

# Influência de indicadores de qualidade sobre a composição química do leite e influência das estações do ano sobre esses parâmetros

*Influence of quality indicators on the chemical composition of milk and influence of the seasons on these parameters*

Suellen Carolina Henrichs<sup>[a]</sup>, Renata Ernlund Freitas de Macedo<sup>[b]</sup>, Laura Beatriz Karam<sup>[c]</sup>

<sup>[a]</sup> Médica veterinária, Escola de Ciências Agrárias e Medicina Veterinária, Pontifícia Universidade Católica do Paraná (PUCPR), Curitiba, PR – Brasil, e-mail: suhenrichs@gmail.com

<sup>[b]</sup> Médica veterinária, professora do Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal, Escola de Ciências Agrárias e Medicina Veterinária, Pontifícia Universidade Católica do Paraná (PUCPR), Curitiba, PR – Brasil, e-mail: renata.macedo@pucpr.br

<sup>[c]</sup> Engenheira de Alimentos, professora da Escola Politécnica, Pontifícia Universidade Católica do Paraná (PUCPR), Curitiba, PR – Brasil, e-mail: laura.karam@pucpr.br

## Resumo

O Brasil ocupa a 4ª posição na produção mundial de leite. Apesar disso, a qualidade do leite brasileiro ainda é inferior à dos principais países produtores. A adoção de indicadores de qualidade no leite cru é uma das principais medidas para melhorar a qualidade dos produtos lácteos. Os objetivos deste trabalho foram avaliar a relação dos indicadores de qualidade, contagem de células somáticas (CCS) e contagem bacteriana total (CBT) com a composição química do leite, e avaliar a influência que as variáveis climático-ambientais exercem sobre esses parâmetros. Foram analisadas 6.692 amostras de leite cru colhidas em tanques de refrigeração na Região Metropolitana de Curitiba (PR). A composição química e a CBT foram determinadas por espectrofotometria em infravermelho proximal e a CCS por citometria de fluxo. Os resultados foram analisados por ANOVA, e as médias comparadas por teste de Tukey ( $P < 0,05$ ). A composição química média do leite mostrou-se dentro da faixa considerada normal. No entanto, a CCS e a CBT apresentaram-se elevadas. Nessas condições, verificou-se aumento do teor de alguns componentes químicos do leite, principalmente a gordura. Essa condição pode mascarar a real qualidade do leite, haja vista a valorização de seus componentes sólidos. O verão foi a estação do ano em que o leite apresentou a pior qualidade. Sugere-se que os programas de pagamento por qualidade de leite aos produtores sejam baseados em um conjunto de atributos que deve levar em consideração não somente os componentes químicos do leite, mas também os indicadores de qualidade higiênico-sanitária.

**Palavras-chave:** Contagem de células somáticas. Contagem bacteriana total. Qualidade de leite.



## Abstract

*Brazil is the 4<sup>th</sup> world's largest milk producer. Nevertheless, the quality of Brazilian milk is still behind the main producing countries. The adoption of quality indicators in raw milk is one of the main ways to improve the quality of dairy products. This study aimed to evaluate the relationship between the quality indicators, somatic cell count (SCC) and total bacterial count (TBC) and the chemical composition of raw milk, and to evaluate the influence of climatic and environmental variables on the quality indicators. Raw milk samples (6,692) were collected from bulk tanks from dairy farms in the Curitiba Metropolitan Area, PR. Chemical composition and TBC were determined by Near Infrared-Spectroscopy and SCC by Flow Cytometry. Results were analyzed by ANOVA and means compared by Tukey's test ( $P < 0.05$ ). Chemical composition values were within the normal range for raw milk. However, the high TBC and SCC values increased the content of some milk components, particularly the fat content. This condition can mislead the real quality of milk since fat is one of the most profitable milk components. Summer was the season in which milk had the lowest quality. It is suggested that milk payment programs for milk quality should be based on a set of attributes that must take into consideration not only the content of the chemical components, but also the score of the hygienic and sanitary indicators.*

**Keywords:** Somatic cell count. Total bacterial count. Milk quality.

## Introdução

A pecuária leiteira é uma atividade difundida em todo o mundo e ocupa um espaço de destaque na economia mundial. Devido a sua importância social e econômica, esse sistema agroindustrial é um dos mais expressivos no Brasil. A atividade leiteira é praticada em todo país, estando presente em 1,3 milhão de propriedades, o que corresponde a 25% dos estabelecimentos rurais brasileiros. Gera mais de 4 milhões de empregos somente na produção primária e agrega mais de seis bilhões de reais ao valor da produção agropecuária nacional (VILELA; LEITE; RESENDE, 2002; BERGAMASCHI, 2010).

Com base em dados disponibilizados pela Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (FAO), Siqueira, Mercês e Pinho (2013) afirmam que o Brasil é o 4<sup>o</sup> maior produtor de leite do mundo, com produção de mais de 32 milhões de toneladas de leite em 2011.

Entretanto, a intensificação da atividade é prejudicada pelas características da produção leiteira no Brasil. Grande parte dos produtores brasileiros é classificada como pequenos ou médios, sendo a atividade leiteira de papel preponderante nas propriedades onde prevalece o trabalho familiar. Ademais, verifica-se que há pouco investimento na atividade, acarretando baixa tecnificação, falta de controle sanitário dos animais e condições higiênicas inadequadas durante a ordenha, conservação e

transporte do leite. Tais deficiências se refletem na baixa produtividade média do rebanho e na redução da qualidade do leite (NERO; VIÇOSA; PEREIRA, 2009; CAVALCANTI et al., 2010).

A busca pela qualidade do leite no Brasil é condição primordial, tanto para conservar as suas características nutricionais e sensoriais como para garantir sua segurança e credibilidade pelos consumidores, a qual foi recentemente afetada pela descoberta de adulterações realizadas por empresas de transporte de leite no País (VALCARENCHI, 2014).

A qualidade do leite que chega aos laticínios é avaliada principalmente por dois indicadores: a contagem de células somáticas (CCS) e a contagem bacteriana total (CBT). Altos índices de CCS causam inúmeros prejuízos às indústrias de laticínios por afetarem de forma direta a composição do leite e, conseqüentemente, diminuírem o tempo de vida de prateleira do leite e seus derivados (FONSECA; SANTOS, 2000; SILVA et al., 2010).

Nesse sentido, em dezembro de 2011, o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), através da Instrução Normativa n<sup>o</sup> 62, atualizou os limites máximos de CCS e CBT no leite cru para 600.000 células ou unidades formadoras de colônias/mL, respectivamente (BRASIL, 2011), com o propósito de aproximar os padrões nacionais dos internacionais e melhorar a qualidade do leite nacional, tornando os produtos mais competitivos e seguros nos mercados interno e externo.

Juntamente com a iniciativa do MAPA, indústrias processadoras vêm desenvolvendo programas de pagamento por qualidade com a finalidade de incentivar a melhoria da qualidade do leite de seus fornecedores, em consonância com as necessidades do mercado. Tais programas definem classes de qualidade para cada variável, com remuneração diferenciada para cada classe (MACHADO, 2008). Portanto, monitorar a qualidade do leite agrega valor a toda cadeia produtiva e aumenta a segurança alimentar dos consumidores, podendo também ser utilizada como indicador de eficiência zootécnica.

Tendo em vista a importância do leite para o agronegócio brasileiro e de sua qualidade e composição nutricional para a saúde pública, o objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito dos indicadores de qualidade (CCS e CBT) sobre os teores de gordura, proteína, lactose e sólidos totais de leite cru armazenado e refrigerado em tanques de expansão, e avaliar se a variação sazonal exerce influência sobre esses parâmetros.

## Material e métodos

Foram levantados aleatoriamente dados de composição química (percentuais de gordura, proteína, lactose e sólidos totais), CCS e CBT de 6.692 amostras de leite de tanque de refrigeração produzidos em 60 propriedades leiteiras da região Metropolitana de Curitiba (PR), no período de setembro de 2011 a agosto de 2013. As informações utilizadas neste estudo foram extraídas do banco de dados do Laboratório Central do Programa de Análise de Rebanhos Leiteiros do Paraná (PARLPR) e da Associação Paranaense dos Criadores de Bovinos da Raça Holandesa (APCBRH), localizados em Curitiba (PR).

A composição química e a CBT foram determinadas por espectrofotometria em infravermelho próximo, utilizando os equipamentos BENTLEY – 2000 (Bentley Instruments, MN, USA) e BENTLEY-IBC (Bentley Instruments, MN, USA), respectivamente. A CCS foi determinada por citometria de fluxo (SOMACOUNT® - 500, Bentley Instruments, MN, USA).

Para a análise da influência da CCS sobre os componentes do leite, as amostras de leite foram classificadas em cinco classes de acordo com a CCS:

resultados menores ou iguais a 200.000 células/mL (1), de 201.000 a 400.000 céls/mL (2), de 401.000 a 750.000 céls/mL (3), de 751.000 a 1.000.000 céls/mL (4) e acima de 1.000.000 céls/mL (5). O mesmo procedimento foi utilizado para classificar as amostras de acordo com a CBT: resultados menores ou iguais a 10.000 UFC/mL (1), de 11.000 a 100.000 UFC/mL (2), de 101.000 a 750.000 UFC/mL (3), de 751.000 a 1.000.000 UFC/mL (4) e acima de 1.000.000 UFC/mL (5).

Para avaliar a influência das estações do ano sobre a CCS e CBT, as amostras de leite foram divididas em quatro grupos: inverno (21 de junho a 22 de setembro) (1), primavera (23 de setembro a 20 de dezembro) (2), verão (21 de dezembro a 20 de março) (3) e outono (21 de março a 20 de junho) (4).

Os valores de CCS e CBT, transformados em logaritmo, e os dados de composição química foram analisados por análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey ( $P < 0,05$ ), utilizando o programa estatístico Statgraphics Centurion XVI versão 16.1.11.

A correlação entre os componentes químicos e a CCS, assim como a correlação entre os componentes químicos e a CBT nas amostras de leite foram realizadas pela correlação de Pearson ( $P < 0,05$ ).

## Resultados e discussão

Os percentuais médios de gordura, proteína, lactose, sólidos totais, CCS e CBT e seus respectivos desvios-padrão nas amostras analisadas estão apresentados na Tabela 1.

**Tabela 1** - Composição química, CCS e CBT (média  $\pm$  desvio-padrão) de 6.692 amostras de leite cru refrigerado analisadas no período de setembro de 2011 a agosto de 2013 na região de Curitiba (PR)

Componentes	Média $\pm$ Desvio Padrão
Gordura (%)	3,90 $\pm$ 1,00
Proteína (%)	3,13 $\pm$ 0,25
Lactose (%)	4,42 $\pm$ 0,17
Sólidos totais (%)	12,37 $\pm$ 1,03
CCS (x 1.000 cél/mL)*	543,39 $\pm$ 601,59
CBT (x 1.000 cél/mL)**	987,87 $\pm$ 2094,71

Legenda: \*CCS (Contagem de células somáticas), \*\*CBT (Contagem bacteriana total).

Fonte: Dados da pesquisa.

Os valores dos desvios-padrão mostram que a percentagem de sólidos totais foi o componente químico do leite que apresentou a maior amplitude de variação, seguida pela percentagem de gordura, proteína e pela lactose, o componente que sofreu menor variação. Os desvios-padrão de CCS e CBT foram maiores que os valores médios, indicando a grande variabilidade desses componentes nos tanques de refrigeração das amostras de leite.

A gordura é o componente que apresenta a maior variação no leite. Sua composição é integrada basicamente por triglicerídeos (98-99%), os quais são responsáveis por agregar sabor e palatabilidade aos produtos derivados do leite (GONZALEZ, 2001). Segundo Brito et al. (2005), o teor de gordura pode variar de 3,5 a 5,3%. Behmer (1999), por sua vez, relata valores entre 1,5 e 7%. Diversos são os fatores que contribuem para essa variação, estando entre eles a raça, a época do ano, a zona geográfica e o manejo (ORDÓÑEZ, 2005), bem como a alimentação e o estágio de lactação dos animais (BRITO et al., 2005).

O teor médio de gordura encontrado neste estudo, de 3,90%, está dentro da faixa descrita pelos autores citados. Por outro lado, é superior à média descrita por Noro et al. (2006), de 3,54%, que analisaram 165.311 amostras de leite cru procedentes do estado do Rio Grande do Sul, e por Machado, Pereira e Sarríes (2000), de 3,61%, que analisaram 4.785 amostras de leite cru procedente dos estados de São Paulo e Minas Gerais, no período de dezembro de 1996 a julho de 1998.

O teor médio da proteína em leite de vacas da raça Holandesa é de 3,20%, considerando-se normal uma variação de 0,1 pontos percentual (PERES, 2001). O teor médio de proteína encontrado (3,13%) mostrou-se dentro da faixa normal de variação e semelhante aos descritos por Noro et al. (2006), de 3,12% e Machado, Pereira e Sarríes (2000), de 3,20%. As proteínas representam 3 a 4% dos sólidos encontrados no leite (BRITO et al., 2005). Tronco (2008) descreve que as proteínas dividem-se em caseína (80%) e proteínas do soro (20%). Do ponto de vista industrial, a caseína figura como a proteína mais importante. As propriedades nutricionais, sensoriais, físicas e o rendimento dos principais produtos lácteos, tais como queijos, cremes, leite fluido e iogurte derivam da caseína, considerada uma proteína de alta qualidade e matéria

prima base para os produtos da indústria de lácteos (GONZALEZ, 2001; DE KRUIF et al., 2012). Dessa forma, o teor de proteína do leite é um parâmetro importante para estimar seu rendimento em derivados lácteos.

A lactose é o principal carboidrato do leite, sendo o componente mais abundante e menos variável desse alimento. Behmer (1999) cita que, no leite da vaca, a percentagem da lactose alcança uma média de 4,6%, enquanto Brito et al. (2005) pontuam que a percentagem de lactose é de aproximadamente 5%, variando entre 4,7 a 5,2%. Portanto, a média de lactose encontrada neste estudo, de 4,42%, está próxima dos valores citados em literatura, sendo, porém, inferior às descritas por Noro et al. (2006), de 4,52%, e por Machado, Pereira e Sarríes (2000), de 4,51%. Esse componente também se mostra importante na síntese do leite, pois é o principal fator osmótico e responsável pelo controle da produção, trazendo água do sangue para a glândula mamária. Sendo assim, o volume de leite produzido e a quantidade de água do leite dependem da quantidade de lactose sintetizada na glândula mamária (GONZALEZ, 2001).

As concentrações médias de sólidos totais encontradas foram iguais às descritas por Machado, Pereira e Sarríes (2000), de 12,37%, e superiores às médias encontradas por Prada e Silva et al. (2000), que analisaram 6.112 amostras de leite, com média de 12,03% de sólidos totais. O teor dos sólidos totais influencia no rendimento da maioria dos produtos lácteos, com destaque para os queijos (VIOTTO; CUNHA, 2006).

O valor médio de CCS (543.390 céls/mL) mostrou-se acima dos obtidos por Machado, Pereira e Sarríes (2000) e por Paula et al. (2004) em amostras de leite de tanques nos estados de São Paulo, Paraná e Santa Catarina, estando dentro do limite estabelecido pela IN 62/2011 para leite cru refrigerado (BRASIL, 2011) e inferior ao descrito por Andrade, Hartmann e Masson (2009), de 703.069 céls/mL. Contudo, os resultados encontrados demonstram valores superiores aos recomendados, de 200.000 céls./mL (SANTOS; FONSECA, 2007), evidenciando elevada prevalência de mastite subclínica nos rebanhos analisados.

O valor médio de CBT (987.870 UFC/mL) mostrou-se acima do limite máximo de 600.000 UFC/mL (BRASIL, 2011), assim como do citado por

Lacerda, Mota e Sena (2010), em amostras coletadas no estado do Maranhão, com médias de 677.900 UFC/mL. O aumento da CBT pode acarretar alterações na composição química do leite e, consequentemente, trazer prejuízos para a qualidade do leite, bem como para as indústrias (BUENO et al., 2009).

As altas contagens médias de CCS e CBT encontradas são indicativas de falhas de manejo relacionadas aos cuidados higiênico-sanitários na ordenha e no armazenamento do leite, além de problemas no ambiente em que a vaca fica alojada e na qualidade da água utilizada. Outro ponto crítico é o tempo de armazenagem do leite e a temperatura, visto que são fatores associados à velocidade de multiplicação dos microrganismos presentes no leite (SANTOS; FONSECA, 2007).

As correlações significativas ( $P < 0,05$ ) entre as concentrações de gordura, proteína, lactose, sólidos totais, CCS e CBT estão apresentadas na Tabela 2.

**Tabela 2** - Correlações significativas ( $P < 0,05$ ) entre as concentrações de gordura, proteína, lactose, sólidos totais, CCS\* e CBT\*\* em amostras de leite cru refrigerado da região de Curitiba (PR)

Variável	Proteína	Lactose	ST	CCS	CBT
Gordura	-0,0485	-0,2117	0,9338	0,3656	0,1102
Proteína		0,2027	0,2561	-0,1011	ns
Lactose			0,0413	-0,4574	-0,1273
ST				0,2459	0,0800
CCS					0,2443

Legenda: ST (sólidos totais); \*CCS (Contagem de células somáticas); \*\*CBT (Contagem bacteriana total) e ns (não significativo).

Fonte: Dados da pesquisa.

O teor de gordura apresentou correlação negativa com os teores de proteína e de lactose e positiva com os sólidos totais. Resultado semelhante foi obtido por Ribas et al. (2004).

O teor de gordura também mostrou correlação positiva com CCS e CBT ( $P < 0,05$ ), indicando que as amostras com maiores valores de CCS e CBT também apresentaram maiores teores de gordura. Esse resultado pode estar relacionado à redução no volume de produção de leite devido aos processos inflamatórios da glândula mamária (MACHADO; PEREIRA; SARRÍES, 2000), conforme mecanismo que será discutido posteriormente. Resultados semelhantes de correlação entre teor de gordura e

CCS em leite cru também foram descritos por Bueno et al. (2005) e Pereira et al. (1999).

O teor de proteína apresentou correlação negativa com o teor de gordura e CCS e positiva com o teor de lactose e de sólidos totais.

Houve correlação positiva dos sólidos totais com o teor de gordura, proteína e lactose. Porém, o valor de correlação com a lactose foi menor em relação à gordura e proteína, visto que a lactose é o componente químico que sofre menor variação no leite (GONZALEZ et al., 2004).

O teor de sólidos totais apresentou correlação positiva com a CCS. Do contrário, Prada e Silva et al. (2000) observaram ausência de correlação significativa entre sólidos totais e CCS. Neste estudo, a justificativa para a correlação positiva entre sólidos totais e CCS, possivelmente, deve-se ao aumento do teor de gordura com o incremento da CCS ( $P < 0,05$ ).

Os percentuais médios de gordura, proteína, lactose e sólidos totais do leite e CBT, agrupados em classes de CCS encontram-se na Tabela 3.

**Tabela 3** - Percentuais médios de gordura, proteína, lactose e sólidos totais e CBT\*\* em leite cru refrigerado de acordo com as diferentes classes de Contagem de Células Somáticas (CCS) em amostras analisadas no período de setembro de 2011 a agosto de 2013 provenientes da região metropolitana de Curitiba (n = 6.692)

Classes	Gordura	Proteína	Lactose	Sólidos	CBT x 1000
CCS*	(%)	(%)	(%)	Totais (%)	(UFC/mL)**
1	3,53 <sup>d</sup>	3,02 <sup>b</sup>	4,37 <sup>bc</sup>	11,82 <sup>c</sup>	791,49 <sup>c</sup>
2	3,78 <sup>c</sup>	3,13 <sup>a</sup>	4,46 <sup>a</sup>	12,30 <sup>b</sup>	716,87 <sup>c</sup>
3	3,90 <sup>b</sup>	3,14 <sup>a</sup>	4,40 <sup>b</sup>	12,36 <sup>b</sup>	1011,36 <sup>b</sup>
4	3,99 <sup>b</sup>	3,12 <sup>a</sup>	4,34 <sup>c</sup>	12,37 <sup>b</sup>	1223,24 <sup>b</sup>
5	4,62 <sup>a</sup>	3,05 <sup>b</sup>	4,24 <sup>d</sup>	12,81 <sup>a</sup>	1950,88 <sup>a</sup>

Nota: Médias seguidas de letras diferentes na mesma coluna apresentam diferença significativa ( $P < 0,05$ ).

Legenda: \*Classe 1 =  $\leq 200$  CCS x 1000 cél./mL; Classe 2 = 201 - 400 CCS x 1000 cél./mL; Classe 3 = 401 - 750 CCS x 1000 cél./mL; Classe 4 = 751 - 1000 CCS x 1000 cél./mL; Classe 5 =  $> 1000$  CCS x 1000 cél./mL. \*\*CBT (Contagem bacteriana total).

Fonte: Dados da pesquisa.

Ocorreu aumento significativo nos teores de gordura e sólidos totais à medida que a CCS aumentou. Dados encontrados na literatura sobre os efeitos da mastite e concentração de gordura são conflitantes. Santos (2002) afirma que infecções no úbere causam redução no teor de gordura do leite, pois

interferem na síntese de triclicerídeos na glândula mamária. Todavia, Pereira et al. (1999) ressaltam que as mudanças nos níveis de gordura causadas pela mastite são pequenas e que são relevantes somente em casos de CCS muito elevadas.

Entretanto, no presente trabalho, observando os valores médios de gordura nos diferentes intervalos de CCS nas amostras analisadas, verificou-se que altos valores coincidiram com maiores percentagens de gordura ( $P < 0,05$ ). Tais resultados corroboram os encontrados por Pereira et al. (1999), Machado, Pereira e Sarríes (2000) e Noro et al. (2006).

O aumento no teor de gordura do leite nos casos de inflamação mamária pode estar relacionado à concentração do teor de gordura por volume de leite produzido, o qual é reduzido nos casos de mastite (MACHADO; PEREIRA; SARRÍES, 2000), mas não deve ser considerado favorável à qualidade do leite (SCHAELLIBAUM, 2000). Machado, Pereira e Sarríes (2000) acrescentam ainda que, nos casos de mastite, a redução na produção de leite é mais acentuada que a redução na síntese de gordura, levando à concentração desse constituinte.

Em relação ao teor de proteína observou-se aumento nos teores entre os intervalos de CCS 2 e 4, seguido de redução significativa apenas no intervalo 5. Machado, Pereira e Sarríes (2000) e Bueno et al. (2005) constataram menor concentração de proteína conforme aumentou a CCS. Contudo, Noro et al. (2006) encontraram maior concentração de proteína com o incremento da CCS. Nesse caso, o aumento na concentração total de proteína não deve ser considerado favorável à qualidade do leite, pois em situações de mastite, normalmente, ocorre redução das proteínas que são sintetizadas na glândula mamária (caseínas) e aumento das proteínas séricas (albuminas séricas e imunoglobulinas) no interior da glândula mamária, devido à alteração da permeabilidade dos capilares sanguíneos, a fim de combater a infecção (PEREIRA et al., 1999; SCHAELLIBAUM, 2000).

As variações nos achados de literatura sobre a relação entre CCS e proteína no leite podem ser resultantes da alteração dos tipos de proteína presentes no leite, nos casos de úbere sadio ou com inflamação, e também de processos enzimáticos. O teor elevado de CCS no leite pode elevar a sua atividade enzimática e, conseqüentemente, a proteólise das suas proteínas. A ativação do plasminogênio em

plasmina resulta em proteólise de proteínas presentes no leite, principalmente a caseína, podendo alterar a composição do leite por modificações no complexo da caseína (SCHAELLIBAUM, 2000).

Com relação à concentração de lactose, pode-se observar que com o incremento da CCS houve redução da concentração de lactose no leite ( $P < 0,05$ ). Machado, Pereira e Sarríes (2000), Bueno et al. (2005) e Noro et al. (2006) também observaram redução da percentagem de lactose à medida que a CCS aumentou. Essa redução é resultado dos distúrbios da glândula mamária, que podem levar à redução na síntese de lactose ou ao aumento da permeabilidade da membrana celular dos alvéolos da glândula mamária, facilitando a reabsorção de lactose pela corrente sanguínea, ou ainda por ação direta de patógenos intramamários que utilizam o carboidrato como principal substrato (AULDIST et al., 1995).

O aumento da CCS foi acompanhado pelo aumento ( $P < 0,05$ ) da CBT. Segundo Santos e Fonseca (2007), a ocorrência de mastite pode influenciar na elevação da CBT pelo desenvolvimento de bactérias causadoras da infecção, principalmente *Streptococcus agalactiae*.

Os percentuais médios de gordura, proteína, lactose e sólidos totais do leite e CCS de acordo com o intervalo de CBT encontram-se na Tabela 4.

Conforme ocorreu elevação da CBT no leite, as concentrações de lactose reduziram-se ( $P < 0,05$ ). De forma semelhante, Bueno et al. (2009) também encontraram redução da lactose conforme aumento a CBT. Tal redução provavelmente deve-se à ação direta de microrganismos mamários que utilizam esse carboidrato como principal substrato. Em situações onde há falta de higiene ou falhas na refrigeração do leite, essa microbiota é representada predominantemente por microrganismos mesófilos. Bactérias mesófilas como *Lactobacillus*, *Streptococcus* e *Lactococcus* atuam na fermentação da lactose, produzindo ácido láctico que, ao acidificar o leite, reduz drasticamente seu uso e valor comercial (SANTOS; FONSECA, 2007; TAFFAREL et al., 2013).

Por outro lado, houve aumento significativo ( $P < 0,05$ ) na concentração de gordura e sólidos totais do leite conforme a CBT aumentou. Contrariamente a esse resultado, espera-se que com aumento da CBT ocorra diminuição na percentagem de gordura

**Tabela 4** - Percentuais médios de gordura, proteína, lactose e sólidos totais e CCS\*\* em leite cru refrigerado, de acordo com diferentes intervalos de Contagem Bacteriana Total (CBT) em amostras analisadas no período de setembro de 2011 a agosto de 2013 provenientes da região metropolitana de Curitiba (n = 6.692)

Classes CBT*	Gordura (%)	Proteína (%)	Lactose (%)	Sólidos Totais (%)	CCS (células/mL)**
1	3,70 <sup>c</sup>	3,13 <sup>a</sup>	4,48 <sup>a</sup>	12,24 <sup>b</sup>	284,75 <sup>e</sup>
2	3,78 <sup>c</sup>	3,11 <sup>a</sup>	4,47 <sup>a</sup>	12,24 <sup>b</sup>	401,62 <sup>d</sup>
3	3,87 <sup>b</sup>	3,10 <sup>a</sup>	4,37 <sup>b</sup>	12,25 <sup>b</sup>	537,59 <sup>c</sup>
4	4,06 <sup>a</sup>	3,11 <sup>a</sup>	4,34 <sup>b</sup>	12,42 <sup>ab</sup>	706,95 <sup>b</sup>
5	4,08 <sup>a</sup>	3,10 <sup>a</sup>	4,34 <sup>b</sup>	12,43 <sup>a</sup>	840,36 <sup>a</sup>

Nota: Médias seguidas de letras diferentes na mesma coluna apresentam diferença significativa (P<0,05).

Legenda: \*Classe 1 = ≤ 10 CBT x 1000 UFC/mL; Classe 2 = 11 - 100 CBT x 1000 UFC/mL; Classe 3 = 101 - 750 CBT x 1000 UFC/mL; Classe 4 = 751 - 1000 CBT x 1000 UFC/mL; Classe 5 = > 1000 CBT x 1000 UFC/mL. \*\*CCS (Contagem de células somáticas).

Fonte: Dados da pesquisa.

em leite cru refrigerado (ANDRADE; HARTMANN; MASSON, 2009; BUENO et al., 2008), devido à ação de fosfolipases produzidas por bactérias psicrófilas, que são os principais deterioradores desse tipo de alimento. Tais enzimas favorecem a hidrólise dos triglicerídeos, originando ácidos graxos livres que conferem sabor rançoso ao leite (SANTOS; FONSECA, 2007; TEBALDI et al., 2008). Contudo, o aumento concomitante da CBT e do teor de gordura (P<0,05) nas amostras analisadas pode estar relacionado à infecção da glândula mamária que, ao contribuir para o aumento da CBT do leite, diminui o volume de produção, aumentando a concentração de gordura.

Os teores de proteína não sofreram alteração significativa (P<0,05) à medida que aumentou a CBT do leite. Andrade, Hartmann e Masson (2009) verificaram redução do teor proteico do leite com o aumento da CBT e atribuíram essa ocorrência à produção de proteases por microrganismos psicrófilos, que hidrolisam a caseína do leite (SANTOS; FONSECA, 2007). Entretanto, as proteases afetam principalmente a K-caseína, visto que essa fração protéica está localizada na porção externa da micela, enquanto a β-caseína e a α-caseína encontram-se nas camadas mais internas. A K-caseína, ao ser hidrolisada, provoca desestabilização da micela, levando à coagulação e acúmulo de peptídeos responsáveis pelo aparecimento de sabor amargo e adstringente no leite (MAY et al., 2000; SANTOS; FONSECA, 2007).

Diante do exposto, o aumento da CBT traz prejuízos à qualidade do leite e, conseqüentemente, à indústria de derivados e lácteos, indicando falhas na produção e higiene. Portanto, torna-se necessário a implantação de um sistema de bonificação e penalização de qualidade do leite baseado na CBT, com o objetivo de minimizar as possíveis perdas para a indústria láctea.

Os percentuais médios de gordura, proteína, lactose, sólidos totais, CCS e CBT do leite, de acordo com as estações do ano, encontram-se na Tabela 5.

As médias dos componentes químicos do leite foram mais altas nos meses mais frios, porém as médias de CCS e CBT foram mais altas no verão.

Os percentuais médios de gordura e proteína foram menores no verão e na primavera que nos meses mais frios. Resultados semelhantes foram observados por Roma Júnior et al. (2009), os quais relataram redução de gordura e proteína não

**Tabela 5** - Composição química, CCS\* e CBT\*\* de amostras de leite cru refrigerado proveniente da região metropolitana de Curitiba (n = 6.692), classificadas de acordo com as diferentes estações do ano

Estação	Gordura (%)	Proteína (%)	Lactose (%)	ST (%)	CCS (log/mL)*	CBT (log/mL)**
Inverno	3,87 <sup>ab</sup>	3,17 <sup>a</sup>	4,43 <sup>a</sup>	12,40 <sup>a</sup>	2,19 <sup>ab</sup>	2,57 <sup>b</sup>
Primavera	3,86 <sup>ab</sup>	3,06 <sup>c</sup>	4,43 <sup>a</sup>	12,29 <sup>a</sup>	2,12 <sup>c</sup>	2,51 <sup>c</sup>
Verão	3,80 <sup>b</sup>	3,05 <sup>c</sup>	4,34 <sup>c</sup>	12,07 <sup>b</sup>	2,27 <sup>a</sup>	2,61 <sup>a</sup>
Outono	3,94 <sup>a</sup>	3,12 <sup>b</sup>	4,38 <sup>b</sup>	12,37 <sup>a</sup>	2,22 <sup>a</sup>	2,58 <sup>b</sup>

Nota: Médias seguidas de letras diferentes na mesma coluna apresentam diferença significativa (P<0,05).

Legenda: ST (sólidos totais); \*CCS (Contagem de células somáticas logs/mL); \*\*CBT (Contagem bacteriana total log/mL).

Fonte: Dados da pesquisa.

somente no verão, mas desde o início da primavera em amostras de leite cru refrigerado provenientes dos estados de Minas Gerais, Rio de Janeiro e São Paulo. Lacerda, Mota e Sena (2010) dividiram os períodos de produção de leite de agosto a dezembro de 2006 em período A, e de janeiro a julho de 2007 em período B, encontrando médias de gordura iguais entre os dois períodos e redução de proteína no verão.

Os teores de lactose foram maiores ( $P < 0,05$ ) durante o inverno e menores durante o verão. Os dados corroboram Noro et al. (2006), que registraram maior teor de lactose no mês de agosto (4,6%) e menor no mês de março (4,46%) em leite cru, no Rio Grande do Sul.

Os percentuais médios de sólidos totais foram mais altos no inverno (12,40%) e menores no verão, em consonância com os dados relatados por Ribas et al. (2004) e por Lacerda, Mota e Sena (2010).

Ponsano et al. (1999) demonstraram em seus estudos que os sólidos totais sofrem periodicidade anual. Tais variações são explicadas pelas diferenças de temperatura ambiente entre os meses, as quais influenciam diretamente o consumo de matéria seca e metabolismo animal e a qualidade das forragens disponíveis (RIBAS et al., 2004).

O outono, o inverno e a primavera foram as estações do ano mais favoráveis à qualidade química do leite. A maior concentração de gordura, proteína, lactose e sólidos totais no leite observado durante esse período pode estar relacionada à melhor qualidade nutritiva das pastagens temperadas utilizadas pelos rebanhos, em comparação com as pastagens tropicais de verão (NORO et al., 2006).

A média de CCS foi significativamente ( $P < 0,05$ ) maior no verão e no outono e menor na primavera e no inverno. Resultados semelhantes foram observados por Ostrensky (1999), que verificou aumento da CCS entre fevereiro e abril e redução de outubro a dezembro, em leite do Estado do Paraná avaliado no período de janeiro de 1993 a agosto de 1999. Por Lacerda, Mota e Sena (2010), que verificaram média de CCS mais alta no período B (janeiro a julho) e por Paula et al. (2004), que encontraram média de CCS maior no mês de janeiro, 497.000 céls/mL, e menor no mês de setembro, 442.000 céls/mL em amostras de leite provenientes dos Estados de Santa Catarina, Paraná e São Paulo, no período de janeiro de 1999 a novembro de 2001.

O verão é caracterizado por ser um período chuvoso, em que há formação de áreas alagadas e presença de lama no ambiente das vacas, favorecendo às infecções por microrganismos, principalmente de origem ambiental. Outra característica do período são as altas temperaturas que levam os animais ao estresse, além de aumentarem a incidência de infecções e o número de patógenos aos quais as vacas são expostas (PAULA et al., 2004; LACERDA; MOTA; SENA, 2010). Harmon (1994) acrescenta ainda que, nos meses mais quentes do ano, a CCS aumenta devido à menor produção de leite e, conseqüente, concentração das células somáticas. Portanto, os resultados obtidos correspondem aos da literatura.

Observa-se que a média de CBT foi significativamente maior ( $P < 0,05$ ) no período de verão. Resultados semelhantes foram descritos por Bueno et al. (2008), que dividiram as variáveis climáticas por período de chuvas, equivalente aos meses de novembro a abril (primavera/ verão), e de secas, nos meses de maio a outubro (outono/ inverno). O período de chuvas favorece à contaminação ambiental, o acúmulo de lama nas instalações e à maior ocorrência de tetos sujos no momento da ordenha. Além disso, a temperatura ambiente afeta o crescimento bacteriano e, portanto, pode acarretar a contaminação do leite (BUENO et al., 2008).

## Conclusão

Os componentes químicos do leite foram influenciados pela sanidade do animal e higiene na ordenha, avaliados pelos indicadores CCS e CBT. Contudo, verifica-se que em condições de altas CCS e CBT pode haver aumento de componentes importantes no leite, como a gordura. Dessa forma, sugere-se que os programas de pagamento por qualidade de leite aos produtores sejam baseados em um conjunto de atributos que leve em consideração tanto os componentes químicos do leite quanto os indicadores de qualidade higiênico-sanitária.

A composição química, CCS e CBT do leite são influenciadas pela variação sazonal, sendo verificado maior efeito na estação de verão sobre os parâmetros de qualidade de leite.

## Referências

- ANDRADE, U. V. C.; HARTMANN, W.; MASSON, M. L. Isolamento microbiológico, contagem de células somáticas e contagem bacteriana total em amostras de leite. **Revista Ars Veterinária**, v. 25, n. 3, p. 129-135, 2009.
- AULDIST, M. J. et al. Changes in the compositional of milk from healthy and mastitis dairy cows during the lactation cycle. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, v. 35, n. 4, p. 427-436, 1995. doi:10.1071/EA9950427.
- CAVALCANTI, E. R. C. et al. Avaliação microbiológica em ordenha mecânica antes e após adoção de procedimento orientado de higienização. **Revista Brasileira de Ciência Veterinária**, v. 17, n. 1, p. 3-6, 2010.
- BEHMER, M. L. A. **Tecnologia do leite**: leite, queijo, manteiga, caseína, iogurte, sorvetes e instalações. Produção – industrialização e análise. São Paulo: Nobel, 1999.
- BERGAMASCHI, M. **Produção de leite gera valor agregado e empregos em todas as regiões do país**. 2010. Disponível em: <<http://www.milkpoint.com.br/cadeia-do-leite/espaco-aberto/producao-de-leite-gera-valor-agregado-e-empregos-em-todas-as-regioes-do-pais-67748n.aspx>>. Acesso em: 08 out. 2013.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº. 62, de 29 de dezembro de 2011. Regulamentos técnicos de produção, identidade, qualidade, coleta e transporte de leite. **Diário Oficial [da] União**, Brasília, p. 6, 30 de dezembro de 2011.
- BRITO, M. A. et al. **Qualidade**. 2005. Disponível em: <[http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Agencia8/AG01/arvore/AG01\\_57\\_217200392359.html](http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Agencia8/AG01/arvore/AG01_57_217200392359.html)>. Acesso em: 07 out. 2013.
- 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.
- BUENO, V. F. F. et al. Contagem celular somática: relação com a composição centesimal do leite e período do ano no Estado de Goiás. **Ciência Rural**, v. 35, n. 4, p. 848-854, 2005. doi:10.1590/S0103-84782005000400016.
- DE KRUIF, C. G. et al. Casein micelles and their internal structure. **Advances in Colloid and Interface Science**, v. 171-172, p. 36-52, 2012. doi:10.1016/j.cis.2012.01.002
- FONSECA, L. F. L.; SANTOS, M. V. **Qualidade do leite e controle de mastite**. São Paulo: Lemos Editorial, 2000.
- GONZALEZ, F. H. D. Composição bioquímica do leite e hormônios da lactação. In: GONZALEZ, F. H. D.; DURR, J. W.; FONTANELI, R. S. (Ed.). **Uso do leite para monitorar a nutrição e o metabolismo de vacas leiteiras**. Porto Alegre: UFRGS, 2001, p. 5-22.
- GONZALEZ, H. L. et al. Avaliação da qualidade do leite na bacia leiteira de Pelotas, RS. Efeitos dos meses do ano. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 33, n. 6, p. 1531-1543, 2004. doi:10.1590/S1516-35982004000600020.
- HARMON, R. J. Physiology of mastitis and factors affecting somatic cell counts. **Journal of Dairy Science**, v. 77, n. 7, p. 2103-2112, 1994. doi:10.3168/jds.S0022-0302(94)77153-8.
- LACERDA, L. M.; MOTA, R. A.; SENA, M. J. Contagem de células somáticas, composição e contagem bacteriana total do leite de propriedades leiteiras nos municípios de Miranda do Norte, Itapecurú – Mirim e Santa Rita, Maranhão. **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 77, n. 2, p. 209-215, 2010.
- MACHADO, P. F. Pagamento do leite por qualidade. In: BARBOSA, S. B. P.; BATISTA, A. M. V.; MONARDES, H. **Congresso Brasileiro de Qualidade do Leite**. v. 1. Recife: CCS Gráfica e Editora, 2008. p. 183-191.
- 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. doi:10.1590/S1516-35982000000600038.
- MA, Y. et al. Effects of somatic cell count on quality and shelf-life of pasteurized fluid milk. **Journal of Dairy Science**, v. 83, n. 2, p. 264-274, 2000. doi:10.3168/jds.S0022-0302(00)74873-9
- NERO, L. A.; VIÇOSA, G. N.; PEREIRA, F. E. V. Qualidade microbiológica do leite determinada por características de produção. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 29, n. 2, p. 386-390, 2009. doi:10.1590/S0101-20612009000200024.
- NORO, G. et al. Fatores ambientais que afetam a produção e a composição do leite em rebanhos assistidos por cooperativas no Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, n. 3, p. 1129-1135, 2006. doi:10.1590/S1516-35982006000400026.

- ORDÓÑEZ, J. A. **Tecnologia de alimentos**. v. 2. Porto Alegre: Artmed, 2005.
- OSTRENSKY, A. **Efeitos de ambiente sobre a contagem de células somáticas no leite de vacas da raça Holandesa no Paraná**. 1999. 114 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Veterinárias) - Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1999.
- PAULA, M. C. de et al. Contagem de células somáticas em amostras de leite. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 33, n. 5, p. 1303-1308, 2004. doi:10.1590/S1516-35982004000500023.
- PEREIRA, A. R. et al. Efeito do nível de células somáticas sobre os constituintes do leite I – gordura e proteína. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, v. 36, n. 3, 1999. doi:10.1590/S1413-95961999000300003.
- PERES, J. R. O leite como ferramenta do monitoramento nutricional. In: GONZALEZ, F. H. D.; DURR, J. W.; FONTANELI, R. S. **Uso do leite para monitorar a nutrição e o metabolismo de vacas leiteiras**. Porto Alegre: UFRGS, 2001, p. 30-45.
- PONSANO, E. H. G. et al. Variação sazonal e correlação entre propriedades do leite utilizadas na avaliação de qualidade. **Revista Higiene Alimentar**, n. 64, p. 4, 1999.
- PRADA E SILVA, L. F. et al. Efeito do nível de células somáticas sobre os constituintes do leite II – lactose e sólidos totais. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, v. 37, n. 4, 2000. doi:10.1590/S1413-95962000000400014.
- RIBAS, N. P. et al. Sólidos totais do leite em amostras de tanque nos Estados do Paraná, Santa Catarina e São Paulo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 33, n. 6, supl. 3, p. 2343-2350, 2004. doi:10.1590/S1516-35982004000900021.
- ROMA JÚNIOR, L. C. et al. Sazonalidade do teor de proteína e outros componentes do leite e sua relação com programa de pagamento por qualidade. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 61, n. 6, p. 1411-1418, 2009. doi:10.1590/S0102-09352009000600022.
- SANTOS, M. V. Efeitos da mastite sobre a qualidade do leite e dos derivados lácteos. In: CONGRESSO PANAMERICANO DE QUALIDADE DO LEITE E CONTROLE DE MASTITE, 2002, Ribeirão Preto. **Anais...** Ribeirão Preto: Instituto Fernando Costa, 2002. p. 179-188.
- SANTOS, M. V.; FONSECA, L. F. L. **Estratégias para controle de mastite e melhoria da qualidade do leite**. Barueri: Manole, 2007.
- SCHAELLIBAUM, M. Efeitos de altas contagens de células somáticas sobre a produção e qualidade de queijos. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE A QUALIDADE DO LEITE, 2., 2000, Curitiba. **Anais...** Curitiba: CIETEP/FIEP, 2000. p. 21-26.
- SILVA, M. V. M. et al. A mastite interferindo no padrão de qualidade do leite: uma preocupação necessária. **Revista Científica Eletrônica de Medicina Veterinária**, ano 8, n. 14, 2010.
- SIQUEIRA, K. B.; MERCÊS, E. S.; PINHO, M. C. O Brasil é o quarto maior produtor de leite do mundo. In: EMBRAPA. **Panorama do leite**. Boletim Eletrônico Mensal, ano 6, n. 75, Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, 2013. p. 5-6.
- TAFFAREL, L. E. et al. Contagem bacteriana total do leite em diferentes sistemas de ordenha e de resfriamento. **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 80, n. 1, p. 7-11, 2013. doi:10.1590/S1808-16572013000100002.
- TEBALDI, V. M. R. et al. Isolamento de coliformes, estafilococos e enterococos de leite cru provenientes de tanques de refrigeração por expansão comunitários: identificação, ação lipolítica e proteolítica. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 28, n. 3, p. 753-760, 2008. doi:10.1590/S0101-20612008000300036.
- TRONCO, V. N. **Manual para inspeção da qualidade do leite**. 3. ed. Santa Maria: Editora UFSM, 2008.
- VALCARENGHI, A. **Empresa gaúcha envia 299 mil litros de leite adulterado para SP e PR**. 2014. Disponível em: <<http://agenciabrasil.ebc.com.br/geral/noticia/2014-03/operacao-descobre-299-mil-litros-de-leite-adulterado-distribuidos-para-sp-e-pr>>. Acesso em: 18 mar. 2014.
- VILELA, D.; LEITE, J. L. B.; RESENDE, J. C. Políticas para o leite no Brasil: passado, presente e futuro. In: SUL-LEITE: SIMPÓSIO SOBRE SUSTENTABILIDADE DA PECUÁRIA LEITEIRA NA REGIÃO SUL DO BRASIL, 2002, Maringá. **Anais...** Maringá: UEM, 2002. p. 1-22.
- VIOTTO, W. H.; CUNHA, C. R. Teor de sólidos do leite e rendimento industrial. In: MESQUITA, A. J.; DURR, J. W.; COELHO, K. O. **Perspectivas e avanços da qualidade do leite no Brasil**. v. 1. Goiânia: Talento, 2006. p. 241-258.

Recebido em: 05/06/2014  
Received in: 06/05/2014

Aprovado em: 02/12/2014  
Approved in: 12/02/2014