

EFEITO DO TIPO DE ORDENHA E DO AMBIENTE SOBRE A QUALIDADE DO LEITE CRU COM BASE NA CONTAGEM DE CÉLULAS SOMÁTICAS

EFFECT OF TYPE OF MILKING AND ENVIRONMENT ON THE RAW MILK QUALITY BASED ON SOMATIC CELLS COUNT

Juliana Cassiano Silva^{1*}
Robson Carlos Antunes¹

¹Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, MG, Brasil.

*Autora para correspondência – jullivet@yahoo.com.br

Resumo

Objetivou-se avaliar o efeito do tipo de ordenha e de ambiente na qualidade do leite cru por meio da identificação da Contagem de Células Somáticas – CCS nas amostras obtidas das propriedades rurais da mesorregião do sul goiano e correlacioná-la com diferentes tipos de ordenha, bem como com os componentes do leite e o período do ano. A pesquisa desenvolveu-se em 229 fazendas associadas à Cooperativa de Catalão, divididas por tipo de ordenha: manual e mecânica. Em cada propriedade foi coletada amostra mensal no tanque de expansão, no total de 8244 amostras. A ordenha mecânica obteve maior número de amostras com CCS > 500.000 células/mL. Existiu correlação positiva entre CCS e teor de gordura e sólidos totais – ST, porém houve uma correlação negativa entre CCS e teores de proteína e lactose. No período da chuva tem-se uma elevação de CCS se comparado ao período da seca, e com a elevação do Índice de Temperatura e Umidade – ITU ocorreu uma redução nos teores de gordura e ST. Pode-se concluir que a ordenha manual mostrou-se mais viável para obtenção do leite com parâmetros de CCS exigidos pela legislação e que CCS e componentes do leite sofrem interferência da época do ano.

Palavras-chave: índices ambientais; mastite subclínica; ordenha manual; ordenha mecânica.

Abstract:

The objective of this study was to evaluate the effect of the type of milking and the environment on raw milk quality by identification of Somatic Cells Count – CCS in the samples obtained from farms in the mesoregion of south goiano and correlate it with the different types of milk, milk components, and time of year. The research was developed in 229 farms associated with the Catalão Cooperative, divided for types of milking: manual and mechanical. A monthly sample was collected in each property in the expansion tank, totaling 8244 samples. Mechanical milking presented the highest number of samples with CCS > 500.000 cells / mL. There was a positive correlation between CCS and fat and total solids – TS, but there was a negative correlation between CCS and protein and lactose. During the rainy season CCS increased compared to dry season. Also, the rise of temperature and humidity index – THI caused a reduction in fat and TS. In conclusion, hand milking was more feasible to obtain the milk CCS parameters required by the legislation and CCS and milk components

suffer interference from the time of the year.

Keywords: environmental indices; hand milking; mechanical milking; subclinical mastitis.

Recebido em: 22 de março de 2015.

Aceito em: 27 de abril de 2018.

Introdução

A produção leiteira no Brasil vem enfrentando mudanças rápidas e significativas nos últimos anos, por isso a qualidade do leite tem sido foco de diversas pesquisas nos vários segmentos da cadeia produtiva⁽¹⁻⁴⁾.

Dentre as doenças que podem acometer o rebanho leiteiro, destaca-se a mastite que causa um prejuízo muito grande aos produtores. As perdas econômicas se devem ao descarte do leite, à eliminação precoce dos animais, ao custo de medicamentos e de assistência veterinária, além da redução da quantidade e da qualidade do leite. Observa-se, durante o quadro de mastite, a diminuição nos níveis de lactose, gordura, sólidos não gordurosos e caseína no leite, além do aumento do número de células somáticas⁽⁵⁾.

A contagem de células somáticas (CCS) no leite é um indicador da mastite subclínica e tem sido utilizada para avaliar e monitorar a saúde da glândula mamária em rebanhos leiteiros. Além de valiosa utilidade na detecção da enfermidade em rebanhos, esse método também pode avaliar a qualidade do produto que é enviado aos laticínios. Esse fato assume destacada importância, uma vez que o pagamento do leite pela sua qualidade é cada vez mais efetuado por diversos laticínios⁽⁶⁾.

O nível da infecção, a idade da vaca, o estágio da lactação, o estresse, os intervalos entre ordenhas, manejo, número de lactação e estações do ano consistem em fatores que influenciam a CCS do leite. A presença de infecção na glândula mamária parece ser o fator que mais altera a contagem celular no leite⁽⁷⁾.

A CCS é um padrão usado para definir a qualidade do leite cru. É parte do conjunto de atributos essenciais de qualidade, que incluem a composição (gordura, proteína, sólidos totais), fatores sensoriais (sabor, odor e aparência), número de bactérias, presença ou ausência de drogas e resíduos químicos. O uso da CCS é mais recente e surgiu em razão da observação de que os programas de melhoramento animal ocasionam um pequeno aumento da suscetibilidade à mastite⁽⁸⁾.

A contagem de células somáticas do leite de tanque (CCSLT) tem relação direta e indicativa da ocorrência de mastite, sendo que a correlação entre a CCS média no tanque e a ocorrência de mastite varia entre 0,50 a 0,96. Além disso, a CCS do tanque interfere também na composição do leite, nos riscos de contaminação do leite com antimicrobianos e na probabilidade da presença de bactérias patogênicas⁽⁸⁾.

A Instrução Normativa (IN) 62/2011, do Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA), no seu anexo II institui o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Leite Cru Refrigerado, estabelecendo índices mais rígidos de CCS, sendo que a partir de 01/07/2014 as regiões Sul, Sudeste e Centro-Oeste devem apresentar uma CCS máxima de 500.000 células/mL de leite⁽⁹⁾.

Com base no exposto acima e considerando que o verdadeiro controle de qualidade do leite inicia-se no processo de produção da fazenda, objetivou-se avaliar o efeito do tipo de ordenha e do ambiente na qualidade do leite cru por meio da identificação da Contagem de Células Somáticas – CCS nas amostras obtidas das propriedades rurais da mesorregião do sul goiano e correlacioná-las com os diferentes tipos de ordenha, bem como os componentes do leite: gordura, proteína, lactose e sólidos totais (ST). Ademais, buscou-se também diagnosticar a ocorrência da mastite subclínica por meio da CCS, avaliar a correlação entre CCS e tipo de ordenha com os resíduos de antimicrobianos, verificar a influência do período do ano, Índice de Temperatura e Umidade (ITU) e Índice de Temperatura Equivalente (ITE) sobre a CCS e realizar a série temporal para CCS.

Desse modo, como existe a valorização dos componentes do leite e da CCS na formulação do preço pago ao produtor, o presente estudo visa conhecer a qualidade atual do leite nos diferentes tipos de ordenha para que os resultados obtidos sejam discutidos com todos os envolvidos na cadeia de produção visando um leite de boa qualidade e melhor preço.

Material e Métodos

A pesquisa foi realizada em 229 fazendas produtoras de leite localizadas em municípios que compõem a mesorregião do sul goiano e que são filiadas à Cooperativa Agropecuária de Catalão – Goiás (COACAL). As fazendas possuem diferentes tipos de ordenha, sendo divididas em ordenha manual e mecânica. As propriedades possuem sistema semi-intensivo de produção de leite, com manejo zoonosológico semelhantes.

Os dados utilizados no presente trabalho pertencem ao banco de dados da COACAL. A coleta foi realizada por técnicos dessa cooperativa, devidamente treinados, de janeiro de 2011 a dezembro de 2013, sendo que, em cada propriedade, foi coletada uma amostra mensal, perfazendo um total de 8244 amostras. As amostras foram coletadas de todas as propriedades associadas à COACAL no período do estudo.

A coleta foi realizada introduzindo um copo coletor no interior dos tanques de refrigeração por expansão direta após homogeneização do leite do tanque acionando-se o agitador por tempo mínimo de cinco minutos e, posteriormente, transferindo para dois frascos, sendo um frasco com tampa vermelha para análise de CCS e composição do leite e o outro com tampa branca para análise de resíduos de antimicrobianos.

As amostras dos frascos com tampa vermelha foram homogeneizadas para dissolver a pastilha de Bronopol® (Bronopol, D & F Control Systems, USA). Cada frasco de coleta tinha esse conservante, cujo objetivo é inibir o crescimento de bactérias e fungos. Já as amostras dos frascos com tampa branca não possuíam conservantes.

As amostras foram identificadas com código de barras específico para cada produtor, acondicionadas em grades nas caixas isotérmicas com gelo reciclável e, posteriormente, enviadas resfriadas para análise no Laboratório de Fisiologia da Lactação, da Clínica do Leite, Departamento de Zootecnia da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (ESALQ/ USP) de Piracicaba, São Paulo, sendo que as análises foram realizadas num prazo máximo de três dias após a coleta.

A CCS foi realizada, eletronicamente, pelo aparelho Fossomatic™® (Foss Electric A/S.Hillerod, Denmark)⁽¹⁰⁾ e os teores dos componentes foram analisados utilizando-se o Milkoscan™ FT® (Foss Electric A/S. Hillerod, Denmark)⁽¹¹⁾.

Para detecção de resíduos de antimicrobianos foi utilizado o Delvotest-P de acordo com as instruções do fabricante (Gist-Brocades BSD – Biotechnology contributing to food health and the environment)⁽¹²⁾.

Os dados meteorológicos foram obtidos do Instituto Nacional de Meteorologia – INMET⁽¹³⁾, com o uso do seu banco de dados para ensino e pesquisa, na estação de observação de superfície convencional de Catalão-GO, Código: 86777, Latitude: -18,16 Longitude: -47,93 e Altitude: 840,47 metros. Foram consideradas as médias mensais máximas de temperatura e umidade relativa do ar e a precipitação pluviométrica mensal total.

Para o cálculo do ITU, utilizou-se a equação: $ITU = Tbs + 0,36.Tpo + 41,5$, segundo Thom⁽¹⁴⁾, em que ITU é o índice de temperatura e umidade, Tbs é a temperatura de bulbo seco (°C) e Tpo é a temperatura de ponto de orvalho (°C).

Para o cálculo do ITE, utilizou-se a equação: $ITE = 27,88 - 0,456 Tbs + 0,010754 Tbs^2 - 0,4905 UR + 0,00088 UR^2 + 1,1507 V - 0,126447 V^2 + 0,019876 Tbs UR - 0,046313 Tbs V$, onde ITE é o índice de temperatura equivalente, Tbs é a temperatura de bulbo seco (°C), UR é a umidade relativa (%) e V é a velocidade do vento (m.s⁻¹)⁽¹⁵⁾.

Para verificar a dependência entre o tipo de ordenha e a mastite subclínica, considerando o limite máximo estabelecido por Harmon⁽¹⁾ de CCS de 300.000 céls/mL e a CCS preconizada pela IN 62/2011⁽⁹⁾ foi utilizado o teste qui-quadrado (χ^2), como houve dependência entre as variáveis foi calculado o coeficiente de contingência.

A CCS em algumas análises foi transformada em escore linear de células somáticas, segundo a equação: $ECS = [\log_2(CCS/100.000)] + 3$, sendo que ECS é escore de células somáticas⁽¹⁶⁾.

Para avaliar a influência da CCS, variável independente, sobre os teores dos componentes do leite (gordura, proteína, lactose e ST), variáveis dependentes, calculou-se o coeficiente de correlação de Pearson (r) entre cada variável independente e as respectivas variáveis dependentes, com significância de 5%.

Para verificar a dependência entre o tipo de ordenha e os resíduos de antimicrobianos, considerando presença ou ausência, foi utilizado o teste qui-quadrado (χ^2); como houve dependência entre as variáveis, foi calculado o coeficiente de contingência. Para verificar a dependência entre CCS e resíduos de antimicrobianos, considerando presença ou ausência, foi utilizado o teste qui-quadrado (χ^2).

Os testes de Anderson-Darling e Bartlett foram aplicados no programa estatístico Action 2.3⁽¹⁷⁾ e a distribuição normal e homogeneidade da variância, respectivamente, foram confirmadas em todas as variáveis. Os dados foram submetidos à Análise de Variância (ANOVA), utilizando o programa estatístico SISVAR 5.1⁽¹⁸⁾, num delineamento inteiramente casualizado e o Teste de Tukey com significância 5% para comparação de médias.

Para a realização da ANOVA, foram considerados cinco intervalos da CCS: resultados menores ou iguais a 200.000 céls/mL, de 201.000 a 400.000 céls/mL, de 401.000 a 750.000 céls/mL, de 751.000 a 1.000.000 céls/mL e acima de 1.001.000 céls/mL⁽¹⁹⁾.

Para avaliar a influência do período do ano sobre a CCS, foram considerados dois períodos distintos no ano: período das chuvas e das secas, sendo o período das chuvas equivalente aos meses de novembro a abril, e o das secas aos meses de maio a outubro.

Aplicou-se o teste F para duas variâncias com 5% de significância, e, posteriormente, os dados foram submetidos ao teste t para amostras independentes com significância 5% para comparação de médias.

Para avaliar a influência da CCS (ECS), variável independente, sobre os valores da temperatura, umidade relativa, precipitação pluviométrica, ITE e ITU, variáveis dependentes, calculou-se o coeficiente de correlação de Pearson (r) entre cada variável independente e as respectivas variáveis dependentes, com significância de 5%.

Calculou-se também o coeficiente de correlação de Pearson (r) com significância de 5% entre ITU e os teores dos componentes do leite (gordura, proteína, lactose e ST) e entre ITE e os teores dos componentes do leite (gordura, proteína, lactose e ST). Nos procedimentos de análises estatísticas foi utilizado o programa estatístico Action 2.3⁽¹⁷⁾.

Os dados de CCS foram analisados segundo o modelo geral (modelo com sazonalidade e com tendência), conforme equação: $Y_t = L_t + S_t + T_t$, sendo Y_t a variável no tempo t; L_t a estimativa de nível da série no tempo t e S_t a estimativa da Sazonalidade no tempo e T_t a estimativa de tendência no tempo t⁽²⁰⁾. Para avaliação no modelo, os dados foram analisados utilizando-se o programa estatístico SPSS versão 8.0⁽²¹⁾.

Resultados e Discussão

Houve uma relação de dependência entre o tipo de ordenha e a mastite subclínica, comprovada pelo teste de qui-quadrado com $p < 0,05$ e com coeficiente de contingência de 0,17 (17%) (Tabela 1).

Tabela 1. Contagem de células somáticas/mL (CCS) das 8244 amostras de leite cru provenientes de fazendas da mesorregião do sul goiano nos diferentes tipos de ordenha usando como padrão o índice de mastite subclínica estipulado por Harmon⁽¹⁾

		CCS	
		CCS < 300.000	CCS > 300.000
Ordenha manual	Frequência observada	4252 ^a (64%)	2434 ^a (36%)
Ordenha mecânica	Frequência observada	648 ^b (42%)	910 ^b (58%)

Valores seguidos por letras distintas na mesma coluna diferem pelo teste qui-quadrado ($p < 0,05$).

Fonte: Organizada pela autora.

Das 8244 amostras, 40,57% (3344) apresentaram CCS acima de 300.000 céls/mL, o que se deve ao fato da maioria dos produtores não realizarem monitoramento da CCS individual do leite das vacas. Com a ausência deste monitoramento, torna-se difícil controlar a mastite subclínica, usualmente causada por patógenos contagiosos, tais como: *Streptococcus spp*, *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, os quais se disseminam rapidamente no rebanho⁽²²⁾.

A menor ocorrência de uma provável mastite subclínica na ordenha manual pode ser explicada pelo fato de todas as fazendas apresentarem cria ao pé. Corroborando com as pesquisas realizadas por Mayer et al.⁽²³⁾, nas quais vacas estimuladas manualmente durante um minuto, responderam com significativo aumento de produção, melhor descida do leite e menor tempo de ordenha. Deste modo, a pré-estimulação tem importância vital para a saúde da glândula mamária e eficiência da ordenha.

As propriedades com ordenha mecânica obtiveram o maior índice de CCS > 300.000 céls/mL, resultado semelhante foi verificado por Benedetti e Pedroso⁽²⁴⁾. Esses autores ressaltaram que a falta de adoção das boas práticas na utilização de ordenhadeiras mecânicas promoveu uma maior CCS e conseqüentemente um aumento de anormalidade no úbere, comprovando que a tecnologia mal empregada pode provocar perdas na produção leiteira. Logo, com a adoção do sistema de ordenhadeiras mecânicas, a mão de obra deverá receber uma capacitação enfatizando a questão higiênico-sanitária e a importância da utilização adequada dessa modernização.

Pesquisa realizada por Saran et al.⁽²⁵⁾ numa fazenda leiteira em Cunha-SP com 30 animais da raça holandesa, sendo 15 ordenhados manualmente e 15 com ordenha mecânica, obtiveram resultados contrários a essa pesquisa, sendo que os animais ordenhados mecanicamente apresentaram uma menor CCS que os ordenhados manualmente. Porém, ao analisarem a Contagem Bacteriana Total (CBT) observaram valores mais altos para as amostras oriundas da ordenha mecânica se comparada com as amostras da ordenha manual, comprovando que a ordenha mecânica é extremamente susceptível à contaminação microbiana e que provavelmente as práticas no manejo de higienização dos equipamentos foram menosprezadas.

Avaliando a dependência entre o tipo de ordenha e a CCS preconizada pela IN 62/2011⁽⁹⁾, pode-se observar que houve uma relação de dependência entre as variáveis analisadas, sendo o teste de qui-quadrado $p < 0,05$ e com coeficiente de contingência de 0,23 (23%) (Tabela 2).

Tabela 2. Contagem de células somáticas/mL das 8244 amostras de leite cru provenientes de fazendas da mesorregião do sul goiano nos diferentes tipos de ordenha usando como padrão a legislação IN 62/2011⁽⁹⁾

		Qualidade do leite	
		CCS < 500.000	CCS > 500.000
Ordenha manual	Frequência observada	5679 ^a (85%)	1007 ^a (15%)
Ordenha mecânica	Frequência observada	955 ^b (61%)	603 ^b (39%)

Valores seguidos por letras distintas na mesma coluna diferem pelo teste qui-quadrado ($p < 0,05$).

Fonte: Organizada pela autora.

Apenas 19,53% (1610) das amostras apresentaram CCS > 500.000 céls/mL, indicando que a mesorregião do sul goiano possui bons resultados perante o estabelecido pela IN 62/2011⁽⁹⁾. Dados semelhantes foram encontrados por Paiva et al.⁽²⁶⁾ em um estudo realizado no laticínio de Minas Gerais, no qual foram analisadas 60.243 amostras de leite de tanques refrigeradores individuais e a CCS < 750.000 céls/mL foi observada em 90,1% das amostras.

Pesquisas realizadas por Vallin et al.⁽²⁷⁾ obtiveram média de CCS, antes de aplicação de boas práticas em propriedades com ordenha manual, de 607.844 céls/mL; nas propriedades com ordenha mecânica a média foi de 621.224 céls/mL. Após a aplicação de práticas simples, como o desprezo dos três primeiros jatos de leite, lavagem dos utensílios de ordenha, pré-dipping e eliminação da água residual dos utensílios de ordenha, houve uma redução média na CCS de 33,94% em propriedades com

ordenha manual e 51,85% em propriedades com ordenha mecânica.

Com a avaliação de questionário e acompanhamento da ordenha no estado do Paraná, Bozo et al.⁽²⁸⁾, observaram que os ordenhadores não possuíam conhecimento adequado quanto ao correto funcionamento e manutenção dos equipamentos de ordenha, dificultando, assim, o processo de utilização e higienização desses equipamentos. Após a adoção das boas práticas, houve uma redução média de 74,3% de CCS, o que gerou um aumento na renda mensal, em razão do pagamento por qualidade do produto.

Tais fatos relatados por Bozo et al.⁽²⁸⁾ reforçam a ideia de que a introdução de novas tecnologias não assegura uma melhoria na qualidade do leite, sendo fundamental a implantação de boas práticas de ordenha e de recomendações quanto ao tratamento de mastites e à manutenção e higienização de equipamentos de ordenha.

Os resultados apresentados neste estudo demonstraram que as fazendas com ordenha mecânica foram as que obtiveram o maior índice (39%) das amostras com CCS > 500.000 céls/mL.

Uma estratégia para reduzir a CCS no rebanho seria a introdução de um programa integral de controle de mastite que envolvesse práticas de manejo, higiene e terapia, tais como boas práticas de ordenha com desinfecção dos tetos pré e pós ordenha, tratamento de todas as vacas no final da lactação, CCS individual, descarte de vacas crônicas e linha de ordenha, além da utilização de um bom equipamento de ordenha que esteja corretamente calibrado.

A média da CCS e o ECS da ordenha manual foram inferiores às médias observadas na ordenha mecânica ($p < 0,05$) (Tabela 3), porém Saran et al.⁽²⁵⁾, na comparação da CCS na ordenha manual e mecânica, obtiveram uma contagem de células somáticas inferior na ordenha mecânica, porém ambos os resultados se encontraram dentro das exigências da legislação.

Tabela 3. Contagem média de células somáticas (CCS) e escore de células somáticas (ECS) em amostras de leite cru provenientes de fazendas da mesorregião do sul goiano, de acordo com o tipo de ordenha, no intervalo de janeiro de 2011 a dezembro de 2013

	CCS (céls/mL)		ECS	
	Média ¹	S ²	Média ¹	S ²
Ordenha manual	314,68 ^a	317	4,21 ^a	1,12
Ordenha mecânica	546,36 ^b	543	4,86 ^b	1,35

* Letras diferentes na mesma coluna indicam diferença significativa ($p < 0,05$).

¹ Média aritmética.

² Desvio padrão.

Fonte: Organizada pela autora.

Analisando a Tabela 4, ocorreu uma redução significativa nos teores de proteína e lactose com o aumento da CCS. Em relação ao teor de gordura, verificou-se um acréscimo significativo com o aumento da CCS. Já em relação aos teores de sólidos totais (ST) houve um acréscimo significativo apenas até o intervalo de CCS entre 751.000 a 1.000.000 céls/mL. Para o intervalo acima de 1.001.000 céls/mL, ocorreu uma redução significativa no percentual de sólidos totais.

Com relação aos coeficientes de correlação linear (r), valor de significância do coeficiente (p valor) e coeficiente de determinação (r^2) entre CCS e os valores percentuais de gordura, proteína, lactose e ST do leite observou-se a ocorrência de correlações positivas, estatisticamente significativas, entre

CCS e os teores de gordura e ST e uma correlação negativa entre CCS e proteína e lactose, embora os valores possam ser considerados baixos. Constata-se também que 2,25% da variação do teor de gordura foi devido a CCS, enquanto em relação ao teor de lactose esse percentual corresponde a 17,64% (Tabela 5).

Tabela 4. Percentuais médios de gordura, proteína, lactose e sólidos totais de amostras de leite cru provenientes de fazendas da mesorregião do sul goiano, de acordo com o intervalo da contagem de células somáticas (CCS), de janeiro de 2011 a dezembro de 2013

CCS (x1.000 céls/mL)	Gordura (%)	Proteína (%)	Lactose (%)	Sólidos totais (%)
≤ 200	3,44a	3,29c	4,62e	12,32a
201-400	3,57b	3,28bc	4,56d	12,39b
401-750	3,61b	3,27abc	4,52c	12,37b
751-1.000	3,68c	3,26ab	4,47b	12,39b
> 1.001	3,68c	3,25a	4,41a	12,32a

Médias seguidas por letras diferentes na coluna diferem entre si pelo teste de Tukey 5% (P<0,05).

Fonte: Organizada pela autora.

Tabela 5. Correlação linear entre a contagem de células somáticas (CCS) e os teores de gordura, proteína, lactose e sólidos totais (ST) de 8244 amostras de leite cru provenientes de fazendas da mesorregião do sul goiano analisadas no intervalo de janeiro de 2011 a dezembro de 2013

Variáveis analisadas	r*	pvalor	r ^{2**}
CCS X Gordura	+ 0,15	< 0,0001**	0,0225
CCS X Proteína	-0,03	< 0,0001**	0,0009
CCS X Lactose	-0,42	< 0,0001**	0,1764
CCS X ST	+ 0,04	< 0,0001**	0,016

*Coeficiente de correlação linear Pearson.

** p<0,05 – existe correlação.

**Coeficiente de determinação.

Fonte: Organizada pela autora.

O aumento da concentração de gordura observado está refletido no coeficiente de correlação linear positivo que se obteve, que apesar de baixo (0,15) foi significativo. Resultados semelhantes foram apresentados por Pereira et al.⁽²⁹⁾, Bueno et al.⁽³⁰⁾, Lima et al.⁽³¹⁾, Cunha et al.⁽⁶⁾ e Silva et al.⁽³²⁾. Em contrapartida, estudos realizados por Harmon⁽¹⁾ e Auldust et al.⁽³³⁾ mencionaram a redução no teor de gordura conforme o aumento da CCS.

Ao observar o coeficiente de determinação, tem-se que 2,25 % da variação do teor de gordura foi devido a CCS. Porém, os resultados de Bueno et al.⁽³⁰⁾ demonstraram que apenas 0,16% da variação do teor de gordura foi devido a CCS, pois a concentração da gordura do leite sofre grande influência da dieta dos rebanhos. A dieta pobre em fibras e que contém gordura insaturada proporciona redução de até 30% do teor de gordura do leite, comparativamente à dieta rica em fibras e com gordura saturada⁽³⁴⁾.

O teor médio de proteína reduziu significativamente à medida que a CCS aumentou (Tabela 4). Observa-se que no intervalo de CCS menor ou igual a 200.000 céls/mL o teor de proteína foi de 3,29%, enquanto no intervalo de CCS acima de 1.001.000 céls/mL esse valor foi de 3,25%.

Houve uma correlação linear negativa entre o teor de proteína e CCS, que apesar de baixo (-0,03) foi significativo, corroborando com estudos efetuados por Bueno et al.⁽³⁰⁾ que comprovaram uma significativa existência de correlação negativa entre CCS e o teor de proteína, resultado oposto ao obtido por Pereira et al.⁽²⁹⁾ que verificaram concentração de proteína de 3,34% no leite com CCS acima de 283.000 céls/mL e 3,26% naquele com CCS abaixo desse limite.

O teor de proteína do leite praticamente não varia com o aumento no número de células somáticas. No entanto, com o aumento de CCS, ocorre diminuição da caseína e aumento das proteínas do soro. A lactose também diminui aproximadamente 10%⁽³⁵⁾.

Pode-se verificar uma significativa redução na concentração de lactose à medida que a CCS aumentou (tabela 4). No intervalo de CCS menor ou igual a 200.000 céls/mL, a média foi de 4,62%, enquanto que no intervalo de CCS acima de 1.001.000 céls/mL a média foi de 4,41 %, corroborando com os dados obtidos por Machado et al.⁽³⁶⁾, Bueno et al.⁽³⁰⁾, Lima et al.⁽³¹⁾, Sabedot et al.⁽³⁷⁾ e Silva et al.⁽³²⁾. Essa redução provavelmente aconteceu devido à lesão tecidual e também à passagem do carboidrato do lúmen alveolar para a corrente sanguínea^(1,33).

Neste estudo, a forte correlação leva à constatação de que 17,64% das variações do teor de lactose foram decorrentes de variações na CCS. Portanto, pode-se inferir que a lactose é o componente do leite que sofre maior redução devido à elevação da CCS.

A correlação entre CCS e sólidos totais foi positiva, corroborando com os resultados obtidos por Lima et al.⁽³¹⁾ e Silva et al.⁽³²⁾ e contrariando o resultado obtido por Bueno et al.⁽³⁰⁾, que relataram que o teor de sólidos totais reduziu significativamente conforme a CCS aumentou. Machado et al.⁽³⁶⁾ observaram uma tendência de redução do teor de sólidos totais à medida que a CCS aumentava, no entanto sem diferença significativa. Essa ausência de significância decorreu provavelmente do fato de que os autores verificaram, concomitantemente, aumento da concentração de gordura, o que poderia mascarar o efeito da redução dos teores de proteína e lactose sobre os sólidos totais.

A constatação nesse estudo de que apenas 1,16% das variações no teor de sólidos totais estão relacionadas à CCS permite inferir que a correlação, do ponto de vista prático, pode ser considerada insignificante.

Pelo teste de qui-quadrado, constatou-se a dependência entre resíduos de antimicrobianos e tipo de ordenha, sendo que através do coeficiente de contingência que foi igual a 0,05 (5%) pode-se observar que tal associação foi fraca (Tabela 6).

Tabela 6. Resíduos de antimicrobianos (positivo ou negativo) em 8244 amostras de leite cru provenientes de fazendas da mesorregião do sul goiano nos diferentes tipos de ordenha, de janeiro de 2011 a dezembro de 2013

		Resíduos de antimicrobianos	
		Negativo	Positivo
Ordenha manual	Frequência observada	6636 ^a (99,25%)	50 ^a (0,75%)
Ordenha mecânica	Frequência observada	1528 ^b (98,07%)	30 ^b (1,93%)

Valores seguidos por letras distintas na mesma coluna diferem pelo teste qui quadrado ($p < 0,05$).

Fonte: Organizada pela autora.

As propriedades com ordenha mecânica apresentaram (1,93%) de amostras positivas para resíduos

de antimicrobianos, maior que o observado para as propriedades com ordenha manual. Tal fato, segundo pesquisas realizadas por Souza e Benedit⁽³⁸⁾, se deve à não observação do período de carência dos antimicrobianos e à maior ocorrência de mastite nas propriedades com ordenhadeiras mecânicas devido ao uso incorreto dessa tecnologia.

Não houve relação de dependência entre CCS e presença ou ausência de resíduos de antimicrobianos ($p>0,05$). Porém, McEwen et al.⁽³⁹⁾ comprovaram a existência de dependência entre resíduos de antimicrobianos e CCS, pois à medida que há aumento da CCS, significa maior ocorrência de mastite, sendo que umas das medidas mais utilizadas para a redução dos casos de mastite é, principalmente, a utilização de antimicrobianos sem obedecer ao período de carência estipulado pelo fabricante.

Outros pesquisadores reportaram resultados contrários a essa pesquisa. Sargeant et al.⁽⁴⁰⁾ observaram uma maior taxa de violação de resíduos de antimicrobianos à medida que elevassem os valores da CCS, sendo que os resultados encontrados foram: 1,6% (<150.000 céls/mL); 1,6% (150.000 a 299.000 céls/mL); 3,4% (300.000 a 499.000 céls/mL); 3,7% (450.000 a 599.000 céls/mL) e 5,7% (>600.000 céls/mL). Van Schaik et al.⁽⁴¹⁾ em dados analisados de cinco fábricas de leite no estado de Nova Iorque observaram que amostras de leite com CCS>750.000 céls/mL obtiveram maior taxa de violação de resíduos de antimicrobianos.

Pode-se observar que não houve diferença significativa entre as médias de temperatura máxima no período da chuva e seca (Tabela 7). Em relação à umidade relativa e à precipitação pluviométrica, a média do período da chuva foi significativamente maior que a do período da seca.

Tabela 7. Ambiente térmico e contagem média de células somáticas (CCS) e escore de células somáticas (ECS) em amostras de leite cru provenientes de fazendas da mesorregião do sul goiano, de acordo com o período do ano, de janeiro de 2011 a dezembro de 2013

Período	Ambiente térmico					n ⁶	CCS (CS/mL)*		ECS*	
	Ta ¹ *	UR ² *	P ³ *	ITE ⁴ *	ITU ⁵ *		Média ⁷	S ⁸	Média ⁷	S ⁸
Chuva	29,38a	72,65a	218,11a	31,29a	76,41a	3940	371,25a	383	4,39a	1,18
Seca	29,11a	57,69b	30,35b	29,31b	74,68b	4302	346,72b	379	4,28b	1,21

¹ Média da temperatura ambiente máxima (°C); ² Média da umidade relativa do ar máxima (%); ³ Precipitação pluviométrica total (mm); ⁴ Média do Índice de temperatura equivalente; ⁵ Média do Índice de temperatura e umidade; ⁶ Número de amostras no período; ⁷ Média aritmética; ⁸ Desvio padrão.

*Letras diferentes na mesma coluna indicam diferença significativa ($p<0,05$).

Fonte: Organizada pela autora.

As médias da CCS e o ECS no período da chuva foram estatisticamente maiores que no período da seca. A CCS aumenta nos meses mais quentes do ano devido à maior probabilidade de ocorrência de novas infecções intramamárias, logo a CCS menor no inverno e maior no verão coincide com a incidência de mastite clínica durante os meses de verão^(1,17,42).

Vasconcelos et al.⁽⁴³⁾ observaram que a CCS de amostras de leite colhidas de quartos mamários no inverno não foi diferente da CCS de amostras colhidas no verão no estado de São Paulo. Takahashi et al.⁽⁴⁴⁾ observaram um maior valor do ECS no verão nas 384 fazendas analisadas.

Em geral, o aumento sazonal na CCS do leite a granel fornecido às centrais leiteiras tem sido maior na primavera e verão, possivelmente esse fato ocorre por influência da maior temperatura e umidade no aumento do risco de infecção intramamária⁽⁴⁵⁾.

Constatou-se que a CCS não foi significativamente influenciada pelos dados meteorológicos avaliados: precipitação pluviométrica, temperatura ambiente máxima, umidade relativa, ITE e ITU.

Não houve correlação entre CCS e ITU, porém estudos realizados por Lambertz et al.⁽⁴⁶⁾ observaram que em todos os sistemas de alojamento avaliados houve uma correlação positiva entre ITU e CCS, sendo que o aumento dos valores de ITU foi associado ao aumento na CCS.

Não houve correlação entre ITE e os componentes do leite avaliados: gordura, proteína, lactose e ST ($p > 0.05$). Pinarelli⁽⁴⁷⁾ encontrou correlação negativa entre os componentes do leite (gordura, proteína e lactose) e a temperatura, em que, em vacas mantidas em baixas temperaturas, as médias dos teores de gordura, proteína e lactose foram de 3,47%, 3,07% e 5,08% respectivamente; em vacas em temperatura intermediária foram de 3,46%, 3,02% e 5,06% e de 3,17%, 2,89% e 5,01% para vacas mantidas em altas temperaturas.

A variável ITU foi correlacionada positivamente com o teor de lactose (Tabela 8). Já em relação aos teores de gordura e sólidos totais, houve correlação negativa com ITU e não houve correlação entre ITU e o teor de proteína.

Tabela 8. Correlação linear entre o Índice de Temperatura e Umidade (ITU) e os teores de gordura, proteína, lactose e sólidos totais (EST) de 8244 amostras de leite cru provenientes de fazendas da mesorregião do sul goiano analisadas no intervalo de janeiro de 2011 a dezembro de 2013

Variáveis analisadas	r*	pvalor	r ^{2***}
ITU X gordura	- 0,52	0,0001**	0,2704
ITU X proteína	- 0,27	0,1284	0,0729
ITU X lactose	+ 0,54	0,0009**	0,2916
ITU X ST	- 0,48	0,0041**	0,2304

*Coeficiente de correlação linear Pearson.

** $p < 0.05$ – existe correlação.

***Coeficiente de determinação.

Fonte: Organizada pela autora.

Ao observar o coeficiente de determinação, tem-se que 27,04% da variação do teor de gordura deve-se ao ITU. Resultados semelhantes foram encontrados por Lambertz et al.⁽⁴⁶⁾ em estudo realizado em 20 propriedades leiteiras com quatro sistemas de alojamentos diferentes na Alemanha, em que o teor de gordura foi negativamente associado com ITU nos quatro sistemas analisados.

Collier et al.⁽⁴⁸⁾ afirmam que a diminuição na produção leiteira como consequência do estresse por calor acarreta um consumo seletivo de concentrados e uma ingestão mínima de forragens, o que predispõe a vaca a uma acidose ruminal, ocorrendo assim uma diminuição da proporção acetato:propionato. Como o ácido acético é um dos principais precursores da gordura do leite, a sua redução está diretamente relacionada com a diminuição do teor de gordura do leite.

Não houve correlação entre o teor de proteína e ITU, entretanto Lambertz et al.⁽⁴⁶⁾ demonstram que, com o aumento do ITU, tem-se uma queda no teor de proteína do leite. O fato de o estresse térmico diminuir o teor de proteína do leite está relacionado à redução da síntese da proteína microbiana no rúmen, em consequência da diminuição no consumo de ração.

Houve correlação positiva entre ITU e o teor de lactose, assim, quanto maior o ITU, maior o teor de

lactose. Neste estudo, a média da correlação leva à constatação de que 29,16% das variações do teor de lactose foram decorrentes de variações no ITU.

O teor de sólidos totais apresentou uma correlação negativa com o ITU, sendo que 23,04% das variações no teor de sólidos totais estão relacionadas com o ITU. Essa correlação pode ser explicada porque, em condições de estresse por calor, tem-se um aumento na ingestão de água. Além do mais, na época das chuvas, a alimentação se restringe à pastagem, que apresenta um maior teor de água em sua composição, provocando assim uma diluição dos sólidos totais do leite⁽⁴⁹⁾.

Estudando a série temporal pelo modelo de séries temporais⁽²⁰⁾ para a contagem de células somáticas, pode-se observar uma série simples sazonal, com parâmetro de nível de 0,5 e parâmetro de sazonalidade de 0,0000239 e coeficiente de determinação de 57%.

Observaram-se picos de CCS no leite cru ocorrendo na época da chuva e, pelo modelo, pode-se fazer sua progressão para 2014 (Tabela 9).

Tabela 9. Previsão da média mensal, do limite máximo e do limite mínimo para a contagem de células somáticas em amostras de leite cru provenientes de fazendas da mesorregião do sul goiano para os meses do ano de 2014

CCS (x1.000 cels/mL)	2014											
	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
Média	286	299	319	281	217	278	309	272	324	339	382	333
Limite superior	361	384	412	381	324	392	428	398	455	476	524	480
Limite inferior	210	215	227	181	110	165	189	147	193	203	241	187

Fonte: Organizada pela autora.

Bouraoui et al.⁽⁵⁰⁾ encontraram menor média de CCS na primavera (410.000 céls/mL) em relação ao verão (860.000 céls/mL), confirmando os efeitos negativos do estresse térmico sobre a qualidade do leite, uma vez que os mecanismos de defesa da glândula mamária são prejudicados no verão.

Pesquisa realizada por Silva et al.⁽³²⁾ na região agreste do Rio Grande do Norte observou, com relação à estação do ano, diferença significativa para o nível de CCS do leite, sendo que a média de CCS para o período seco (agosto a janeiro) foi de 558.000 céls/mL, enquanto no período chuvoso (fevereiro a julho) foi de 650.000 céls/mL, concluindo que, com o aumento da umidade, tem-se maior susceptibilidade do animal a infecções.

Oliveira⁽⁵¹⁾ observou em amostras de leite cru refrigerado proveniente de propriedades da região nordeste do Estado de São Paulo que os valores de CCS variaram de 389 mil céls/mL (abril) a 730 mil céls/mL (dezembro). No outono (abril a junho), a menor média de 359 mil céls/mL e, na primavera (outubro a dezembro), a maior média 450 mil céls/mL, corroborando com os resultados encontrados neste trabalho.

Em experimento realizado com propriedades distribuídas nos Estados de Minas Gerais, Rio de Janeiro e São Paulo, Roma Júnior et al.⁽⁵²⁾, obtiveram resultados semelhantes a esta pesquisa, na qual houve uma variação nos valores de CCS conforme a época do ano, sendo que os maiores valores foram encontrados de setembro a fevereiro (primavera/verão) e os menores de março a julho (outono/inverno).

Conclusão

Conclui-se que a ordenha manual teve uma menor ocorrência de uma provável mastite subclínica em relação à ordenha mecânica e mostrou-se mais viável para obtenção do leite com parâmetros de qualidade exigidos pela IN 62/2011⁽⁹⁾.

Pode-se constatar também que, com a elevação da CCS, tem-se uma redução nas concentrações dos teores de proteína e lactose e aumento nos teores de gordura e sólidos totais, o que aumenta as perdas na indústria, além de interferir no valor pago por litro de leite. As propriedades com ordenha mecânica apresentaram um maior número de amostras positivas para resíduos de antimicrobianos, porém não houve relação de dependência entre CCS e presença ou ausência de antimicrobianos.

Ademais, no período da chuva ocorreu uma elevação de CCS se comparado ao período da seca. No que se refere ao ITU, verificou-se que, com a elevação do ITU, tem-se uma redução nos teores de gordura e sólidos totais e um aumento no teor de lactose do leite. Logo, conclui-se que a CCS e os componentes do leite devem ser considerados em relação à época do ano na formulação das tabelas de programas do preço do leite pago ao produtor.

Referências

1. Harmon RJ. Physiology of mastitis and factors affecting somatic cell counts. *J Dairy Sci.* 1994;77(7):2103-2113.
2. Edmondson P. Somatic cell counts. *Irish Vet J.* 1996;49(12):735.
3. Brito MAVP, Brito JRF, Ribeiro MT, Veiga VMO. Padrão de infecção intramamária em rebanhos leiteiros: exame de todos os quartos mamários das vacas em lactação. *Arq Bras Med Vet Zootec.* 1999;51(2):129-135. Portuguese.
4. Souza GN, Brito JR, Moreira EC, Brito MAV, & Bastos RR. Fatores de risco associados à alta contagem de células somáticas do leite do tanque em rebanhos leiteiros da Zona da Mata de Minas Gerais. *Arq Bras Med Vet Zootec.* 2005;57(supl. 2):251-260. Portuguese.
5. Costa EO, Carciofi AC, Melville PA, Prada MS, Schaulch U. Estudo etiológico da mastite clínica bovina. *Rev Bras Med Vet.* 1995;17(4):156-158. Portuguese.
6. Cunha RPL, Molina LR, Carvalho AU, Facury Filho EJ, Ferreira PM, Gentilini MB. Mastite subclínica e relação da contagem de células somáticas com número de lactações, produção e composição química do leite em vacas da raça Holandesa. *Arq Bras Med Vet Zootec.* 2008;60(1):19-24. Portuguese.
7. Santos EC, Vilela MAP. Pesquisa de células somáticas no leite cru como critério de avaliação de qualidade. *Arq Bras Med Vet Zootec.* 1983;35(6):907-919. Portuguese.
8. Emanuelson U, Funke H. Effect of milk yield on relationship between bulk milk somatic cell count and prevalence of mastitis. *J Dairy Sci.* 1991;74(8):2479-2483.

9. Brasil. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento; Departamento de Inspeção de Produto de Origem Animal. Instrução normativa nº 62, de 29 de dezembro de 2011. Resolvem Aprovar o Regulamento Técnico de Produção, Identidade e Qualidade do Leite tipo A, o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Leite Cru Refrigerado, o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Leite Pasteurizado e o Regulamento Técnico da Coleta de Leite Cru Refrigerado e seu Transporte a Granel, em conformidade com os Anexos desta Instrução Normativa. Diário Oficial da União. 2011 Dez 30; Seção 1. Portuguese.
10. International Dairy Federation (IDF) 148-2 – Milk – Enumeration of somatic cells – Part 2: Guidance on the operation of fluoro-optoelectronic counters. Brussels, Belgium, 2006. 15p.
11. International Dairy Federation (IDF) 141C – Determination of milk fat, protein and lactose content – Guidance on the operation of mid-infrared instruments Brussels, Belgium, 2000. 15p.
12. Martins MA, Vaz AK. Comparação entre o Delvotest-P e o teste de coagulação pelo fermento lácteo para a detecção de substâncias inibidoras no leite. Rev Hora Vet. 2000; 19(113):53-55. Portuguese.
13. Brasil. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instituto Nacional de Meteorologia (INMET). Plataforma de Banco de Dados. Dados Históricos. [cited 2014 Jun 15]. Available from: <http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=bdmep/bdmep>. Portuguese.
14. Thom EC. The discomfort index. *Weatherwise*. 1959;12(1):57-60.
15. Baêta FC, Souza CF. *Ambiência em edificações rurais-Conforto Animal*. 2nd ed. Viçosa: Editora UFV; 1997. 246p. Portuguese.
16. Dabdoutb SAM, Shook GE. Phenotypic relations among milk yield, somatic cell count, and clinical mastitis. *J Dairy Sci*. 1984;67(1):163- 164.
17. R DEVELOPMENT CORE TEAM. *R: A language and environment for statistical computing*. Vienna, Austria: R Foundation for Statistical Computing., 2008.
18. Ferreira DF. *Sistema de análise de variância: versão 4.3*. Lavras, Minas Gerais: Departamento de Ciências Exatas da UFLA., 1999.
19. Philpot WN, Nickerson SC. *Mastitis: counter attack. A strategy to combat mastitis*. 1st ed. Naperville: Babson Bros; 1991. 150 p.
20. Morettin PA, Toloí CMC. *Análise de séries temporais*. 1st ed. São Paulo: Edgard Blücher; 2006. 538p. Portuguese.
21. *STATISTICAL Package for the Social Science*. [CD-ROM]. Version 8.0. Chicago: SPSS Inc., 1998.
22. Santos MV, Fonseca LFL. *Estratégias para controle de mastite e melhoria na qualidade do leite*. 1st ed. Barueri: Editora Manole; 2007. 314p. Portuguese.
23. Mayer H, Schams D, Prokopp A, Worstorff H, Effects of manual stimulation and delayed milking of secretion of oxytocin and milking characteristics in dairy cows. *Milchwissenschaft*. 1984;11(39):666-670.
24. Benedetti E, Pedroso DSG. Efeitos da ordenha mecânica sobre a saúde do úbere. *Vet Notícias*. 1996;2(1):51-60. Portuguese

25. Saran NA, Fernandes R, Azzi R, Lima Y. Estudo comparativo da qualidade do leite em ordenha manual e mecânica. *Rev Inst Cienc Saúde*. 2009;27(4):345-349. Portuguese.
26. Paiva CAV, Cerqueira MMOP, Souza MRS, Lana AMQ. Evolução anual da qualidade do leite cru refrigerado processado em uma indústria de Minas Gerais. *Arq Bras Med Vet Zootec*. 2012;64(2):471-478. Portuguese.
27. Vallin VM, Beloti V, Battaglini APP, Tamanini R, Fagnani R, da Angela HL, & da Silva LCC. Melhoria da qualidade do leite a partir da implantação de boas práticas de higiene na ordenha em 19 municípios da região central do Paraná. *Semina: Cien Agra*. 2009;30(1):181-188. Portuguese.
28. Bozo GA, Alegro LCA, Silva LC, Santana EHW, Okano W, Silva LCC. Adequação da contagem de células somáticas e da contagem bacteriana total em leite cru refrigerado aos parâmetros da legislação. *Arq Bras Med Vet Zootec*. 2013;65(2):589-594. Portuguese.
29. Pereira AR, Silva LFP, Molon LK, Macahdo PF, Barancelli G. Efeito do nível de células somáticas sobre os constituintes do leite I – gordura e proteína. *Braz J Vet Res Anim Sci*. 1999;36(3):429-433. Portuguese.
30. Bueno VFF, Mesquita AJ, Nicolau ES, Oliveira AN, Oliveira JP, Neves RBS, Mansur JRG, Thomaz LW. Contagem celular somática: relação com a composição centesimal do leite e período do ano no Estado de Goiás. *Cienc Rural*. 2005;35(4):848-854. Portuguese.
31. Lima MCG, Sena MJ, Mota RA, Mendes ES, Almeida CC, Silva RPPE. Contagem de células somáticas e análises físico-químicas e microbiológicas do leite cru tipo c produzido na região agreste do estado de Pernambuco. *Arq Inst Biol*. 2006; 73(1):89-95. Portuguese.
32. Silva VN, Nascimento AHR, Novaes LP, Borba LHF, Bezerril RF, & de Lima Júnior DM. Correlação entre a contagem de células somáticas e composição química no leite cru resfriado em propriedades do rio grande do norte. *Rev Inst Laticínios Cândido Tostes*. 2014;69(3):165-172. Portuguese.
33. Auld MJ, Coats S, Rogers GL, McDowell GH. Changes in the composition of milk from normal mastitic dairy cows during the lactation cycle. *Aust J Exp Agric*. 1995;35(4):427-436.
34. Griinari JM, Dwyer DA, McGuire MA, Palmquist DL, Nurmela KVV. Trans-octadecenoic acids and milk fat depression in lactating dairy cows. *J Dairy Sci*. 1998; 81(5):1251-1261.
35. Fonseca LFL, Santos MV. Qualidade do leite e controle da mastite. 1ª ed. São Paulo: Lemos Editorial; 2000. 175p. Portuguese.
36. Machado PF, Pereira AR, Sarríes GA. Composição do leite de tanques de rebanhos brasileiros distribuídos segundo sua contagem de células somáticas. *Rev Bras Zootec*. 2000; 29(6):1883-1886. Portuguese.
37. Sabedot MA, Pozza MSS, Pozza PC, Almeida RZ, Nunes RV, Eckstein II. Correlação entre contagem de células somáticas, parâmetros microbiológicos e componentes do leite em amostras de leite *in natura*. *Arq Cien Vet Zool*. 2011;14(2):101-106. Portuguese.
38. Souza NG, Benedet HD. Ocorrência de resíduos de antibióticos no leite de consumo no Estado de Santa Catarina, Brasil. *Rev Inst Laticínios Cândido Tostes*. 2000;55(315):156-161. Portuguese.
39. McEwen SA, Black WD, Meek AH. Antibiotic residue prevention methods, farm management,

and occurrence of antibiotic residues in milk. *J Dairy Sci.* 1991;74(7):2128-2137.

40. Sargeant JM, Schukken YH, Leslie KE. Ontario bulk milk somatic cell count reduction program: progress and outlook. *J Dairy Sci.* 1998;81(6):1545-1554.

41. Van Schaik G, Lotem M, & Schukken YH. Trends in somatic cell counts, bacterial counts, and antibiotic residue violations in New York State during 1999-2000. *J Dairy Sci.* 2002v. 85, p.782-798, 2002.

42. Magalhães HR, Elfaró L, Cardoso VL, Paz CCP, Cassoli LD, Machado PF. Influência de fatores de ambiente sobre a contagem de células somáticas e sua relação com perdas na produção de leite de vacas da raça Holandesa. *Rev Bras Zootec.* 2006;35(2):415-421. Portuguese.

43. Vasconcelos CG, Nader Filho A, Amaral LA, & Pereira GT. Influência da estação do ano, do estágio de lactação e da hora da ordenha sobre o número de células somáticas do leite bovino. *Arq Bras Med Vet Zootec.* 1997;49(4):483-491. Portuguese.

44. Takahashi FH, Cassoli LD, Zampar A, & Machado PF. Variação e monitoramento da qualidade do leite através do controle estatístico de processos. *Cienc Anim Bras.* 2012;13(1):99-107. Portuguese.

45. Lievaart JJ, Barkema HW, Kremer WDJ, Van den Broek J, Verheijden JHW, Heesterbeek JAP. Effect of herd characteristics, management practices, and season on different categories of the herd somatic cell count. *J Dairy Sci.* 2007;90(9):4137-4144.

46. Lambertz C, Sanker C, Gauly M. Climatic effects on milk production traits and somatic cell score in lactating Holstein-Friesian cows in different housing systems. *J Dairy Sci.* 2014;97(1):319-329.

47. Pinarelli C. The effect of heat stress on milk yield. *Latte.* 2003;28(12):36-38.

48. Collier RJ, Dahl GE, VanBaale ML. Major advances associated with environmental effects on dairy cattle. *J Dairy Sci.* 2006;89(4):1244-1253.

49. Porcionato MAF, Fernandes AM, Netto AS, Santos MV. Influência do estresse calórico na produção e qualidade do leite. *Rev Cien Agrar Ambient.* 2009;7(4):483-490. Portuguese.

50. Bouraoui R, Lahmar M, Majdoub A, Dejimali M, Belyea R. The relationship of temperature-humidity index with milk production of dairy cows in a Mediterranean climate. *Anim Res.* 2002; 51(6):479-491.

51. Oliveira MC. Influência de variáveis climáticas e possibilidade de fraude em parâmetros da IN 62 utilizados pelos programas de pagamento por qualidade de leite. Jaboticabal: Universidade Estadual Paulista, 2013. 80 p. Tese (Doutorado em Medicina Veterinária (Medicina Veterinária Preventiva) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2013. Disponível em: <http://hdl.handle.net/11449/103786>. Portuguese.

52. Roma Júnio LC, Montoya JFG, Martins TT, Cassoli LD, Machado PF. Sazonalidade do teor de proteína e outros componentes do leite e sua relação com programa de pagamento por qualidade. *Arq Bras Med Vet Zootec.* 2009;61(6):1411-1418. Portuguese.