup>(15)</sup>.

## 2.3 Análise físico-química

A densidade a 15 °C foi obtida por meio do termolactodensímetro Quevenne, com posterior correção para a temperatura. A acidez titulável foi determinada através de um acidímetro Dornic. Para avaliar a estabilidade em etanol a 72%, realizamos o teste do álcool-alizarol, misturando partes iguais da amostra e da solução de alizarol a 72% (LABLAC®), observando a formação de coágulo e a alteração de cor. O teor de sólidos totais (ST) foi calculado a partir da combinação entre densidade e teor de gordura, utilizando um disco de Ackermann<sup>(16)</sup>. O pH foi medido em potenciômetro digital, conforme as instruções do fabricante. Um analisador ultrassônico automático (LACTOSCAN SP®) forneceu os teores de gordura, sólidos desengordurados (SD), proteína, lactose e sais, bem como o índice crioscópico, de acordo com as recomendações do fabricante.

## 2.4 Detecção de adulteração

A presença de ureia e fosfatase alcalina foi investigada por meio de tiras rápidas e semiquantitativas para detecção de adulteração em leite (CAP-LAB®). Os resíduos de antibióticos foram detectados utilizando o teste comercial Eclipse 50 (CAP-LAB®), baseado na inibição do crescimento microbiano. Todos os procedimentos seguiram as recomendações do fabricante. Para a detecção de cloro, hipocloritos, peróxido de hidrogênio, soda e amido, utilizou-se a metodologia proposta por Tronco<sup>(17)</sup>, e para sacarose, o método descrito por Marques et al.<sup>(18)</sup>.

## 2.5 Resistência a desinfetantes

Os desinfetantes foram adquiridos de marcas comerciais e designados como "A", "B", "C", "D" e "E", correspondendo, respectivamente, aos seguintes princípios ativos: iodóforo a 0,4%; peróxido de hidrogênio ( $H_2O_2$ ) a 3%; cloreto de benzalcônio; hipoclorito de sódio a 2,5%; e hipoclorito de sódio diluído conforme as recomendações do fabricante para desinfecção ambiental. Para a análise, utilizou-se a técnica de difusão em disco. Com alça bacteriológica, colônias de bactérias mesófilas, Enterobacteriaceae e coliformes totais, previamente isoladas das amostras, foram inoculadas em caldo nutritivo (NB) e incubadas a 36 °C por 24 horas. Em seguida, o inóculo foi espalhado em placas de ágar nutritivo utilizando swab estéril. Sobre a superfície do ágar, foram posicionados discos de papel-filtro previamente embebidos nos desinfetantes. As placas foram então incubadas a 36 °C por 24 horas, e, posteriormente, o halo de inibição formado ao redor dos discos foi medido com auxílio de um paquímetro<sup>(19,20)</sup>.

## 2.6 Análise estatística

Utilizamos o software R para realização do teste de Tukey a fim de identificar diferenças significativas nas contagens microbiológicas entre os produtores e na eficácia dos desinfetantes testados.

## 3. Resultados e discussão

### 3.1 Análises físico-químicas e investigação de fraude

A Tabela 1 demonstra a média dos parâmetros analisados nas amostras de cada grupo de produtores de leite.

**Tabela 1.** Parâmetros físico-químicos do leite cru comercializado em Cuiabá, Mato Grosso, Brasil.

| Parâmetro                   | A      | B      | C       | D      | Padrão <sup>(21)</sup> |
|-----------------------------|--------|--------|---------|--------|------------------------|
| Gordura (%)                 | 3.29   | 4.29   | 4.59    | 3.73   | 3 (Min. %)             |
| Proteína (%)                | 3.32   | 3.23   | 2.78    | 3.08   | 2.9 (Min. %)           |
| Lactose (%)                 | 4.77   | 4.87   | 3.86    | 4.64   | 4.3 (Min. %)           |
| Sólidos desengordurados (%) | 8.54   | 8.84   | 7.67    | 8.44   | 8.4 (Min. %)           |
| Sólidos totais (%)          | 11.49  | 13.14  | 12.27   | 12.17  | 11.4 (Min. %)          |
| Densidade a 15°C            | 1.030  | 1.032  | 1.026   | 1.030  | 1.028 a 1.034          |
| Crioscopia (°C)             | -0.555 | -0.587 | -0.5445 | -0.540 | -0.512 a -0.536        |
| Acidez (°D)                 | 21.93  | 20.15  | 16.97   | 19.8   | 14 a 18°D              |
| pH                          | 6.11   | 6.12   | 5.58    | 5.83   | 6.6 a 6.8              |

No geral, 60% das amostras de leite analisadas apresentaram acidez Dornic fora do padrão aceitável (média de 19,71°D, faixa legal 14 a 18°D). Dentre essas, 95,83% exibiram alto índice de acidez, indicando higiene inadequada e temperaturas elevadas durante o transporte, fatores que favorecem o crescimento de coliformes e a degradação da lactose em ácidos e gases<sup>(22)</sup>. As 29 amostras (72,5%) que apresentaram instabilidade no teste do álcool-alizarol e um pH médio de 5,83 corroboram esse achado. Embora o pH não seja um requisito legal, trata-se de um parâmetro importante, pois está diretamente relacionado à qualidade microbiológica e à estabilidade térmica do leite, variando normalmente entre 6,6 e 6,8. Ao analisar a qualidade do leite cru comercializado em Imperatriz, Maranhão, Souza et al.<sup>(23)</sup> também observaram não conformidade quanto à acidez Dornic (35%) e ao pH (15%), resultados que reforçam a baixa qualidade do leite cru em outras regiões do Brasil. A média de pH, a acidez Dornic e os resultados do teste do álcool-alizarol nas amostras de leite cru evidenciam a prevalência de leite ácido.

Embora a média de ST nas amostras de leite tenha atendido ao limite mínimo legal (11,4%), 20% das amostras apresentaram valores abaixo desse patamar. Além disso, a média de SD foi de 8,3%, inferior ao mínimo legal de 8,4%, com 47,5% das amostras abaixo desse limite. Essas reduções em ST e SD sugerem fortemente adulteração, provavelmente utilizada para aumentar o volume ou mascarar a deterioração, colocando, assim, os consumidores em risco. Achados semelhantes em baixos teores de SD em leite cru já foram relatados em outros estudos <sup>(24,25)</sup>.

Os teores médios de gordura, proteína e lactose estavam dentro dos limites legais, mas algumas amostras apresentaram valores menores (15% para gordura, 20% para proteína e 15% para lactose). Esses valores individuais baixos indicam a possível adição de água para aumentar o volume ou a desnatagem para produção de creme/manteiga, práticas também observadas em outros estudos brasileiros <sup>(26)</sup>, ou, ainda, adição de soro de leite, mas essa fraude pode ser detectada por análises de crioscopia e densidade <sup>(27)</sup>.

A adição de água aumenta o índice crioscópico e diminui a densidade. Embora a densidade média tenha sido de 1,030, 20% das amostras apresentaram valores abaixo do mínimo legal (1,028–1,034). Além disso, 82,5% das amostras apresentaram índice crioscópico inadequado (-0,599 a -0,413 °C), sendo que 30,3% indicaram adição de água e 69,6% sugeriram o uso de agentes reconstituintes, como sal, sacarose, amido e álcool, para mascarar a adição de água <sup>(28)</sup>. Nossos achados são semelhantes aos de Trindade *et al.* <sup>(29)</sup>, que, embora não tenham detectado densidade abaixo do limite mínimo, também observaram índice crioscópico alterado em todas as amostras. Nosso analisador ultrassônico automático de leite detectou adição de água em 30% das amostras, variando de 0,19% a 20,57%. Entre essas amostras adulteradas, 83,33% apresentaram índice crioscópico elevado e 58% apresentaram densidade baixa.

Embora não tenhamos encontrado evidências de amido, 7,5% das amostras testaram positivo para sacarose. Desses amostras com sacarose, uma (2,5% do total) apresentou índice crioscópico normal (-0,522 °C), enquanto duas apresentaram índice crioscópico elevado (-0,536 e -0,588 °C). Diante desses resultados, é provável que a sacarose não tenha sido a única substância utilizada para reconstituição. O índice crioscópico elevado também pode estar relacionado à presença de outros componentes não avaliados, como sal e álcool. Firmino *et al.* <sup>(30)</sup> analisaram leite cru refrigerado e não detectaram amido, mas encontraram cloretos (36%), sacarose (6%) e até urina (52%). Oliveira e Santos <sup>(31)</sup> identificaram substâncias alcalinas (80%) e cloretos (16,6%).

Embora não tenhamos detectado neutralizantes, que são usados de forma fraudulenta para mascarar a acidez decorrente da higiene inadequada, identificamos peróxido de hidrogênio ( $H_2O_2$ ), um conservante antimicrobiano <sup>(27)</sup>, em 20% das amostras. Esse achado é preocupante devido ao potencial do  $H_2O_2$  de causar danos à mucosa gastrointestinal, podendo provocar gastrite, enterite e disenteria <sup>(32)</sup>.

Uma revisão dos casos de fraude alimentar no Brasil entre 2007 e 2017 mostrou que o leite e seus derivados foram os mais fraudados, principalmente pela adição de água, em concordância com os resultados deste estudo. Outros adulterantes incluem urina, formaldeído, peróxido de hidrogênio e sacarose, entre outros, embora haja subnotificação frequente <sup>(33)</sup>. Detectamos resíduos antimicrobianos em 7,5% das amostras. É importante ressaltar que, mesmo nas amostras negativas, algumas poderiam apresentar níveis abaixo do limite de detecção, representando riscos de reações alérgicas e contribuindo para o crescente problema da resistência a antibióticos <sup>(34,35)</sup>.

A fosfatase alcalina esteve presente em todas as amostras. Essa enzima é inativada pela pasteurização e, portanto, serve como um indicador-chave da eficácia desse processo<sup>(36)</sup>. Assim, sua presença indica que nenhuma das amostras de leite passou por tratamento térmico.

### 3.2 Análise microbiológica

#### 3.2.1 Mesófilos

As análises das amostras de leite cru provenientes dos quatro produtores (A, B, C e D) revelaram contagens elevadas de bactérias mesófilas (Tabela 2), com valores médios de 7,48; 9,12; 8,27 e 9,66  $\log_{10}$  unidades formadoras de colônia (UFC)/mL, respectivamente, (variando de 4,30 a 11,53  $\log_{10}$  UFC/mL).

**Tabela 2.** Comparação das médias das contagens de bactérias aeróbias mesófilas, Enterobacteriaceae e psicrotróficas entre os grupos de amostras.

| Grupo amostral              | Log <sub>10</sub> unidades formadoras de colônia (UFC)/mL |                    |                |
|-----------------------------|---|--------------------|----------------|
|                             | Mesófilos   | Enterobacteriaceae | Psicrotróficos |
| A                           | 7.48 b  | 5.8 b              | 2.18 b         |
| B                           | 9.12 a  | 8.91 a             | 5.62 a         |
| C                           | 8.27 ab   | 7.63 ab            | 5.55 a         |
| D                           | 9.66 a  | 8.52 a             | 4.29 ab        |
| Média                       | 8.63  | 7.71               | 4.41           |
| Coeficiente de variação (%) | 15.34   | 62.02              | 28.75          |

Médias com a mesma letra não diferem significativamente ( $p > 0,05$ , análise de variância segundo teste de Tukey).

Estatisticamente, os produtores B e D apresentaram as maiores cargas bacterianas, indicando práticas de higiene mais precárias. Esses níveis superam drasticamente o limite legal brasileiro para leite cru ( $3 \times 10^5$  UFC/mL ou  $5,48 \log_{10}$  UFC/mL)<sup>(21)</sup>, com quase todas as amostras ultrapassando esse patamar. Essa contaminação generalizada sugere deficiências higiênicas significativas, provavelmente originadas de múltiplas fontes. Embora a contagem de mesófilos sirva como um indicador geral, com limites legais diferentes ao redor do mundo (por exemplo, Estados Unidos, Europa, Nova Zelândia e Canadá)<sup>(37)</sup>, os valores elevados observados neste estudo superam os reportados em algumas investigações brasileiras anteriores<sup>(26,38)</sup> e são comparáveis aos níveis bacterianos encontrados em esterco bovino, representando, assim, consideráveis riscos à saúde pública<sup>(39)</sup>.

#### 3.2.2 Enterobacteriaceae

As contagens alarmantemente altas de Enterobacteriaceae nas amostras de leite cru (Tabela 2) — com média geral de  $7,71 \log_{10}$  UFC/mL e um preocupante pico de  $11,27 \log_{10}$  UFC/mL — evidenciam práticas de higiene precárias durante a produção, armazenamento e envase. As análises estatísticas revelaram um padrão consistente com as contagens de mesófilos, sendo que os grupos de amostras B e D também apresentaram os maiores níveis de Enterobacteriaceae. Esses níveis elevados, esperados diante da ausência de controle higiênico-sanitário, sugerem fortemente contaminação fecal e não fecal, representando um risco significativo à saúde pública devido ao potencial de transmissão de patógenos. Esses valores são consideravelmente mais altos do que os relatados em estudos anteriores: Pyz-Łukasik *et al.*<sup>(40)</sup> reportaram uma faixa de 4,67 a  $4,94 \log_{10}$  UFC/mL; Sobeih *et al.*<sup>(41)</sup> observaram média de  $6,00 \pm 5,29 \log_{10}$  UFC/mL; e El-Mokadem *et al.*<sup>(42)</sup> relataram médias de 5,02 e  $5,62 \log_{10}$  UFC/mL para leite cru

de fazendas governamentais e privadas, respectivamente. Em consonância com as conclusões desses estudos, que consideraram o leite inseguro devido às altas contagens de Enterobacteriaceae, nossos achados, com níveis ainda maiores de contaminação, levam à mesma conclusão.

### 3.2.3 Psicrotróficos

As contagens de bactérias psicrotróficas (Tabela 2) variaram significativamente entre os quatro produtores. Enquanto o produtor A apresentou a menor média ( $2,18 \log_{10}$  UFC/mL), os produtores B ( $5,62 \log_{10}$  UFC/mL) e C ( $5,55 \log_{10}$  UFC/mL) apresentaram as médias mais altas. Isso sugere que o leite desses produtores tinha maior probabilidade de apresentar características sensoriais inferiores, pois esses microrganismos produzem lipases e proteases, enzimas que degradam os componentes do leite ao longo do tempo, causando deterioração, redução do rendimento e alterações no sabor e na textura<sup>(43)</sup>. Essa contaminação geralmente decorre de higiene inadequada, qualidade precária da água no ambiente de ordenha e equipamentos contaminados<sup>(37)</sup>. Embora a legislação brasileira não especifique limites para contagens desses microrganismos, um valor de  $5,11 \log_{10}$  UFC/mL é considerado suficiente para comprometer a qualidade do leite<sup>(43)</sup>. Mais da metade (52,5%) das amostras deste estudo ultrapassou esse limite.

### 3.2.4 Coliformes totais e termotolerantes

A contagem média de coliformes totais foi de  $4,15 \log_{10}$  número mais provável (NMP)/mL,  $1,17\text{--}4,38 \log_{10}$  NMP/mL para o produtor A,  $1,30\text{--}5,04 \log_{10}$  NMP/mL para o produtor B,  $2,46\text{--}5,04 \log_{10}$  NMP/mL para o produtor C e  $2,55\text{--}5,04 \log_{10}$  NMP/mL para o produtor D. A contagem média de coliformes termotolerantes foi de  $3,34 \log_{10}$  NMP/mL (**A**:  $1,17\text{--}3,04 \log_{10}$  NMP/mL; **B**:  $1,17\text{--}3,04 \log_{10}$  NMP/mL; **C**:  $0,47\text{--}4,38 \log_{10}$  NMP/mL; **D**:  $2,32\text{--}3,96 \log_{10}$  NMP/mL). Uma alta contagem de coliformes termotolerantes, reconhecida como um indicador de higiene alimentar inadequada, sugere fortemente práticas de ordenha deficientes. A contaminação provavelmente se originou de diversas fontes, como o ambiente, os animais e os equipamentos<sup>(40,44)</sup>.

Embora a legislação brasileira não exija análise de coliformes em leite cru, os níveis observados superam significativamente o limiar de 100–1000 NMP/mL, que indica higiene precária<sup>(37)</sup>, sugerindo provável contaminação fecal. Isso é corroborado pela detecção de *Escherichia coli*, um importante indicador fecal, em 27,5% das amostras, com contagem média de  $3,57 \log_{10}$  UFC/mL. A presença de *E. coli* era esperada, considerando as altas contagens de mesófilos e outros coliformes<sup>(42)</sup>. O potencial da *E. coli* de disseminar genes de resistência a antibióticos ressalta sua relevância para a saúde pública dentro da perspectiva da Saúde Única<sup>(44,45)</sup>.

### 3.2.5 *Salmonella* spp.

Apesar da elevada contaminação microbiana geral, não detectamos *Salmonella* spp. em nenhuma das amostras de leite cru. Essa ausência pode ser explicada pela menor capacidade da *Salmonella* de competir em ambientes altamente contaminados. No entanto, em uma revisão de estudos sobre a qualidade do leite no Brasil, Müller e Rempel<sup>(22)</sup> apresentaram um quadro preocupante. Suas análises mostram que o leite informal pode não apenas apresentar altas contagens de diversas bactérias, mas também conter *Salmonella* spp., *Staphylococcus* spp., fungos e resíduos antimicrobianos, evidenciando que sua qualidade higiênica e sanitária geralmente é baixa.

### 3.3 Resistência a desinfetantes

A zona média de inibição (Tabela 3) e a análise estatística (Tabela 4) permitem comparar a eficácia dos desinfetantes contra bactérias mesófilas, Enterobacteriaceae e coliformes totais.

**Tabela 3.** Zonas médias de inibição formadas pelos desinfetantes testados contra microrganismos isolados das amostras de leite cru.

| Desinfetante | Médias de zona de inibição (mm) |                    |                   |
|--------------|---------------------------------|--------------------|-------------------|
|              | Mesófilos                       | Enterobacteriaceae | Coliformes totais |
| A            | 0                               | 0                  | 0.6               |
| B            | 10.91                           | 12.33              | 11.71             |
| C            | 9.85                            | 9.42               | 8.38              |
| D            | 18.15                           | 18.76              | 18.9              |
| E            | 1.83                            | 1.47               | 1.72              |

**Tabela 4.** Comparação das zonas médias de inibição dos desinfetantes testados.

| Desinfetante | Médias de zona de inibição (mm) |   |
|--------------|---------------------------------|---|
| D            | 18.15                           | a |
| B            | 10.91                           | b |
| C            | 9.85                            | b |
| E            | 1.83                            | c |
| A            | 0                               | c |

Médias com a mesma letra não diferem significativamente ( $p > 0,05$ , análise de variância segundo teste de Tukey).

Os desinfetantes D, B e C demonstraram ação antimicrobiana, com o D apresentando a maior eficácia. Não houve diferença significativa entre B e C. Em contraste, os desinfetantes A e E não exibiram qualquer capacidade de sanitização. Embora Rozman *et al.*<sup>(46)</sup> tenham apontado a escassez de pesquisas e a possível resistência a certos desinfetantes, como o  $H_2O_2$ , verificamos que o  $H_2O_2$  produziu uma zona média de inibição variando de 10,91 a 12,33 mm, sugerindo suscetibilidade apesar da ausência de valores de referência estabelecidos.

Notavelmente, o hipoclorito de sódio a 2,5% provou ser o desinfetante mais eficiente, produzindo as maiores zonas de inibição (com média de 18,15–18,90 mm), em concordância com os achados de Melo e Coelho<sup>(47)</sup>. No entanto, a observação de Negreiros *et al.*<sup>(48)</sup> sobre a proliferação de *Enterococcus faecalis* após exposição a essa concentração, levanta preocupações quanto ao aumento da resistência bacteriana a esse desinfetante de uso comum e enfatiza a necessidade de avaliar sua eficácia em diversos ambientes microbianos.

A complexa evolução da resistência a desinfetantes, envolvendo mecanismos como mutação genética<sup>(46)</sup> no caso de compostos de amônio quaternário, e a eficácia reduzida do hipoclorito de sódio em ambientes ricos em matéria orgânica, típicos da produção de leite<sup>(48)</sup>, complicam ainda mais as estratégias de desinfecção. Além disso, níveis residuais de desinfetantes podem favorecer a sobrevivência de microrganismos tolerantes. Considerando a limitada disponibilidade de dados comparativos, a possibilidade de resistência ou sensibilidade reduzida a desinfetantes utilizados na produção de leite é particularmente preocupante. Os microrganismos testados são indicadores cruciais de higiene e sanitização, destacando a importância vital de pesquisas contínuas para garantir protocolos de desinfecção eficazes.

## 4. Conclusão

Demonstramos que o leite cru comercializado informalmente, via rede social, no município de Cuiabá apresenta baixa qualidade microbiológica e é frequentemente adulterado. Essa situação é alimentada por uma crença cultural, porém cientificamente infundada, de sua superioridade nutricional em relação ao leite processado. Esse comércio ilegal online contorna a fiscalização, representando um claro risco à saúde pública que exige campanhas de conscientização e vigilância sanitária ativa para conter tanto as vendas tradicionais quanto as online. Além disso, a resistência bacteriana observada à desinfetantes comuns ressalta a necessidade crítica do uso correto desses produtos (ou seja, dosagem adequada e utilização de água de boa qualidade) e de pesquisas adicionais para desenvolver soluções e medidas preventivas. De modo geral, os achados evidenciam falhas nas boas práticas de higiene, resultando em produtos finais de baixa qualidade que, combinados às práticas fraudulentas, constituem um sério risco à segurança alimentar.

### Declaração de conflito de interesses

Os autores declaram não haver conflitos de interesses.

### Declaração de disponibilidade de dados

Os dados serão disponibilizados mediante solicitação ao autor correspondente.

### Contribuições do autor

Conceitualização: C. M. Decol e E. S. de Almeida Filho. Curadoria: G. B. Zaffalon, E. de P. Santos and C. M. Decol. Análise estatísticas: C. M. Decol. Investigação: G. B. Zaffalon e E. de P. Santos. Metodologia: C. M. Decol, E. S. de Almeida Filho e G. B. Zaffalon. Administração: G. B. Zaffalon. Supervisão: C. M. Decol, E. S. de Almeida Filho. Visualização: G. B. Zaffalon. Redação – rascunho original: G. B. Zaffalon. Redação – revisão e edição: C. M. Decol, E. S. de Almeida Filho e G. B. Zaffalon.

### Agradecimentos

Os autores agradecem cordialmente à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo financiamento da bolsa que possibilitou a realização desta pesquisa.

### Referências

1. Brasil. Decreto-lei nº 923, de 10 de outubro de 1969. Dispõe sobre a comercialização do leite. Diário oficial da união, Brasília, DF. 1969. Seção 1.
2. Flores RG, Cunha JP da S, Liska GR, Centenaro GS, Furlan VJM. Profile of milk and dairy products consumers from the city of Itaqui-RS. Brazilian Journal of Development. 2021;7(10):95845–95862. <https://doi.org/10.34117/bjdv7n10-022>
3. Ates HC, Ceylan M. Effects of socio-economic factors on the consumption of milk, yoghurt, and cheese: insights from Turkey. British Food Journal. 2010;112(3):23-250. <http://dx.doi.org/10.1108/00070701011029110>
4. Claeys WL, Cardoen S, Daube G, Block J, Dewettinck K, Dierick K, Zutter L, Huyghebaert A, Imberechts H, Thiange P, Vandenplas Y, Herman L. Raw or heated cow milk consumption: Review of risks and benefits. Food Control. 2013;31(1):251–262. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2012.07.009>
5. Committee on Infectious Diseases, Committee on Nutrition, American Academy of Pediatrics. Consumption of Raw or Unpasteurized Milk and Milk Products by Pregnant Women and Children. Pediatrics. 2014;133(1):175–179. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2012.09.035>
6. Lucey JA. Raw milk consumption: risks and benefits. Nutrition Today. 2015;50(4):189–193. <https://doi.org/10.1097/NT.0000000000000108>
7. Popovic-Vranjes A, Popovic M, Jevtic M. Raw milk consumption and health. Srp Arh Celok Lek. 2015;143(1–2):87–92. <https://doi.org/10.2298/SARH1502087P>
8. Marques PR, Trindade RV. Panorama epidemiológico dos surtos de doenças transmitidas por alimentos entre 2000 e 2021 no Brasil. Revista Multidisciplinar Em Saúde. 2022;3(3):1–10. <https://doi.org/10.51161/rems/3477>
9. Mungai EA, Behravesh CB, Gould LH. Increased outbreaks associated with nonpasteurized milk, United States, 2007–2012. Emerging Infectious Diseases. 2015;21(1):119–22. <https://doi.org/10.3201/eid2101.140447>

10. Jesus MACL De, Guimarães JEF, Carneiro EAR. Profile of raw milk consumers in the city of Serrinha, Bahia. *Journal of Candido Tostes Dairy Institute*. 2021;76(1):51-59. <https://doi.org/10.14295/2238-6416.v76i1.837>
11. Marques AEF, Santos FF, Alves FD, Silva EP, Filho DJO, Farias CS. Análise de adulterantes no leite de vaca in natura comercializado informalmente no interior do estado do Ceará. *Educação Ciência e Saúde*. 2019;6(2):37-51. <https://doi.org/10.20438/ecs.v6i2.212>
12. Bánkuti FI, Schiavi SMA, Souza Filho HM. Quem são os produtores de leite que vendem em mercados informais? Paper presented at Congresso da Sociedade Brasileira de Economia e Sociologia Rural: Instituições, Eficiência, Gestão e Contratos no Sistema Agroindustrial. Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural, Anais, Ribeirão Preto - SP. 2005.
13. ISO 6887-1:2017: Microbiology of food and animal feeding stuffs — Preparation of test samples, initial suspension and decimal dilutions for microbiological examination — Part 1: General principles and guidance. Geneva: ISO; 2017.
14. Salfinger Y, Tortorello ML. Compendium of methods for the microbiological examination of foods. Washington, D.C.: American Public Health Association; 2015.
15. Brasil. Ministério da Saúde. Manual técnico de diagnóstico laboratorial da *Salmonella* spp.: Diagnóstico laboratorial do gênero *Salmonella*. 1. ed. Brasília: Ministério da Saúde. 2011.
16. IAL. Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz. Métodos Físico-químicos para Análises de Alimentos. 4ª ed. (1ª Edição digital), 2008. 1020 p.
17. Tronco VM. Manual para inspeção da qualidade do leite. Santa Maria: Ed. UFSM; 1997. 166 p.
18. Marques AEF, Santos FF, Alves FD, Silva EP, Filho DJO, Farias CS. Análise de adulterantes no leite de vaca in natura comercializado informalmente no interior do estado do Ceará. *Educação Ciência e Saúde*. 2019;6(2):37-51. <https://doi.org/10.20438/ecs.v6i2.212>
19. Balouiri M, Sadiki M, Ibsouda SK. Methods for in vitro evaluating antimicrobial activity: A review. *Journal of Pharmaceutical Analysis*. 2016;6(2):71-79. <https://doi.org/10.1016/j.jpha.2015.11.005>
20. Queiroz AFR, Coelho AFS, Camilo LS da S, Farias MM de, Queiroz V de S. Determinação da atividade antimicrobiana de substâncias desinfetantes. *Revista De Química Industrial*. 2019; 763.
21. Brasil. Instrução Normativa Nº 76, de 26 de novembro de 2018. Ficam aprovados os Regulamentos Técnicos que fixam a identidade e as características de qualidade que devem apresentar o leite cru refrigerado, o leite pasteurizado e o leite pasteurizado tipo A, na forma desta Instrução Normativa e do Anexo Único. Diário oficial da união, Brasília, DF. 2018.
22. Müller T, Rempel C. Quality of bovine milk produced in Brazil – physical-chemical and microbiological parameters: an integrative review. *Revista Vigilância Sanitária em Debate*. 2021;9(3):122-129. <https://doi.org/10.22239/2317-269X.01738>
23. Souza JV, Paiva BLF, Santos AFC, Fontenele MA, Araújo KSS, Viana DC. Avaliação dos parâmetros físico-químicos do leite in natura comercializado informalmente no município de Imperatriz -MA. *Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável*. 2018;8(4). <https://doi.org/10.32406/v1n42018/93-97/agrariacad>
24. Uliisses ADF, Píccolo MP, Rangel OJP, Júnior ACS, Júnior JAM. Refrigerated raw milk: microbiological, physical-chemical quality and detection of antibiotic residues. *Research, Society and Development*. 2022;11(1). <https://doi.org/10.33448/rsd-v11i1.23708>
25. Silva GWN, Oliveira MP, Leite KD, Oliveira MS, Sousa BAA. Avaliação físico-química de leite in natura comercializado informalmente no sertão paraibano. *Revista Principia*. 2017;1(35):34. <https://doi.org/10.18265/1517-03062015v1n35p34-41>
26. Montanhini MTM, Hein KK. Quality of raw milk informally sold in the city of Pirá do Sul, Paraná State, Brazil. *Journal of Candido Tostes Dairy Institute*. 2013;68(393):10-14. <https://doi.org/10.5935/2238-6416.20130030>
27. Ionescu AD, Círci Al, Begea M. A Review of milk frauds and adulterations from a technological perspective. *Applied Sciences*. 2023;13(17):9821. <https://doi.org/10.3390/app13179821>
28. Pancieri BM, Ribeiro LF. Detecção e ocorrência de fraudes no leite fluido ou derivados. *Revista Gestão, Tecnologia e Ciências*. 2021;10(27). <https://www.revistas.fucamp.edu.br/index.php/getec/article/view/2377>
29. Trindade LCA, Martins ML, Martins JM, Martins ADO. Qualidade de leite cru comercializado informalmente no município de Rio Pomba, MG. *Higiene Alimentar*. 2018;32(284/285).
30. Firmino FC, Talma SV, Martins ML, Leite MO, Martins ADO. Detection of fraud in cooled raw milk of Rio Pomba, Minas Gerais. *Journal of Candido Tostes Dairy Institute*. 2010;65(376):5-11. <https://www.revistadoilct.com.br/rilct/article/viewFile/136/141>
31. Oliveira ENA, Santos DDC. Avaliação da qualidade físico-química de leites pasteurizados. *Revista do Instituto Adolfo Lutz*. 2012;71(1):193-197. <https://doi.org/10.53393/rial.2012.71.32412>
32. Handford CE, Campbell K, Elliott CT. Impacts of milk fraud on food safety and nutrition with special emphasis on developing countries: health impacts of milk fraud. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*. 2016;15(1):130–142. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12181>
33. Tibola CS, Silva SA, Dossa AA, Patrício DI. Economically motivated food fraud and adulteration in Brazil: incidents and alternatives to minimize occurrence. *Journal of Food Science*. 2018;83(8):2028-2038. <https://doi.org/10.1111/1750-3841.14217>
34. Andrade SHSD, Albuquerque LCCL, Acurcio LB. Detection of antimicrobial residues in informal raw milk in the Central West of Minas Gerais. *Revista de Ciências Agroveterinárias*. 2022;21(4):542–546. <https://doi.org/10.5965/223811712142022542>

35. Liu G, Zhang Y, Knibbe WJ, Feng C, Liu W, Medema G, Meer van der W. Potential impacts of changing supply-water quality on drinking water distribution: a review. *Water Research*. 2017;116(1):135–148. <https://doi.org/10.1016/j.watres.2017.03.031>
36. Peng Z, Li Y, Yan L, Yang S, Yang D. Correlation analysis of microbial contamination and alkaline phosphatase activity in raw milk and dairy products. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2023;20(3):1825. <https://doi.org/10.3390/ijerph20031825>
37. Martin NH, Evanowski RL, Wiedmann M. Invited review: redefining raw milk quality—evaluation of raw milk microbiological parameters to ensure high-quality processed dairy products. *Journal of Dairy Science*. 2023;106(3):1502–1517. <https://doi.org/10.3168/jds.2022-22416>
38. Oliveira CJB, Lopes Júnior WD, Queiroga RCR, Givisiez PEN, Azevedo PS, Pereira WE, Gebreyes WA. Risk factors associated with selected indicators of milk quality in semiarid northeastern Brazil. *Journal of Dairy Science*. 2011;94(6):3166–3175. <https://doi.org/10.3168/jds.2010-3471>
39. Dias JA, Oliveira AM, Macedo SCC, Faria GV, Constantino NÁS, Silva FAC. Microrganismos deteriorantes do leite armazenado em tanques de resfriamento coletivo em Rondônia. *Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento*. 2021;83:1–29. <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1136312>
40. Pyz-Łukasik R, Paszkiewicz W, Tatara MR, Brodzki P, Bełkot Z. Microbiological quality of milk sold directly from producers to consumers. *Journal of Dairy Science*. 2015;98(7):4294–4301. <https://doi.org/10.3168/jds.2014-9187>
41. Sobeih A, Al-Hawaryb II, Khalifac EM, Ebiedc NA. Prevalence of Enterobacteriaceae in raw milk and some dairy products. *Kafrelsheikh Veterinary Medical Journal*. 2020;18(2):9–13. <https://doi.org/10.21608/kvmj.2020.39992.1009>
42. El-Mokadem EA, Leboudy A, Amer A. Occurrence of Enterobacteriaceae in dairy farm milk. *Alexandria Journal of Veterinary Sciences*. 2020;64(2):66. <http://dx.doi.org/10.5455/ajvs.254389>
43. Yuan L, Sadiq FA, Burmølle M, Wang N, He G. Insights into psychrotrophic bacteria in raw milk: a review. *Journal of Food Protection*. 2019;82(7):1148–59. <https://doi.org/10.4315/0362-028X.JFP-19-032>
44. Metz M, Sheehan J, Feng PCH. Use of indicator bacteria for monitoring sanitary quality of raw milk cheeses – a literature review. *Food Microbiology*. 2020;85:103283. <https://doi.org/10.1016/j.fm.2019.103283>
45. Hammad AM, Eltahan A, Hassan HA, Abbas NH, Hussien H, Shimamoto T. Loads of coliforms and fecal coliforms and characterization of thermotolerant *Escherichia coli* in fresh raw milk cheese. *Foods*. 2022;11(3):332. <https://doi.org/10.3390/foods11030332>
46. Rozman U, Pušnik M, Kmetec S, Duh D, Turk SS. Reduced susceptibility and increased resistance of bacteria against disinfectants: a systematic review. *Microorganisms*. 2021 Dec 10;9(12):2550. <https://doi.org/10.3390/microorganisms9122550>
47. Melo FAC, Coelho AFS. Determination of antimicrobial activity of commercial brands of bleach sold in João Pessoa – PB. *Rev Química Ind* [Internet]. 2022 [cited 2024 May 1].
48. Negreiros MO, Frazzon J, Frazzon APG. Estudo in vitro da ação de diferentes concentrações de hipoclorito de sódio sobre *Enterococcus faecalis*. *Rev Trópica - Ciências Agrárias e Biológicas* [Internet]. 2014;9(2):41-50. <https://doi.org/10.0000/rtcab.v8i2.638>