

Produção Animal

Frequência e distribuição espacial dos indicadores da qualidade do leite em Rondônia

Daniele Silva e Lima⁽¹⁾, Juliana Alves Dias⁽²⁾, Célia Regina Grego⁽³⁾, Pedro Gomes da Cruz⁽⁴⁾ e Maísa Lauana Silva de Almeida⁽¹⁾

⁽¹⁾ Estudante de graduação do Centro Universitário Aparício de Carvalho, bolsista na Embrapa Rondônia, Porto Velho, RO

⁽²⁾ Pesquisadora, Embrapa Rondônia, Porto Velho, RO

⁽³⁾ Pesquisadora, Embrapa Agricultura Digital, Campinas, SP

⁽⁴⁾ Pesquisador, Embrapa Café, Brasília, DF

Resumo – O objetivo do trabalho foi avaliar a frequência e a distribuição espacial dos indicadores de qualidade do leite armazenado em tanques refrigerados de Rondônia, visando redefinir as áreas prioritárias de atuação. Avaliaram-se 536 tanques vinculados a indústrias lácteas com resultados de três análises consecutivas dos indicadores higiênico-sanitários e composicionais do leite nos períodos seco e chuvoso do ano de 2022. A dependência espacial foi avaliada por geoestatística. Para as variáveis, tipo de tanque e período do ano, foi utilizada análise de variância (ANOVA) no pacote estatístico SAS (versão 9.0). Dentre os indicadores avaliados, a Contagem Padrão em Placas (CPP), Contagem de Células Somáticas (CCS) e o teor de Gordura (GOR) apresentaram maior frequência em tanques com resultados fora dos padrões estabelecidos na legislação. Observou-se maior média de CPP no período chuvoso ($p < 0,05$) e em tanques coletivos com mais de cinco produtores ($TC > 5$) ($2,8 \times 10^5$ UFC/mL) ($p < 0,0001$). A média de CCS foi maior em tanques individuais ($3,7 \times 10^5$ céls/mL) ($p = 0,0087$) e a frequência de tanques com CCS > 500.000 cels/mL foi de 14%. Os resultados demonstram avanços e desafios a serem enfrentados para melhoria da qualidade do leite regional.

Termos de indexação: análise espacial, composição química do leite, contagem bacteriana, contagem de células somáticas, leite cru refrigerado.

Frequency and spatial distribution of milk quality indicators in Rondônia

Abstract – The objective of the study was to evaluate the frequency and spatial distribution of quality indicators of milk stored in refrigerated tanks in Rondônia, aiming to redefine priority action areas. A total of 536 tanks linked to dairy industries were analyzed with results from three consecutive analyses of the hygienic-sanitary and compositional indicators of milk during the dry and rainy seasons of 2022. Spatial dependence was evaluated using geostatistics. For the variables of tank type and time of year, analysis of variance (ANOVA) was performed using the SAS statistical package (version 9.0). Among the indicators evaluated, Standard Plate Count (SPC), Somatic Cell Count (SCC), and Fat content (FAT) showed higher frequency in tanks with results outside the standards established by legislation. A higher average of CPP was observed during the rainy season ($p < 0.05$) and in collective tanks with more than five producers ($TC > 5$) (2.8×10^5 UFC/mL) ($p < 0.0001$). The average of CCS was higher in individual tanks (3.7×10^5 cells/mL) ($p = 0.0087$) and the frequency of tanks with CCS $> 500,000$ cells/mL was 14%. The results demonstrate advances and challenges to be faced for improving the quality of regional milk.

Index terms: bacterial count, milk chemical composition, refrigerated raw milk, somatic cell count, spatial analysis.

Introdução

A cadeia produtiva do leite em Rondônia apresenta importância social e econômica, envolvendo cerca de 25.968 famílias na atividade (IDARON, 2024). O estado é o décimo maior produtor de leite no Brasil com uma produção em 2023 de 644 milhões de litros, e representa a maior produção da região Norte (IBGE, 2024). Dentre os parâmetros estabelecidos na Instrução Normativa 76 (IN 76) para a avaliação da qualidade do leite, o atendimento aos limites para a contagem bacteriana avaliada por meio da Contagem Padrão em Placas (CPP), a Contagem de Células Somáticas (CCS) e o teor de Gordura (GOR) se caracterizam por desafios à cadeia produtiva de Rondônia devido ao padrão de variação dos resultados e pelo comprometimento da

matéria prima e seus derivados (BRASIL, 2018; DIAS et al., 2020). Em 2019, a IN 76 entrou em vigor no território nacional e intervenções vem sendo realizadas por indústrias e produtores, sendo fundamental o monitoramento da frequência e padrão espacial desses indicadores para o direcionamento das políticas públicas e privadas relacionadas à melhoria da qualidade do leite no estado. O objetivo deste trabalho foi avaliar a distribuição espacial de CPP, CCS e teores de GOR, Proteína (PROT), Lactose (LAC) e Sólidos Totais (ST) em amostras de leite cru armazenado em tanques de refrigeração nas principais microrregiões produtoras de leite do estado de Rondônia e avaliar a influência do período do ano e tipo de tanque nestes indicadores.

Material e Métodos

Foram avaliados 536 tanques de expansão de leite vinculados a indústrias lácteas com serviço de inspeção oficial, que apresentaram resultados de três análises consecutivas dos indicadores de qualidade do leite no período chuvoso (janeiro, fevereiro e março) e período seco (junho, julho e agosto) referente ao ano de 2022. A determinação da CPP e CCS foi realizada por citometria de fluxo, e a determinação dos teores de PROT, GOR, LAC e ST pelo método de infravermelho com transformada de Fourier (FTIR) em equipamento automatizado de acordo com a International Organization for Standardization (2006; 2020) em laboratórios credenciados ao MAPA. Os resultados das análises foram categorizados considerando os limites definidos na IN76. Para obtenção da localização geográfica dos tanques foi utilizado equipamento de *Global Positioning System* (GPS). A dependência espacial foi avaliada por meio da geoestatística. Havendo dependência foram estimados os valores dos indicadores de qualidade do leite para as áreas não amostradas utilizando o método de krigagem ordinária para interpolação dos dados. Para a análise de variância foi realizada a transformação logarítmica dos resultados de CCS ($\log_{10} \text{CCS}$) e CPP ($\log_{10} \text{CPP}$). Para comparação dos indicadores de qualidade do leite entre os tipos de tanque (individual e coletivo) e período do ano (seco e chuvoso) foi utilizada análise de variância (ANOVA) pelo procedimento GLM do SAS 9.0.

Resultados e Discussão

Dos tanques avaliados, 122 (22,8%) eram individuais (TI) e 414 (77,2%) coletivos (TC), sendo 284 (68,6%) tanques com até cinco produtores ($\text{TC} \leq 5$) e 130 (31,4%) tanques com mais de cinco produtores ($\text{TC} > 5$). A frequência dos resultados dos indicadores de qualidade do leite dos tanques avaliados de acordo com os limites da IN76, por período do ano, está apresentada na Tabela 1. Dentre os indicadores, a CPP, CCS e o teor de GOR apresentaram maior frequência de tanques com resultados fora dos padrões estabelecidos na legislação em ambos os períodos do ano. Para os períodos chuvoso (PC) e seco (PS), a frequência de tanques com CPP > 300.000 UFC/mL foi 28,4% e 12,3%, para CCS > 500.000 céls/mL foi 14% e 14%, e para teor de GOR < 3,0% foi 12,3% e 11,8%, respectivamente.

Tabela 1. Frequência dos resultados dos indicadores de qualidade do leite de tanques de expansão de acordo com os limites definidos na IN76, por período do ano, Rondônia.

Indicador de Qualidade do Leite	Limite IN76	N ⁽³⁾	Período do ano	
			Chuvoso n ⁽⁴⁾ (%)	Seco n ⁽⁴⁾ (%)
Contagem Padrão em Placas (CPP)	300.000 UFC/mL ⁽¹⁾	536	152 (28,4)	66 (12,3)
Contagem de Células Somáticas (CCS)	500.000 céls/mL ⁽¹⁾	536	75 (14,0)	75 (14,0)
Gordura (GOR)	3,0 g/100g ⁽²⁾	536	66 (12,3)	63 (11,8)
Proteína (PROT)	2,9 g/100g ⁽²⁾	536	0 (0,0)	6 (1,1)
Lactose (LAC)	4,3 g/100g ⁽²⁾	536	10 (1,9)	16 (3,0)
Sólidos Totais (ST)	11,4 g/100g ⁽²⁾	536	27 (5,0)	31 (5,8)

⁽¹⁾ Limite máximo definido na Instrução Normativa 76 (IN76) para CPP e CCS

⁽²⁾ Limite mínimo definido na Instrução Normativa 76 (IN76) para os teores de GOR, PROT, LAC e ST

⁽³⁾ N - Número de tanques de expansão avaliados no estudo

⁽⁴⁾ n - Número de tanques de expansão que apresentaram não conformidade considerando os limites definidos na IN76

Na Tabela 2 está apresentada a média dos indicadores de qualidade do leite no período seco e chuvoso respectivamente, sendo: $1,7 \times 10^5$ UFC/mL e $3,1 \times 10^5$ UFC/mL para CPP; $3,4 \times 10^5$ céls/mL e $3,4 \times 10^5$ céls/mL para CCS; 3,19% e 3,23% para PROT; 3,41% e 3,36% para GOR; 4,51% e 4,56% para LAC; 12,06% e

12,09% para ST. Foram observadas diferenças significativas para CPP, PROT e LAC entre os períodos do ano ($p < 0,05$), sendo as maiores médias observadas no PC. Considerando os tipos de tanque, a média de CPP foi mais elevada em TC>5 ($2,8 \times 10^5$ UFC/mL) ($p < 0,0001$), a média de CCS maior em tanques individuais ($3,7 \times 10^5$ céls/mL) ($p = 0,0087$), e a média de LAC menor em tanques individuais (4,5%) ($p < 0,001$).

Tabela 2. Indicadores de qualidade do leite cru refrigerado, por tipo de tanque de resfriamento e períodos do ano, Rondônia.

Indicador de Qualidade do Leite	Período do ano		Média ⁽¹⁾
	Chuvoso	Seco	
Proteína (g/100g)			
Tanque individual	3,22	3,2	3,21
Tanque coletivo ≤ 5 produtores	3,24	3,2	3,22
Tanque coletivo > 5 produtores	3,23	3,18	3,21
Média	3,23 ^a	3,19 ^b	
Gordura (g/100g)			
Tanque individual	3,36	3,43	3,40
Tanque coletivo ≤ 5 produtores	3,36	3,41	3,38
Tanque coletivo > 5 produtores	3,37	3,38	3,37
Média	3,36	3,41	
Lactose (g/100g)			
Tanque individual	4,52	4,47	4,50 ^B
Tanque coletivo ≤ 5 produtores	4,57	4,52	4,55 ^A
Tanque coletivo > 5 produtores	4,57	4,53	4,55 ^A
Média	4,56 ^a	4,51 ^b	
Sólidos Totais (g/100g)			
Tanque individual	12,04	12,04	12,04
Tanque coletivo ≤ 5 produtores	12,11	12,10	12,10
Tanque coletivo > 5 produtores	12,12	12,05	12,09
Média	12,09	12,06	

⁽¹⁾ Letras diferentes maiúsculas na coluna e minúsculas na linha diferem entre si no Teste T a 5% de significância

Dias et al. (2020) avaliando amostras de leite de 566 tanques localizados em Rondônia no ano de 2015, demonstraram maiores médias de CCS no PC (263.371 céls/mL) ($p = 0,0003$), e maiores médias de CPP no PC ($1,0 \times 10^6$ UFC/mL) e em TC>5 ($1,2 \times 10^6$ UFC/mL) ($p = 0,0001$). Trabalhos realizados no estado demonstraram maiores CPP em tanques coletivos comparados aos individuais (CARVALHO, 2012; DIAS et al., 2020). Falhas na logística de resfriamento do leite em tanques coletivos, associada a condições climáticas favoráveis e falhas no manejo dos latões contribuem para a multiplicação de microrganismos e para altas contagens de bactérias no leite. Em Rondônia, a disponibilização de tanques aos produtores pela indústria láctea é prevalente, e tanques individuais são instalados em propriedades com maior produção de leite, sendo observado neste perfil um maior grau de tecnificação considerando a realidade regional. Dias et al. (2021) identificaram que propriedades que apresentavam vacas especializadas em leite e adoção de ordenha mecânica apresentavam maior probabilidade de ocorrência de mastite subclínica ($CCS > 200.000$ céls/mL).

Os resultados mostram avanços na melhoria da qualidade microbiológica do leite, o que pode ser explicado pelas ações executadas em nível estadual para atendimento à legislação. Entretanto, indicam tendência de aumento da CCS, conforme também apresentado no Observatório de Qualidade do Leite do Ministério da Agricultura e Pecuária (MAPA) para dados de CCS de todo o país (BRASIL, 2025).

Os resultados da geoestatística indicaram dependência espacial para os indicadores CCS e CPP. Para CCS, foi demonstrada dependência espacial moderada no PC ($GD = 40,0$) para distâncias de até 3,5 km, e no PS ($GD = 70,0$) para distâncias de até 6,0 km entre os tanques avaliados, sendo observada contagens mais elevadas na microrregião de Ariquemes. Houve dependência espacial alta para CPP no PC ($GD = 100,0$) para distâncias de até 4,0 Km entre tanques, indicando as microrregiões de Ariquemes e Ji-Paraná como áreas de altas contagens.

Conclusões

Há tendência de redução de CPP e aumento da CCS do leite ao longo dos anos. Propriedades com tanques individuais devem ser priorizadas em programas de controle da mastite bovina. A adoção de TC>5 deve ser reavaliada pela indústria. A região de Ariquemes foi considerada prioritária para redução da CPP e CCS.

Agradecimentos

À Embrapa e Seagri RO pelo apoio financeiro, à Fapero e CNPq pela concessão de bolsas de iniciação científica, e indústrias lácteas que atuaram em parceria no projeto.

Referências

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Gabinete do Ministro. Instrução Normativa nº 76, de 26 de novembro de 2018. Aprova 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. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, ano 155, n. 230, p. 126-136, 30 nov. 2018. Seção 1

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Observatório da Qualidade do Leite**. Brasília, DF: MAPA, 2025. Disponível em: https://mapa-indicadores.agricultura.gov.br/publico/extensions/DSN_OQL/DSN_OQL.html. Acesso em: 21 jun. 2025.

CARVALHO, G. L. O. **Uso da análise espacial para avaliação de indicadores de qualidade do leite na microrregião de Ji-Paraná, Rondônia**. 2011. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora.

DIAS, J. A.; PACHECO, I. F.; GREGO, C. R.; FARIA, G. V.; CRUZ, P. G. Spatial characterization of hygienic-sanitary indicators of refrigerated raw milk from three micro regions of the Rondônia state. **Semina Ciências Agrárias**, v. 41, n. 5, p. 2195-2208, 2020.

DIAS, J. A.; CONSTANTINO, N. A. S.; OLIVEIRA, A. M.; APRÍGIO, M. E. G.; TENÓRIO, T. E. C.; FARIA, G. V. Prevalência e fatores de risco associados à mastite subclínica em rebanhos fornecedores de agroindústrias familiares de Rondônia. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE PECUÁRIA LEITEIRA DA AMAZÔNIA OCIDENTAL, 2., 2021, Rio Branco, AC. **Anais [...]** Rio Branco: Ufac: Edufac, 2021.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística **Pesquisa da Pecuária Municipal - PPM**. Rio de Janeiro: IBGE, 2024. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/home/leite/brasil>. Acesso em: 21 jun. 2025.

IDARON. Agência de Defesa Sanitária Agrossilvopastoril do Estado de Rondônia. **Produção de leite no Estado de Rondônia, 2-2024**. Porto Velho: IDARON, 2024. Disponível em: <https://www.idaron.ro.gov.br/index.php/relatorios-e-formularios/>. Acesso em: 21 jun. 2025.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. **Milk - Enumeration of somatic cells- Part 2: Guidance on the operation of fluoro-opto-electronic counters (ISO 13366-2|IDF 148-2:2006)**. Geneva: ISO, 2006. Disponível em: <https://www.iso.org/standard/40260.html>. Acesso em: 22 abr. 2025.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. **Milk – Bacterial count – Protocol for the evaluation of alternative methods (ISO 16297:2020 | IDF 161:2020)**. Geneva: ISO, 2020. Disponível em: <https://www.iso.org/standard/56110.html>. Acesso em: 22 abr. 2025.