

ESTUDO DA QUALIDADE DO LEITE DE AMOSTRAS OBTIDAS DE TANQUES DE RESFRIAMENTO EM TRÊS REGIÕES DO ESTADO DO PARANÁ¹

Jéferson Alberton²
 Luiz Romulo Alberton³
 José Ricardo Pachaly⁴
 Luciana Kazue Otutumi⁵
 Tulio Magalhães Zampieri⁶
 Renata Olivotto Agostinis⁷

ALBERTON, J.; ALBERTON, L. R.; PACHALY, J. R.; OTUTUMI, L. K.; ZAMPIERI, T. M.; AGOSTINIS, R. O. Estudo da qualidade do leite de amostras obtidas de tanques de resfriamento em três regiões do estado do Paraná. *Arq. Ciênc. Vet. Zool. UNIPAR*, Umuarama, v. 15, n. 1, p. 5-12, jan./jun. 2012.

RESUMO: Com o aumento da população, crescimento de renda, redução dos preços de produtos e mudanças dos hábitos alimentares, a demanda por leite e derivados tem aumentado, sendo importante melhorar a qualidade do leite e aumentar o rendimento das indústrias. Este artigo relata os resultados de um estudo no qual foram utilizadas 18.366 amostras de leite coletadas de tanques de resfriamento, entre 2007 e 2010, nos municípios de Verê, Guaraniaçu e Tapejara, localizados respectivamente nas regiões Sudoeste, Oeste e Noroeste do Estado do Paraná. Foi montado um banco de dados, a partir do qual se realizou análise de variância, para verificar os efeitos das estações do ano e das regiões sobre a qualidade do leite, bem como análise da correlação da contagem bacteriana total (CBT) e de células somáticas (CCS). Concluiu-se que o leite produzido nas estações frias do ano apresenta melhor qualidade físico-química e microbiológica ($p < 0,01$). Quanto às regiões, o leite produzido no município de Verê foi superior em sólidos totais (ST), gordura e proteína. O município de Tapejara teve o maior índice de lactose e menor quantidade de CCS ($p < 0,01$), e em Guaraniaçu se obteve menor CBT ($p < 0,01$). Os níveis de gordura e proteína foram os fatores que mais interferiram no percentual de ST ($p < 0,01$). Já os níveis de CBT e CCS interferiram de forma negativa sobre a maioria dos parâmetros da qualidade do leite. Observou-se diminuição significativa na CBT e aumento no teor de ST, mas a CCS mostrou tendência de alta, indicando falta de controle eficiente das mastites.

PALAVRAS-CHAVE: Contagem de células somáticas; Contagem bacteriana total; Estação do ano; Sólidos totais.

QUALITY STUDY IN MILK SAMPLES COLLECTED FROM COOLING RESERVOIRS IN THREE REGIONS OF THE STATE OF PARANÁ, BRAZIL

ABSTRACT: The growth of human population and higher financial income, food price reduction, and changes of nutritional habits have led to the increasing demand for milk and dairy products, making important to improve milk quality and industrial productivity. This paper reports the results of a 2007-2010 study using 18,366 milk samples collected from cooling reservoirs in the cities of Verê, Guaraniaçu and Tapejara, respectively located in the southwestern, western and northwestern regions of the State of Paraná, Brazil. A database was set and was utilized for the analysis of variance to verify the effects of seasons and regions on the milk quality, and for the correlation analysis of total bacterial count (TBC) and somatic cell count (SCC). It was concluded that milk produced in the cold seasons has better physical-chemical and microbiological qualities ($p < 0.01$). Regarding the regions, milk produced in Verê presented more total solids (TS), fat and protein. Milk from the city of Tapejara had the highest rate of lactose and lowest SCC ($p < 0.01$), and milk from Guaraniaçu showed the least amount of CBT ($p < 0.01$). Fat and protein levels were the most interfering factors in the percentage of ST ($p < 0.01$), whereas TBC and SCC levels interfered negatively on most parameters of milk quality. Significant decrease of TBC and increase of TS were observed, but SCC tended to increase, indicating lack of efficient mastitis control.

KEYWORDS: Somatic cell count; Total bacterial count; Total solids; Season.

¹Dissertação apresentada ao programa de Mestrado em Ciência Animal da Universidade Paranaense-UNIPAR.

²Médico Veterinário, Mestre do Mestrado em Ciência Animal da Universidade Paranaense-UNIPAR. Avenida Atlântida, 1302, CEP 87505250, Umuarama, PR. alberton51@yahoo.com.br

³Médico Veterinário, Mestre, Doutor. Professor Orientador. Programa de Mestrado em Ciência Animal da Universidade Paranaense-UNIPAR. Praça Mascarenhas de Moraes, 4282, Zona III, Umuarama, Pr, 87502-210, romulo@unipar.br

⁴Médico Veterinário, Mestre, Doutor. Professor Co-Orientador. Programa de Mestrado em Ciência Animal da Universidade Paranaense-UNIPAR. pachaly@uol.com.br

⁵Médica Veterinária, Mestre, Doutora. Professora do Programa de Mestrado em Ciência Animal da Universidade Paranaense-UNIPAR. otutumi@unipar.br

⁶Médico Veterinário, Discente do Programa de Mestrado em Ciência Animal da Universidade Paranaense-UNIPAR. tuliozampieri@hotmail.com

⁷Médica Veterinária, Discente do Programa de Mestrado em Ciência Animal da Universidade Paranaense, bolsista CAPES/PROSUP-UNIPAR. re_agostinis@hotmail.com

ESTUDIO DE CALIDAD DE LA LECHE EN MUESTRAS COLECTADAS DE TANQUES DE RESFRIAMIENTO EN TRES REGIONES DEL ESTADO DE PARANÁ, BRASIL

RESUMEN: Con el aumento de la población, crecimiento de la renta, reducción de precios de los productos, cambios en los hábitos de alimentación, la demanda por la leche y productos lácteos han aumentado, así es importante mejorar la calidad de la leche y aumentar la rentabilidad de las industrias. Este artículo presenta los resultados de un estudio que empleó 18.366 muestras de leche colectadas de tanques de resfriamiento, entre 2007 y 2010, en los municipios de Verê, Guaraniaçu y Tapejara, ubicados respectivamente en las regiones Suroeste, Oeste y Noroeste del Estado de Paraná, Brasil. Se creó una base de datos, de la cual se realizó análisis de varianza para verificar los efectos de las estaciones del año y de las regiones sobre la calidad de la leche, así como análisis de la correlación de recuento total de bacterias (RTB) y recuento de células somáticas (RCS). Se concluyó que la leche producida en las estaciones frías del año presenta mejor calidad fisicoquímica y microbiológicos ($p < 0,01$). Cuanto a las regiones, la leche producida en el municipio de Verê fue superior en sólidos totales (ST), grasa y proteína. El municipio de Tapejara tuvo la tasa más alta de lactosa y menos SCC ($p < 0,01$), y Guaraniaçu mostró menor cantidad de TCC ($p < 0,01$). Los niveles de grasa y proteína fueron los factores que más influyeron en el porcentaje de ST ($p < 0,01$). Los niveles de TBC y SCC han interferido negativamente sobre la mayoría de los parámetros de calidad de la leche. Se observó disminución significativa en RTB y aumento en el tenor de ST, pero SCC ha mostrado tendencia de alta, indicando falta de control eficiente de las mastitis.

PALABRAS CLAVE: Recuento de células somáticas; Recuento total de bacterias; Estación del año; Sólidos totales.

Introdução

O mercado de produtos lácteos no Brasil é bastante complexo, em virtude do grande número de agentes econômicos e diversos centros de comercialização. As empresas de laticínios, dentre as quais há muitas multinacionais, têm grande poder de negociação junto a produtores e consumidores, inclusive na determinação de preços, em um mercado com tendência de demanda crescente (CARVALHO, et al., 2002).

Com o aumento da população, crescimento de renda, redução dos preços relativos de produtos concorrentes e mudanças dos hábitos alimentares, a demanda por leite e derivados tende a aumentar. Sendo tão importante como alimento humano, o leite tem sido motivo de diversos estudos científicos (GUERREIRO, et al., 2005; COSTA, 2006), que avaliam e testam métodos e condutas voltados ao aumento da produção e da qualidade do produto.

A composição e a qualidade do leite bovino variam de acordo com vários fatores, tais como: rebanho, região, ano, mês, período da conservação da amostra, contagem de células somáticas e estado nutricional dos animais (CORRÊA, 2010).

As tendências econômicas na comercialização do leite, com a demanda de certos produtos lácteos, podem afetar a composição do leite, uma vez que os sistemas de pagamento fazem com que os produtores direcionem sua produção de acordo com as necessidades da indústria. Por exemplo, se o mercado pagar incentivo para sólidos totais (ST) com bonificação para proteína e gordura, os produtores buscarão tecnologia para aumentar a concentração desses componentes no leite (BURCHARD; BLOCK, 1998).

Ribas et al. (2004), trabalhando em Santa Catarina, Paraná e São Paulo, encontraram altas correlações entre sólidos totais e seus componentes, o que indica a possibilidade das indústrias adotarem a porcentagem de ST como um dos parâmetros nos programas por qualidade de leite.

Trabalho semelhante foi desenvolvido no Rio Grande do Sul por Gonzales et al. (2004), podendo ser observadas correlações negativas entre produção de leite e gordura, e correlações positivas entre produção de leite e lactose. O leite produzido nos diversos meses do ano diferiu principal-

mente quanto à incidência de mastite, fração proteica, extrato seco desengordurado e acidez.

De acordo com Philpot (1998), a contagem de células somáticas (CCS) aumenta significativamente logo após a instalação de infecção na glândula mamária, sendo, portanto uma técnica importante para monitorizar o *status* inflamatório das glândulas mamárias em produção.

A industrialização do leite com altas contagens de células somáticas está correlacionada com a redução no rendimento dos queijos, aumento do conteúdo de água e baixa taxa em rendimento do coágulo, e a alterações negativas nas propriedades sensoriais, como defeitos de textura e elevada perda de sólidos no soro. No sentido de melhorar a qualidade e a padronização, o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento fixou por meio da Instrução Normativa 51 de 18 de setembro de 2002 (BRASIL, 2002), os requisitos mínimos de qualidade para o leite cru nas propriedades rurais, incluindo pela primeira vez na legislação Brasileira, limites máximos para CCS.

Leite de melhor qualidade possui maior concentração de sólidos totais e de proteína, e menor concentração total de bactérias. Tal evidência promove rendimentos industriais superiores e também aumento no prazo de validade e na padronização dos produtos derivados. Dessa forma, é importante para a indústria de laticínios selecionar leite com elevada estabilidade térmica quando o destino da matéria-prima for a elaboração de produtos que serão submetidos a tratamentos térmicos intensos com vida de prateleira longa, tais quais leite em pó e leite UHT. Este último, segundo dados da Associação Brasileira de Leite Longa Vida, representa 75% do mercado de leite fluido no Brasil (ALVES, 2006).

Assim, os objetivos da presente pesquisa foram avaliar a qualidade do leite de amostras obtidas em tanques de resfriamento de três regiões do Estado do Paraná.

Material e Métodos

O estudo refere-se à análise de 18.366 amostras de leite no período de 2007 a 2010. Estes dados foram obtidos junto aos laboratórios de controle de qualidade das indústrias de laticínios Alto Alegre Ltda. (município de Verê, região Sudoeste – SE), Agrolat Ltda. (município de Guaraniaçu, região

Oeste – OE) e Lactojara Ltda. (município de Tapejara, região Noroeste – NE), no Estado do Paraná.

As amostras de leite coletadas mensalmente pelos técnicos das indústrias de laticínios, treinados para a função, eram armazenadas em dois recipientes – o frasco para coleta de amostra para contagem bacteriana era provido de tampa azul e contendo o agente bacteriostático azidiol, e o frasco para coleta de amostra para avaliação de componentes e CCS (Contagem de Células Somáticas) provido de tampa vermelha e contendo o agente conservante Bronopol® (2 bromo 2 nitropropano 1,3 diol), mantidos refrigerados até chegada ao laboratório (HORST, 2011).

As análises laboratoriais foram realizadas no laboratório da Associação Paranaense de Criadores de Bovinos da Raça Holandesa na cidade de Curitiba-PR. Como padrão operacional, chegando ao laboratório as amostras são analisadas quanto a CBT, utilizando o equipamento modelo BactoCount-IBC® por citometria de fluxo, CCS utilizando o equipamento modelo Somacount® por citometria de fluxo, e teores de gordura, proteína, lactose e sólidos totais (ST) no equipamento automatizado Bentley 2000® pelo método infravermelho. Realizadas as análises, os resultados são remetidos às indústrias de laticínios, de onde se enviam cópias aos produtores.

Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 1% de significância. A associação das variáveis foi avaliada por meio das análises de correlação e regressão. Para execução das análises envolvendo a CBT e CCS os dados foram convertidos em escala logarítmica na base 10.

Resultados e Discussão

Os resultados da contagem de bactérias totais (CBT), de células somáticas (CCS) e de sólidos totais (ST), em relação às diferentes regiões no qual foram obtidas as amostras de leite encontram-se na Tabela 1.

Maiores contagens de bactérias totais foram obtidas no município de Verê, seguidas por Tapejara e Guaraniaçu ($p < 0,01$) (Tabela 1).

Tabela 1: Média \pm erro padrão da contagem bacteriana total (CBT), contagem de células somáticas (CCS) e sólidos totais (ST) para amostras de leite provenientes dos municípios de Verê, Guaraniaçu e Tapejara (Paraná), no período de 2007 a 2010.

Região	CBT*	CCS*	ST
Verê (SE)	6,109 \pm 0,025 ^a	5,76 \pm 0,01 ^a	12,42 \pm 0,022 ^a
Tapejara (NE)	5,829 \pm 0,008 ^b	5,53 \pm 0,003 ^c	12,17 \pm 0,006 ^c
Guaraniaçu (OE)	5,782 \pm 0,009 ^c	5,69 \pm 0,004 ^b	12,31 \pm 0,008 ^b

*Log10; Médias seguidas de letras diferentes diferem pelo Teste Tukey ($p < 0,01$)

A região Sudoeste, por possuir solo mais argiloso, concentra maior quantidade de umidade que o solo da região Noroeste, que tem característica mais arenosa. A maior umidade no solo aumenta a quantidade de lama nos úberes dos

animais, e isso parece ser fator predisponente para o aumento de CBT nessa região, em associação ao regime de criação semi-intensivo, que implica em maior quantidade de sujidade no entorno da sala de ordenha.

Falhas durante o processo da ordenha observadas por Andrade (1997) no Estado de Goiás mostram que procedimentos incorretos dos ordenhadores têm impacto negativo sobre a qualidade do leite. A higienização inadequada do tanque de resfriador também contribui para o comprometimento da qualidade microbiológica do leite, segundo Mendonça et al. (2001).

A água é muito utilizada na atividade leiteira, tanto para limpeza dos tetos dos animais, quanto para limpeza dos utensílios e equipamentos utilizados durante a ordenha, e pode ser grande fonte de contaminação bacteriana para o leite (FONSECA; PEREIRA; CARVALHO, 1999).

Bueno et al. (2008) afirmam que o valor de CBT é influenciado por umidade ambiental e precipitação pluviométrica, sendo que os coeficientes de determinação das variações de CBT 57,76% e 86,49% se devem às variações da umidade ambiental e precipitação pluviométrica, respectivamente.

No período das chuvas (primavera e verão) se observa aumento da contaminação ambiental, acúmulo de lama nas instalações e maior ocorrência de tetos sujos na hora da ordenha. Esses fatores, relacionados às falhas no momento da ordenha, podem interferir na contaminação inicial (BUENO, et al., 2008).

Em relação à CCS e ST, as amostras de Verê tiveram maiores contagens, seguidas de Guaraniaçu e Tapejara ($p < 0,01$) (Tabela 1).

Comparando as estações do ano, as amostras de primavera e verão apresentaram maiores médias de CBT, quando comparadas às amostras colhidas durante outono e o inverno ($p < 0,01$) (Tabela 2). Isto corrobora os resultados obtidos por Bueno et al. (2008).

Tabela 2: Média \pm erro padrão da contagem bacteriana total (CBT), contagem de células somáticas (CCS) e sólidos totais (ST) para amostras de leite em função das estações do ano, no período de 2007 a 2010.

Região	CBT*	CCS*	ST
Outono	5,80 \pm 0,014 ^b	2,55 \pm 0,006	12,41 \pm 0,011 ^a
Inverno	5,82 \pm 0,014 ^b	2,56 \pm 0,006	12,32 \pm 0,011 ^b
Primavera	5,88 \pm 0,014 ^a	2,57 \pm 0,006	12,00 \pm 0,011 ^c
Verão	5,89 \pm 0,014 ^a	2,56 \pm 0,006	11,94 \pm 0,010 ^c

*Log10; Médias seguidas de letras diferentes na coluna diferem pelo Teste Tukey ($p < 0,01$)

A maior temperatura ambiental e umidade pode aumentar o tempo para o resfriamento do leite, cujas propriedades bioquímicas favorecem alto crescimento bacteriano, o que pode justificar maior contagem de bactérias na primavera e verão.

Segundo Brito (1999), a população de coliformes pode dobrar a cada vinte minutos no leite mantido sob tem-

peratura média de 30°C.

Neste estudo, a análise dos níveis de CCS em relação à estação do ano não mostrou diferença significativa ($p > 0,01$) (Tabela 2), corroborando as afirmações de Alves (2006), que não encontrou variações significativas nos teores de CCS nas quatro estações.

Quanto a ST, o outono apresentou maior concentração em relação às demais estações (Tabela 2).

Faganet al. (2010) observaram que a concentração de ST no verão foi menor ($p < 0,05$) em relação às demais estações ano, com média de 11,08%. Além disso, verificaram que o consumo estimado de matéria seca (MS), no outono e inverno, foi maior quando comparado com as demais estações do ano, sendo que o verão foi a estação em que os animais apresentaram menor ingestão de MS.

Dessa forma, a redução na alimentação dos animais no verão devido às altas temperaturas pode interferir negativamente sobre a ingestão de MS (WEST, 2003).

Forrageiras de melhor qualidade em termos de proteínas e nutrientes digestíveis totais, como as gramíneas temperadas dos gêneros *Lolium* e *Avena*, são oferecidas durante os meses de inverno (junho a setembro), quando se observam as melhores produções (FONTANELI, 2000), já nos meses de verão, são oferecidas gramíneas tropicais de menor qualidade (PEIXOTO; MOURA; FARIA, 1998). Ainda este mesmo autor destaca o estresse térmico como fator negativo.

A concentração de gordura, proteína e lactose em função da região estão apresentadas na Tabela 3. As regiões sudoeste e oeste apresentaram superioridade na concentração de gordura quando comparado com a região noroeste ($p < 0,01$). Também no município do Verê (SE) foi verificada maior quantidade de proteínas nas amostras estudadas ($p < 0,01$), no entanto o teor de lactose foi superior na região Noroeste ($p > 0,01$).

Tabela 3: Média \pm erro padrão da concentração de gordura, proteína e lactose de amostras de leite provenientes dos municípios de Verê, Guaraniaçu e Tapejara (Paraná), no período de 2007 a 2010.

Região	Gordura	Proteína	Lactose
Verê (SE)	3,83 \pm 0,016 ^a	3,32 \pm 0,007 ^a	4,36 \pm 0,006 ^c
Tapejara (NE)	3,51 \pm 0,005 ^b	3,28 \pm 0,002 ^b	4,46 \pm 0,001 ^a
Guaraniaçu (OE)	3,78 \pm 0,006 ^a	3,24 \pm 0,003 ^c	4,39 \pm 0,002 ^b

Médias seguidas de letras diferentes na coluna diferem pelo Teste Tukey ($p < 0,01$)

Os resultados da concentração de gordura, proteína e lactose em relação às estações do ano, são apresentados na Tabela 4. Pode-se notar a superioridade quanto à concentração de gordura no outono e inverno ($p < 0,01$).

Por outro lado, Fagan et al. (2010) constataram que as porcentagens de gordura do leite foram menores no outono e inverno, possivelmente por influência da maior produtividade de leite e pela melhor qualidade da dieta nessas estações.

Tabela 4: Média \pm erro padrão da concentração de gordura, proteína e lactose de amostras de leite em função da estação do ano, no período de 2007 a 2010.

Região	Gordura	Proteína	Lactose
Outono	3,70 \pm 0,009 ^a	3,37 \pm 0,003 ^a	4,40 \pm 0,003 ^c
Inverno	3,66 \pm 0,009 ^a	3,27 \pm 0,004 ^b	4,44 \pm 0,003 ^b
Primavera	3,44 \pm 0,009 ^b	3,19 \pm 0,003 ^d	4,46 \pm 0,003 ^a
Verão	3,38 \pm 0,009 ^c	3,22 \pm 0,003 ^c	4,47 \pm 0,003 ^a

Médias seguidas de letras diferentes na coluna diferem pelo Teste Tukey ($p < 0,01$)

O teor de gordura é inversamente proporcional à produção de leite, ou seja, quanto maior a produção de leite pelo animal, menor será a concentração de gordura. A composição da dieta, com pouca fibra e muito concentrado, além de aumentar a taxa de propionato no rúmen, eleva o equilíbrio energético líquido, em função de maior ingestão de energia e redução na secreção de gordura (BAUMAN; GRIINARI, 2003).

Neste estudo, pode-se justificar esta diferença pela qualidade das forragens de inverno fornecidas aos animais, no Estado do Paraná.

Quanto à concentração de proteína, as amostras do outono tiveram maior concentração, seguidas pelo inverno, verão e primavera ($p < 0,01$) (Tabela 4).

Altas temperaturas ambientais são citadas como responsáveis por redução no conteúdo de proteínas totais no leite nas estações mais quentes. Aliado a isso, no inverno a alimentação é mais favorável, com qualidade nutritiva superior à das pastagens de verão.

Entre tantas variáveis que podem justificar as possíveis mudanças na concentração de proteína no leite, o estresse calórico no verão e a melhora na qualidade das pastagens nos meses frios parecem ser os principais fatores. De acordo com Dürr (2002), o fator que causa maior variação de proteína no leite é a quantidade de energia da dieta.

A associação de alta umidade relativa e alta temperatura ambiental pode causar estresse térmico, prejudicando a produtividade, por afetar o consumo de alimento pelos animais (ARMSTRONG, 1994).

De maneira inversa, a concentração de lactose no leite foi superior para a primavera e verão quando comparados com outono e inverno ($p < 0,01$) (Tabela 4).

Silva et al. (2009) relatam diferença significativa ($p < 0,05$) para o teor de lactose entre os períodos do ano, com maior índice no período seco, em relação ao período chuvoso.

Alves (2006) verificou que o teor médio de lactose foi menor no verão, em relação às demais estações, possivelmente devido à maior ocorrência de mastite clínica nos animais, coincidindo com o período das chuvas, época de maior susceptibilidade em função das condições ambientais favoráveis à multiplicação microbiana, como maior temperatura e umidade.

As análises de correlação e regressão mostraram que os níveis de CBT influenciaram de forma negativa os

teores de lactose ($r = -0,12$, $p < 0,05$) e ST ($r = -0,07$, $p < 0,01$). Também houve correlação positiva ($r = 0,129$, $p < 0,01$) entre CBT e CCS.

Colla (2009) observou forte correlação entre CCS e CBT ($r = 0,852$, $p < 0,01$) e demonstrou que há associação linear entre as duas variáveis, ou seja, conforme aumenta a quantidade de CCS no leite, aumenta o valor CBT. Conflitando com tais resultados, Lima et al. (2006) não encontraram variação bacteriana significativa em diferentes intervalos de CCS e destacaram não haver necessariamente relação entre CCS e CBT no leite.

A mastite influencia a elevação da contagem bacteriana, principalmente quando causada por *Streptococcus agalactiae*, *Streptococcus uberis* ou *Escherichia coli* (FONSECA; SANTOS, 2000).

De acordo com Santos e Fonseca (2006), uma vaca com mastite clínica causada por estreptococos pode liberar no leite até 10.000.000 UFC/mL, elevando de forma substancial os valores de CBT no tanque resfriador.

Por outro lado, Wink e Thaler Neto (2009) ressaltam que nem sempre se pode relacionar a contagem bacteriana com a CCS, uma vez que os micro-organismos têm alta capacidade de reprodução, podendo ser reflexo de quadros de mastites, mas também de baixa qualidade da água utilizada para higienização de utensílios ou falhas no sistema de refrigeração do leite.

Segundo Gigante (2004), para o leite cru oferecer melhor qualidade, deve haver menor carga bacteriana inicial e rigoroso sistema de refrigeração pós-ordenha.

Bueno et al. (2008) observaram diminuição nos teores de lactose e pequenas alterações nos valores de gordura, proteínas e ST, conforme o aumento da contaminação bacteriana em tanques de refrigeração.

Na análise de correlação a CCS apresentou correlação positiva em relação aos níveis de gordura ($r = 0,208$, $p < 0,01$) e negativa em relação à lactose ($r = -0,449$, $p < 0,01$).

Ventura et al. (2006), avaliando a CCS e seus efeitos nos constituintes do leite, verificaram que quando ocorria aumento nos valores de CCS acarretava acréscimo mínimo da porcentagem de gordura ($r = 0,02999$). Essa elevação pode ser justificada por mastites, que reduzem a produção de leite.

Pereira et al. (1999), analisando amostras de leite de animais, também encontraram aumento na concentração de gordura relacionado a incremento da CCS, o que pode ser explicado, provavelmente, pelo fato da redução na produção de leite, devido à ocorrência de infecção da glândula mamária, ter sido mais acentuada que aquela da produção de gordura, assim, houve concentração da gordura, aumentando a porcentagem.

No entanto, para Harmon (1994), Auld et al. (1995) e Brito e Dias (1998) em virtude da ação de lipases leucocitárias, a concentração de gordura no leite com elevada CCS tende a diminuir. Já em estudos conduzidos por Pereira et al. (1999) foi encontrado maior concentração de gordura no leite de vacas com mastite, corroborado por Machado, Pereira e Sarriés (2000) cujo estudo mostrou que a partir de 1.000.000 células mL⁻¹ ocorria significativo aumento na concentração desse componente, em amostras colhidas em tanques de expansão. Miller et al. (1983), ao avaliarem o leite individualmente, e Mitchel, Rogers e Houlihan (1986), ao usarem leite de tanque de expansão, verificaram aumento

na porcentagem de gordura no leite com alta CCS, em função da redução na produção de leite dos animais com mastite sub-clínica.

A lactose é o componente do leite com maior capacidade osmótica, por isso, a diminuição da lactose resulta na redução da produção de leite. Além disso, alguns microrganismos presentes nas infecções subclínicas podem causar obstrução de ductos na glândula mamária (AULDIST; HUBBLE, 1998). Bueno et al. (2008) citam que elevados níveis de contagem bacteriana interferem diretamente na composição do leite, determinando redução dos níveis de lactose.

Rajcevic, Potocnik e Levstek, (2003) observaram correlação negativa entre CCS e porcentagem de lactose ($r = -0,423$), o que está próximo do valor encontrado na presente pesquisa. Auld et al. (1995) também encontraram diminuição na concentração de lactose, relacionada ao aumento da CCS.

A redução da porcentagem de lactose seria resultado de menor síntese deste componente do leite em glândulas mamárias infectadas (PEREIRA, et al., 1997), da utilização da lactose pelos patógenos intramamários (AULDIST, et al., 1995) e da perda de lactose da glândula para a corrente sanguínea, devido ao aumento da permeabilidade da membrana, que separa o leite do sangue, levando à excreção da mesma na urina (SHUSTER, et al., 1991).

A análise da relação entre os constituintes do leite mostra que a gordura é o principal fator que interfere sobre os ST ($r = 0,845$, $p < 0,01$), depois a proteínas ($r = 0,57$, $p < 0,01$), e em seguida a lactose ($r = 0,1$, $p < 0,01$).

Segundo Machado; Pereira e Sarriés (2000) houve tendência de redução da porcentagem de ST, associada a aumento da CCS. De maneira similar, ao avaliar a composição química do leite mediante a presença de diferentes escores de *California Mastitis Test* (CMT), Gomes et al. (2006) demonstraram diminuição no escore de ST com média de 10,32 a 11,35%.

De acordo com Pales et al. (2005), úberes com mastite diminuem a concentração de nutrientes do leite como proteína, lactose e gordura, além dos principais componentes minerais e das enzimas também sofrerem variações.

A ocorrência de inflamação da glândula mamária leva a redução nos teores de lactose e consequente aumento de sais de sódio e cloro, além da redução nas concentrações de potássio, cálcio e fósforo (BRITO; DIAS, 1998). Segundo Pereira et al. (1997), a diminuição de lactose tem relação com o aumento de CCS no leite.

Neste estudo, os menores índices de CCS ocorreram em Tapejara, embasando a constatação de que o nível de CCS influencia a concentração de lactose.

Auld et al. (1995) encontraram diminuição na concentração de lactose, possivelmente relacionada a aumento da concentração de CCS, e afirmam que a lactose serve como substrato para patógenos intramamários.

Alves (2006) encontrou correlação negativa entre lactose e CCS, em função dos danos ao tecido secretor da glândula mamária lesada, que tem também seus sistemas enzimáticos alterados (PEREIRA et al., 1997). Isso resulta em deficiências na síntese de lactose por dano às células secretoras e por menor disponibilidade de glicose, principal precursor da lactose. Consequentemente há redução na produção de leite, pois o componente osmoticamente ativo do leite é

reduzido (KITCHEN, 1981).

Embora a proteína não tenha sofrido variação significativa neste estudo, em relação à quantidade de CCS, Pereira et al. (1997) citam que o aumento de proteína no leite também pode ser devido ao aumento de CCS.

Em casos de mastite, a estrutura da micela de caseína se desestabiliza, e ocorre hidrólise parcial da caseína, com diminuição da produção e da qualidade do leite (COLLA, 2009). Nessas condições, ocorre aumento na concentração de proteínas sanguínea, concomitantemente com redução na concentração de caseína, resultando em redução mínima de proteína total no leite (MARTINS, 2008). Isso pode ser explicado pelo fato de ocorrer aumento da permeabilidade capilar da glândula mamária, ocorrendo transferência em maior intensidade de proteínas do sangue, principalmente a albumina, para o leite (NG-KWAI-HANG, et al., 1993). Já Martins (2008) não encontrou diferença significativa entre quantidade de CCS e concentração de proteína no leite, e verificou concentrações mais altas de proteína na primavera com 3,25%, e as menores concentrações se deram no inverno, com teores de 3,05%.

Com o objetivo de estudar a evolução da qualidade do leite ao longo de 2007 a 2010, aplicou-se a ANOVA para CBT, CCS e Sólidos totais, nas três regiões estudadas, conforme a tabela 5.

Tabela 5: Média \pm erro padrão da CBT e CCS e Sólidos totais de amostras de leite em função do ano, no período de 2007 a 2010 em três regiões do Estado do Paraná.

ANO	CBT	CCS	Sólidos Totais
2007	5,911 \pm 0,035a	5,546 \pm 0,014c	12,27 \pm 0,031b
2008	5,918 \pm 0,015a	5,564 \pm 0,069c	12,17 \pm 0,013c
2009	5,867 \pm 0,088b	5,599 \pm 0,004b	12,16 \pm 0,007c
2010	5,728 \pm 0,009c	5,636 \pm 0,004a	12,37 \pm 0,007a

Médias seguidas de letras diferentes na coluna diferem pelo Teste Tukey ($p < 0,01$)

De acordo com os dados apresentados que, apesar do curto período avaliado, sugerem tendência de baixa na CBT do leite produzido ($p < 0,01$). Isto deve estar relacionado com os incentivos dados pelo governo federal aos produtores adquirirem unidades de refrigeração nas propriedades rurais. Este fator seria imprescindível para que se cumprissem os limites estabelecidos pela vigente Instrução Normativa 51 (BRASIL, 2002). Também, verificou-se melhora significativa nos teores de sólidos totais, que pode ser explicado pelo pagamento por qualidade proposto pela maioria das indústrias, fomentando melhoramento genético e nutricional (FAGAN, et al., 2010), também alterações climáticas podem ter interferido na disponibilidade de alimentos e ingestão de matéria seca (WEST, 2003) no período estudado.

Com relação aos níveis de CCS, estes seguiram tendência de aumento ao longo dos últimos quatro anos ($p < 0,01$), contrariando as expectativas de que acompanhasse os outros indicadores de qualidade, apontando para gradativo crescimento nos índices de mastite do rebanho (PHILPOT, 1998). Com a maior remuneração do leite pago ao produtor, junto com a liberação de crédito para aquisição de conjuntos de ordenhadeira mecânica, muitos produtores podem ter implantado o sistema sem a devida assistência técnica para

manutenção e higiene dos equipamentos. É notório o papel da mecanização da ordenha na predisposição e transmissão de patógenos relacionados à mastite (HILLERTON, et al., 1993). Além da tecnificação, há necessidade de se implantar programas de manejo de ordenha e controle das infecções, especialmente aquelas do tipo subclínica, para que se garanta evolução completa e gradativa na qualidade do leite bovino paranaense.

Conclusão

Com relação ao fator região, o município de Verê (região Sudoeste) apresentou maiores índices de CCS, CBT, gordura, proteína e ST. O teor de gordura foi o principal fator que influenciou o teor de ST seguido da lactose e proteína. Os níveis de CCS exerceram efeito negativo sobre lactose e positivo sobre gordura. Os meses de outono e inverno são favoráveis para a produção de leite com características físico-químicas e microbiológicas mais adequadas. Houve diminuição significativa na CBT e aumento nos teores de ST do leite produzido no período de 2007 a 2010 nas regiões estudadas. No entanto, a CCS seguiu em tendência de alta, indicando a falta de controle eficiente das mastites.

Agradecimentos

Ao Instituto de Pesquisa, Estudos e Ambiência Científica da Universidade Paranaense – IPEAC/UNIPAR, pela concessão de apoio financeiro. As Indústrias Alto Alegre Ltda., Agrolat Ltda. e Lactojará Ltda pela concessão dos dados.

Referências

- ALVES, C. **Efeito de variações sazonais na qualidade do leite cru refrigerado de duas propriedades de Minas Gerais.** 2006. 65 f. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2006.
- ANDRADE, M. A. **Mastite bovina subclínica: prevalência, etiologia e frequência de patógenos isolados das mãos de ordenhadores e teteiras, e testes de sensibilidade a drogas antimicrobianas.** 1997. 113 f. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária) – Escola de Veterinária – Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 1997.
- ARMSTRONG, D. V. Heat stress interaction with shade and cooling. **Journal of Dairy Science**, v. 77, p. 2044-2050, 1994.
- AULDIST, M. J.; HUBLLE, I. B. Effects of mastitis on raw milk and dairy products. **Australian Journal of Dairy Technology**, v. 53, p. 28-36, 1998.
- AULDIST, M. J. et al. Changes in the composition of milk from healthy and mastitic dairy cows during the lactation cycle. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, v. 35, n. 4, p. 427-436, 1995.

- BAUMAN, D. E.; GRIINARI, J. M. Nutritional regulation of milk fat synthesis. **Annual Review of Nutrition**, v. 23, p. 203-227, 2003.
- BRASIL. (2002). MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO (MAPA). **Instrução Normativa nº 51, de 12 de julho de 2002**. Brasília. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br>>. Acesso em: 02 maio 2011.
- BRITO, J. R. F.; DIAS, J. C. **A qualidade do leite**. Juiz de Fora: Embrapa; Tortuga, 1998. 98 p.
- BRITO, M. A. V. P. **Conceitos básicos de qualidade, sanidade do gado leiteiro**. Minas Gerais: Embrapa, 1999.
- BUENO, V. F. F. et al. Contagem bacteriana total do leite: relação com a composição centesimal e período do ano no Estado de Goiás. **Revista Brasileira de Ciência Veterinária**, v. 15, n. 1, p. 40-44, 2008.
- BURCHARD, J. F.; BLOCK, E. Nutrição do gado leiteiro e composição do leite. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE QUALIDADE DO LEITE, I, 1998, Curitiba. **Anais...** Curitiba: Associação Paranaense de Criadores de Bovinos da Raça Holandesa; Universidade Federal do Paraná, 1998, p. 16-19.
- CARVALHO, L. A. et al. **Mercados e comercialização**. Embrapa Gado de Leite. Sistemas de Produção, 2. 2002. Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Leite/LeiteCerrado/mercados.html>>. Acesso em: 10 maio 2011.
- COLLA, M. F. **Valor da haptoglobina no plasma comparado com a contagem de células somáticas do leite no diagnóstico da mastite subclínica em vacas leiteiras**. 2009. 67 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Veterinárias) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2009.
- COSTA, F. F. **Interferência de práticas de manejo na qualidade microbiológica do leite produzido em propriedades rurais familiares**. 2006. 80 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, 2006.
- CORRÊA, A. M. F. **Variação na produção e qualidade do leite de vacas da raça holandesa em função da ordem de parto**. 2010. 32 f. Monografia (Especialização em Zootecnia) – Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2010.
- DÜRR, J. W. **Atualização em pastagem e produção animal – ruminantes**. Curso de extensão. Módulo 11. Passo Fundo: Universidade de Passo Fundo - UPF, 2002.
- FAGAN, E. P. et al. Fatores ambientais e de manejo sobre a composição química do leite em granjas leiteiras do Estado do Paraná, Brasil. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 32, n. 3, p. 309-316, 2010.
- FONSECA, L. F. L.; SANTOS, M. V. **Qualidade do leite e controle de mastite**. São Paulo: Lemos, 2000. 175 p.
- FONSECA, L. F. L.; PEREIRA, C. C.; CARVALHO, M. P. Qualidade microbiológica do leite. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE PRODUÇÃO INTENSIVA DE LEITE, 4., 1999, Caxambu. **Anais...** São Paulo: Instituto Fernando Costa, 1999. p. 36-43.
- FONTANELI, R. **Sistemas de produção de leite**. Passo Fundo: Universidade de Passo Fundo, 2000. p. 59-85.
- GIGANTE, M. L. Importância da qualidade do leite no processamento de produtos lácteos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE QUALIDADE DO LEITE, 1., 2004, Passo Fundo. **Anais...** Passo Fundo: Universidade de Passo Fundo - UPF, 2004. CD-ROM.
- GOMES, V. et al. Composição físico-química do leite de vacas holandesas de acordo com a reatividade ao “california mastitis test”. **Revista de Ciências Veterinárias da Anhanguera Educacional**, v. 4, n. 4, p. 05-11, 2006. Disponível em: <<http://sare.unianhanguera.edu.br/index.php/rencs/article/view/348>>. Acesso em: 20 ago. 2011.
- GONZALES, H. L. et al. Avaliação da qualidade do leite na bacia leiteira de Pelotas, RS. Efeito dos meses do ano. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 33, n. 6, p. 1531-1543, 2004.
- GUERREIRO, P. K. et al. Qualidade microbiológica de leite em função de técnicas profiláticas no manejo de produção. **Ciência Agrotéc.** v. 29, n. 1, p. 216-222, 2005.
- HARMON, R. J. Physiology of mastitis and factors affecting somatic cell counts. **Journal of Dairy Science**, v. 77, n. 7, p. 2103-2112, 1994.
- HILLERTON, J. E. et al. Effect of pre milking teat on clinical mastitis on dairy farms in England. **Journal of Dairy Research**, v. 60, p. 31-41. 1993.
- HORST, J. A. **Manual de operações de campo coleta de amostras**. Disponível em: <<http://www.holandeparana.com.br/index.html>>. Acesso em: 04 maio 2011.
- KITCHEN, B. J. Review of the progress of dairy science: bovine mastitis: Milk compositional changes and related diagnostic tests. **Journal of Dairy Research**, v. 48, n. 1, p. 167-188, 1981.
- LIMA, M. C. G. et al. Contagem de células somáticas e análises físico-químicas e microbiológicas do leite cru tipo c produzido na região agreste do estado de Pernambuco. **Arquivo do Instituto Biológico**, v. 73, n. 1, p. 89-95, 2006.
- MACHADO, P. F.; PEREIRA, A. R.; SARRÍES, G. A. Composição do leite de tanques de rebanhos brasileiros distribuídos segundo sua contagem de células somáticas.

- Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 29, n. 6, p. 1883-1886, 2000.
- MARTINS, T. T. **Variabilidade de frações proteicas do leite em rebanhos leiteiros do estado de São Paulo**. 2008. 60 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz - Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2008.
- MENDONÇA, A. H. et al. Estudo de fatores que influenciam a qualidade do leite cru, submetido à coleta a granel. **Revista do Instituto de Laticínios “Cândido Tostes”**, v. 56, n. 321, p. 289-293, 2001.
- MILLER, R. H. et al. Relationships of milk somatic cell counts to daily milk yield and composition. **Acta Agricultural Scandinavica**, v. 33, p. 209-223, 1983.
- MITCHEL, G. E.; ROGERS, S. A.; HOULIHAN, D. B. The relationship between somatic cell count, composition and manufacturing properties of bulk milk. 2. Composition of farm bulk milk. **Australian Journal of Dairy Technology**, v. 41, p. 9-12, 1986.
- NG-KWAI-HANG, F. K. et al. Environmental influences on protein content and composition of bovine milk. **Journal of Dairy Science**, v. 65, n. 10, p. 1993-1998, 1993.
- PALES, A. P. et al. A importância da contagem de células somáticas e contagem bacteriana total para a melhoria da qualidade do leite no Brasil. **Revista Eletrônica Faculdade Montes Belos**, Goiás, v. 1, n. 2, p. 162-173, 2005. Disponível em: <http://www.fmb.edu.br/revista/volume1_n2_a.php>. Acesso em: 27 abr. 2011.
- PEIXOTO, A. M.; MOURA, J. C.; FARIA, V. P. Manejo de pastagens de Tifton, *Coastcross* e Estrela. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 15., 1998, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 1998. p. 55-85.
- PEREIRA, A. R. et al. Contagem de células somáticas e qualidade do leite. **Revista dos Criadores**, v. 67, n. 807, p. 19-21, 1997.
- PEREIRA, A. R. et al. Efeito do nível de células somáticas sobre os constituintes do leite I – gordura e proteína. **Brazilian Journal Veterinary Research and Animal Science**, v. 36, n. 3, p. 429-433, 1999.
- PHILPOT, W. N. Importância da contagem de células somáticas e outros fatores que afetam a qualidade do leite. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE QUALIDADE DO LEITE, 1., 1998, Curitiba. **Anais...** Curitiba: Associação Paranaense de Criadores de Bovinos da Raça Holandesa; Universidade Federal do Paraná, 1998. p. 28-35.
- RAJCEVIC, M.; POTOČNIK, K.; LEVSTEK, J. Correlations between somatic cells count and milk composition with regard to the season. **Agriculturae Conspectus Scientificus**, v. 68, p. 221-226, 2003.
- RIBAS, N. P. et al. Sólidos totais no leite em amostras de tanque nos Estados do Paraná, Santa Catarina e São Paulo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 33, n. 6, p. 2343-2350, 2004.
- SANTOS, M. V.; FONSECA, L. F. **Estratégias para o controle da mastite e melhoria da qualidade do leite**. Barueri: Manole, 2006. 314 p.
- SHUSTER, D. E. et al. Suppression of milk production during endotoxin-induced mastitis. **Journal of Dairy Science**, v. 74, n. 11, p. 3763-3774, 1991.
- SILVA, M. A. P. et al. Influência do transporte a granel na qualidade do leite cru refrigerado. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, v. 68, n. 3, 2009.
- VENTURA, R. V. et al. Contagem de células somáticas e seus efeitos nos constituintes do leite. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE QUALIDADE DO LEITE, 2., 2006, Goiânia. **Anais...** Goiânia, 2006. p. 187-189.
- WEST, J. W. Effects of heat-stress on production dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, v. 86, n. 6, p. 2131-2144, 2003.
- WINK, C. A.; THALER NETO, A. Diagnóstico da adequação de propriedades leiteiras em Santa Catarina às normas brasileiras de qualidade do leite. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, v. 8, n. 2, p. 164-172, 2009.