

## COMPOSIÇÃO E FRAÇÕES PROTEICAS DO LEITE DE REBANHOS BOVINOS COMERCIAIS

Bruno Garcia Botaro<sup>1</sup>  
Cristina Simões Cortinhas<sup>2</sup>  
Lucinéia Mestieri<sup>3</sup>  
Paulo Fernando Machado<sup>4</sup>  
Marcos Veiga dos Santos<sup>5\*</sup>

### RESUMO

O objetivo deste estudo foi avaliar o efeito de raça, do mês do ano, do sistema de alimentação e da mastite sobre a composição do leite (gordura, lactose, sólidos totais) e sobre as frações proteicas do leite: proteína total, proteína verdadeira e nitrogênio ureico. Foram selecionados aleatoriamente 49 rebanhos leiteiros comerciais para coletas mensais de amostras de leite de tanque durante o período de um ano, distribuídos segundo a raça (17 da raça Holandesa, seis da raça Jersey e 26 da raça Girolando) e ao sistema de alimentação (seis confinados e 43 semi-confinados). As amostras de leite foram analisadas quanto aos teores de gordura, lactose, sólidos totais, proteína total, proteína verdadeira, nitrogênio ureico do leite e contagem de células somáticas. Os resultados foram submetidos à estatística descritiva e à análise de variância para avaliar os efeitos de raça, sazonalidade, sistema de alimentação, contagem de células somáticas e características de rebanho. Foi observado efeito significativo da raça sobre os teores de gordura, lactose e nitrogênio ureico do leite. As maiores concentrações de gordura foram observadas para rebanhos da raça Jersey (3,97%) em comparação com as das raças Holandesa (3,54%) e Girolando (3,45%), que não apresentaram diferenças no teor de gordura. As frações nitrogenadas não foram influenciadas pela contagem de células somáticas do tanque. No entanto, foi observado efeito das raças estudadas sobre os teores de proteína total, proteína verdadeira e nas concentrações de nitrogênio não proteico. O mês de coleta teve efeito significativo sobre os teores de proteína total, proteína verdadeira e nitrogênio não proteico. As maiores concentrações de proteína total e proteína verdadeira foram observadas no mês de outubro (3,30%), e os menores teores no mês de dezembro (2,93%). Não foi observado efeito significativo do sistema de alimentação sobre os teores de proteína verdadeira no leite de vacas Holandesas.

**Palavras-chave:** bovino, composição do leite, proteína verdadeira, contagem de células somáticas

<sup>1</sup> Programa de Pós-graduação em Epidemiologia Experimental Aplicada às Zoonoses da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo. Av. Prof. Dr. Orlando Marques de Paiva, 87, São Paulo/SP – FMVZ – VPS. Fone/Fax: (19) 3565 4227. Email: bbotaro@usp.br

<sup>2</sup> Programa de Pós-Graduação em Nutrição e Produção Animal da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo. Av. Duque de Caxias Norte Nº 225, 13635-900. Campus da USP – FMVZ – VNP. Fone/Fax: (19) 3565 4227. Email: ccortinhas@usp.br

<sup>3</sup> Departamento de Nutrição e Produção Animal da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo. Av. Duque de Caxias Norte Nº 225, 13635-900. Campus da USP – FMVZ – VNP. Fone/Fax: (19) 3565 4227. Email: mestieri@usp.br

<sup>4</sup> Professor Titular do Departamento de Zootecnia da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz - ESALQ-USP, Av. Pádua Dias, 11, 13418-900. Piracicaba-SP. Fone: (019) 3422 3980. Email: pfmachado@esalq.usp.br

<sup>5</sup> Professor Doutor do Departamento de Nutrição e Produção Animal da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo. Av. Duque de Caxias Norte Nº 225 13635-900. Campus da USP – FMVZ – VNP. Fone: (19) 3565 4240. Email: mveiga@usp.br. Autor para correspondência.

## MILK COMPOSITION AND PROTEIN FRACTIONS FROM COMMERCIAL DAIRY HERDS

### ABSTRACT

The aim of this study was to evaluate the effect of breed, time of year, feeding system and mastitis on milk composition (fat, lactose, total solids) and milk protein fractions: crude protein, true protein and milk urea nitrogen. Forty-nine commercial dairy herds were randomly selected for monthly collection of bulk tank samples during the period of one year, divided by breed (17 Holstein, six Jersey and 26 Girolando herds) and the feeding system (six confined and 43 semi-confined). Milk samples were analyzed for fat, lactose, total solids, crude protein, true protein, milk urea nitrogen and somatic cell count. The results were submitted to descriptive statistics and analysis of variance to assess the effects of breed, seasonality, feeding system, somatic cell count and herd characteristics. There was no significant effect of breed on contents of fat, lactose and milk urea nitrogen. Highest concentrations of fat were observed in Jersey herds (3.97%) compared with those of Holstein (3.54%) and Gyr (3.45%), with no differences on fat contents. The nitrogen fractions were not affected by bulk tank somatic cell count. However, breed influenced milk true protein and non-protein nitrogen concentrations. The month of sampling had a significant effect on crude protein, true protein and non-protein nitrogen levels. Higher concentrations of crude protein and true protein were observed during October (3.30%), and the lowest levels in December (2.93%). No significant effect of feeding system was observed on true protein levels of Holstein cow's milk.

**Key words:** bovine, milk composition, true protein, somatic cell count

## COMPOSICIÓN Y FRACCIONES DE PROTEÍNA DE LA LECHE DE REBAÑOS COMERCIALES

### RESUMEN

El objetivo de este estudio fue evaluar el efecto de la raza, época del año, el sistema de alimentación y la mastitis en la composición de la leche (grasa, lactosa, sólidos totales) y las fracciones proteicas: proteínas totales, proteína verdadera y nitrógeno ureico en la leche. Se seleccionaron aleatoriamente 49 rebaños lecheros para colecciones mensuales de muestras del tanque durante el período de un año, dividido por la raza (17 Holstein, 6 Jersey y 26 Girolando) y el sistema de alimentación (6 confinados y 43 semiconfinados). Las muestras de leche fueron analizadas para grasa, lactosa, sólidos totales, proteínas totales, proteína verdadera, nitrógeno ureico en la leche y recuento de células somáticas. Los resultados fueron sometidos a la estadística descriptiva y análisis de varianza para evaluar los efectos de la raza, la estacionalidad, sistema de alimentación, el recuento de células somáticas y características del rebaño. Fue observado efecto significativo de la raza sobre el contenido de grasa, lactosa y el nitrógeno ureico de la leche. Las mayores concentraciones de grasa se observaron para los rebaños de Jersey (3,97%) en comparación con los de Holstein (3,54%) y Girolando (3,45%), sin diferencias entre las concentraciones de grasa. Las fracciones de nitrógeno no se vieron afectados por el recuento de células somáticas del tanque. Sin embargo, fue observado efecto de las razas en los niveles de proteínas totales, proteína verdadera y sobre las concentraciones de nitrógeno no proteico. El mes de recolección tuvo un efecto significativo sobre los niveles

de proteínas totales, proteína verdadera y nitrógeno no proteico. Las mayores concentraciones de proteínas totales y verdaderas se observaron en octubre (3,30%), y el nivel más bajo en diciembre (2,93%). No hubo efecto de la alimentación en los niveles de proteína verdadera en la leche de vacas Holstein.

**Palabras-clave:** ganado lechero, composición de la leche, proteína verdadera, recuento de células somáticas.

## INTRODUÇÃO

A composição do leite apresenta crescente importância para a indústria de laticínios e para os produtores, visto que tem relação direta com o processamento, rendimento industrial e preço do leite. Dentre os principais componentes, as proteínas do leite são os de maior valor na industrialização (1), pois determinam o rendimento na produção de queijos e outros derivados lácteos (2).

As proteínas do leite são classificadas em dois grupos: as caseínas e as proteínas do soro. As caseínas são sintetizadas na glândula mamária em quatro frações principais ( $\alpha$ 1-,  $\alpha$ 2-,  $\beta$ - e  $\kappa$ -caseína), que compõem aproximadamente 80% do total de proteínas do leite (3). Dentre as proteínas do soro, a  $\beta$ -lactoglobulina e a  $\alpha$ -lactalbumina são sintetizadas na glândula mamária, enquanto a albumina sérica e imunoglobulinas são de origem sanguínea. O leite apresenta, além das proteínas e peptídeos, uma fração de compostos nitrogenados não-proteicos (NNP) como a ureia, a creatina e a creatinina que perfazem aproximadamente 5% do total de nitrogênio do leite (4). Evidências têm constatado que fatores sazonais (5, 6), raciais (6, 7), nutricionais (8) e a ocorrência de mastite (9) influenciam os teores de proteína bruta do leite bovino em amostras individuais ou de tanques. No entanto, os efeitos diretos destes fatores sobre os teores de proteína verdadeira não estão completamente esclarecidos. A mastite pode alterar a composição do leite da glândula mamária afetada. A inflamação da glândula mamária modifica a permeabilidade dos vasos sanguíneos mamários e altera a capacidade de síntese do tecido secretor. O aumento de permeabilidade determina maior influxo de células somáticas e de proteínas séricas, levando ao incremento na concentração de proteína total (10).

Em países como França, Austrália, Nova Zelândia, Canadá e EUA os teores de proteína verdadeira e gordura têm sido utilizados como critério para pagamento aos produtores (11). No Brasil, diversas empresas empregam atualmente sistemas de pagamento baseados na composição centesimal do leite, nos quais a proteína bruta e gordura são os componentes mais valorizados (12).

Uma vez que a composição é fator determinante nos sistemas atuais de pagamento do leite no país, essas informações são relevantes para a indústria e produtores (12). Portanto, o presente estudo avaliou o efeito de raça, dos meses do ano, dos sistemas de alimentação e da mastite sobre a composição do leite (gordura, lactose, sólidos totais), e suas frações proteicas (proteína total, proteína verdadeira e nitrogênio ureico).

## MATERIAL E MÉTODOS

### Seleção dos rebanhos

Foram selecionados 49 rebanhos leiteiros comerciais localizados no estado de São Paulo para coletas mensais de amostras de leite de tanque durante o período de um ano (2007-2008). Os rebanhos foram distribuídos em relação à raça (17 da raça Holandesa, seis da raça Jersey e 26 da raça Girolando) e ao sistema de alimentação (seis confinados e 43 semi-confinados). A

média diária de produção de leite dos rebanhos selecionados foi de  $290 \pm 223$  litros/dia e apresentavam monitoramento mensal da composição e contagem de células somáticas do leite.

### Procedimentos de coleta e envio de amostras e metodologias de análise

Amostras de 40 mL de leite foram retiradas do tanque após a sua completa homogeneização e transferidas para frascos plásticos contendo 8 mg do conservante bronopol (2-bromo-2-nitro-1,3-propanodiol). Após a homogeneização para completa dissolução do conservante, as amostras foram armazenadas em recipientes térmicos com gelo e enviadas ao Laboratório de Fisiologia da Lactação - Clínica do Leite - ESALQ/ USP em Piracicaba (SP) para a realização das análises, em no máximo seis horas. As amostras que apresentaram problemas de identificação ou qualquer tipo de alteração como coagulação, foram excluídas do estudo.

Para a determinação das concentrações de gordura, lactose e sólidos totais, as amostras foram submetidas à análise por absorção infravermelha<sup>1</sup>. As concentrações de nitrogênio ureico no leite (NUL) foram determinadas pelo método enzimático espectrofotométrico<sup>2</sup>. A contagem de células somáticas (CCS) foi determinada utilizando a contagem eletrônica por citometria de fluxo<sup>3</sup>. Após analisadas por metodologia automatizada, alíquotas de aproximadamente 30 mL das amostras foram congeladas e enviadas para determinação das frações proteicas pelo método de Kjeldahl, no Laboratório de Produtos de Origem Animal do Departamento de Nutrição e Produção Animal da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia (FMVZ), Universidade de São Paulo (USP) em Pirassununga, SP, em no máximo dez dias após coletadas. A determinação das frações proteicas do leite foi baseada na mensuração do nitrogênio total (13); método 33.2.11; 991.20, nitrogênio não-proteico (NNP) (13); método 33.2.12; 991.21, e nitrogênio não-caseinoso (NNC) (14). Para que os resultados fossem expressos em proteína total (PT), o valor da concentração obtida de nitrogênio total foi multiplicado pelo fator 6,38. As concentrações de proteína verdadeira (PV) foram obtidas pela diferença  $PV = PT - (NNP \times 6,38)$ .

### Análise estatística

Para análise estatística, os resultados de CCS que não apresentaram distribuição normal foram transformados em logaritmo natural. Em seguida, para apresentação, os resultados da contagem de células somáticas foram divididos em quatro classes: baixa ( $0-280 \times 10^3$  células/mL), média baixa ( $281-500 \times 10^3$  células/mL), média alta ( $501-780 \times 10^3$  células/mL) e alta ( $>781 \times 10^3$  células/mL) contagem de células somáticas. Os rebanhos selecionados foram distribuídos segundo a raça, a CCS, o sistema de alimentação e o período em que foram realizadas as coletas, segundo as estações – primavera (outubro a dezembro), verão (janeiro a março), outono (abril a junho) e inverno (julho a setembro); e o período de chuvas (outubro a março) ou seca (abril a setembro).

Os resultados obtidos foram submetidos à estatística descritiva (média aritmética e erro padrão da média) e à análise de variância, avaliando os efeitos de raça, sazonalidade, sistema de alimentação, contagem de células somáticas e rebanho sobre as variáveis-resposta, utilizando o seguinte modelo matemático:

---

<sup>1</sup> Bentley 2000® (Bentley Instruments Inc., Chasca MN, EUA)

<sup>2</sup> ChemSpeck 150® (Bentley Instruments Inc., Chasca MN, EUA)

<sup>3</sup> Somacount 300® (Bentley Instruments Inc., Chasca MN, EUA)

$$y_{ijklm} = \mu + \rho_i + R_j + S_{k[j]} + E_l + \beta [x_{ijklm} - \bar{x}] + \varepsilon_{ijklm}$$

Os dados foram analisados usando o procedimento PROC MIXED do SAS (15). Para todas as análises, utilizou-se nível de significância de 5%.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Gordura, Lactose e NUL

Em relação à composição do leite, foi observado efeito da raça sobre os teores de gordura, lactose e NUL. As maiores concentrações de gordura foram observadas para rebanhos da raça Jersey (3,97%) em comparação com os rebanhos Holandeses e Girolandos, que não apresentaram diferenças entre si (3,54 e 3,45%, respectivamente). Avaliando a qualidade do leite de rebanhos na região sudeste, Cassoli et al. (16) relataram teores médios de gordura de 3,58 e 3,64% durante o período de 2006-2007 e 2007-2008, respectivamente. Fonseca et al. (17) encontraram teor médio de 3,67% de gordura entre 1.176.000 amostras de leite de tanques analisadas no estado de Minas Gerais. Souza et al. (18) relataram teores de gordura de 3,85% no leite de rebanhos da região sudeste, analisadas durante o mesmo período que o do presente estudo. Estes resultados mostram grande variação na média dos teores de gordura do leite de rebanhos da região estudada, dos quais os valores obtidos (Tabela 1) atendem as exigências mínimas estabelecidas pela Instrução Normativa Nº 51 (IN-51) (19), que determina concentração mínima de 3% de gordura em leite cru refrigerado.

Tabela 1. Média dos componentes do leite e contagem de células somáticas de vacas das raças Holandesa, Jersey e Girolando, de rebanhos comerciais do estado de São Paulo, durante o período de 2007 à 2008.

| Componente                                     | Raça                 |                   |                      | P      | EPM <sup>4</sup> |
|--|----------------------|-------------------|----------------------|--------|------------------|
|  | Holandesa<br>(n=146) | Jersey<br>(n=59)  | Girolando<br>(n=264) |        |                  |
| Gordura (%)                                    | 3,54 <sup>b</sup>    | 3,97 <sup>a</sup> | 3,45 <sup>b</sup>    | < 0,05 | 0,022            |
| Lactose (%)                                    | 4,42 <sup>a</sup>    | 4,30 <sup>b</sup> | 4,45 <sup>a</sup>    | < 0,05 | 0,008            |
| ESD <sup>1</sup>                               | 8,48                 | 8,57              | 8,51                 | NS     | 0,014            |
| NUL <sup>2</sup> (mg/dL)                       | 11,76 <sup>a</sup>   | 9,43 <sup>b</sup> | 9,17 <sup>b</sup>    | < 0,05 | 0,002            |
| CCS <sup>3</sup> (x10 <sup>3</sup> células/mL) | 639                  | 567               | 578                  | NS     | 0,017            |

<sup>1</sup> Extrato seco desengordurado; <sup>2</sup> nitrogênio ureico do leite; <sup>3</sup> contagem de células somáticas; <sup>4</sup> erro padrão da média. Médias seguidas de letras iguais, na mesma coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%; NS: não significativo.

O teor médio de lactose no leite foi de 4,42%, 4,30% e 4,45%, para as raças Holandesa, Jersey e Girolando, respectivamente. Em estudo sobre a qualidade do leite em tanques refrigeradores, Fonseca et al. (17) encontraram teor médio de 4,46%, entre 2007 e 2008 no estado de Minas Gerais. Souza et al. (18) observaram média de 4,43% em amostras provenientes de Minas Gerais, Rio de Janeiro e Espírito Santo durante o mesmo período. O teor médio de lactose encontrado nas propriedades amostradas foi inferior ao observado em outros países de pecuária leiteira desenvolvida, como citam Auld et al. (20). A redução do teor de lactose pode ser resultado de menor síntese deste componente em vacas com mastite ou em razão de diferenças nos sistemas de alimentação dos rebanhos estudados.

\*  $y$  = variável-resposta;  $\mu$  = média geral;  $\rho$  = efeito aleatório do  $i^{\text{ésimo}}$  produtor ( $i=1, 2, 3, \dots, 49$ ) assumido distribuição normal  $\sim N(0; \sigma_p^2)$ ;  $R$  = efeito fixo da  $j^{\text{ésima}}$  raça ( $j$  = Jersey, Girolando, Holandesa);  $S$  = efeito fixo do  $k^{\text{ésimo}}$  sistema de alimentação dentro da  $j^{\text{ésima}}$  raça ( $k=1, 2$ );  $E$  = efeito fixo da  $l^{\text{ésima}}$  estação de coleta ( $l=1, 2, \dots, 4$ );  $\beta$  = é o coeficiente linear (covariável) associado ao logaritmo da contagem de células somáticas (CCS);  $x_{ijklm}$  = é o logaritmo da CCS e  $\bar{x}$  = é a média do logaritmo da CCS;  $\varepsilon$  = erro aleatório assumindo distribuição normal  $\sim N(0; \sigma^2)$ .

Jonker et al. (21) recomendaram que os padrões de referência das concentrações de nitrogênio ureico no leite (NUL) podem variar entre 10 e 16 mg/dL de leite. Melendez et al. (22) afirmaram que vacas com concentração de NUL acima de 17 mg/dL têm maior risco de infertilidade. No presente estudo, os teores de nitrogênio ureico do leite encontrados foram próximos aos valores considerados por estes autores, com concentração de 9,17 mg/dL para rebanhos da raça Girolando e de 11,76% em amostras de leite de rebanhos de Holandesas. Estudos que avaliaram o teor de proteína total em amostras de leite provenientes de tanques refrigeradores em diferentes estados da região sudeste do Brasil descreveram teores médios de 3,22% (16); 3,25% (17); e de 3,32% (18). Assim, os valores obtidos no presente estudo encontram-se dentro do intervalo encontrado por estes autores e se enquadram nos critérios mínimos estabelecidos pela IN-51 (19) para este componente, que exige teor mínimo de 2,9% no leite cru refrigerado.

### Contagem de Células Somáticas

A contagem média de células somáticas foi de 639, 567 e 578  $\times 10^3$  células/mL de leite, para as raças, Holandesa, Jersey e Girolando, respectivamente. Desde 1992, em diferentes países foram estabelecidos limites legais para a CCS de tanques refrigeradores (CCST). Países da União Europeia, a Nova Zelândia e a Austrália adotaram como limite máximo 400  $\times 10^3$  células/mL, enquanto que o Canadá e os EUA adotaram limites de 500  $\times 10^3$  e 750  $\times 10^3$  células/mL, respectivamente (10). No Brasil, a IN-51 (19) determinou para as regiões Sul, Sudeste e Centro Oeste, uma CCST máxima de 750  $\times 10^3$  células/mL para o leite cru refrigerado a partir de 01/07/2008, e redução para 400  $\times 10^3$  células/mL a partir de 2011. Os resultados das médias aritméticas de CCS encontrados para as três raças estudadas (Tabela 1) estão dentro dos limites propostos pela IN-51 (19). Entretanto, mesmo considerando que a CCS média dos rebanhos estudados atende a legislação em vigor, apenas 23% das amostras analisadas apresentaram CCS < 280  $\times 10^3$  células/mL, o que indica necessidade de melhoria nas medidas de controle de mastite, conforme recomendado por Santos e Fonseca (10). Para a região abrangida pela instrução normativa supracitada, Cassoli et al. (16) verificaram média de 530  $\times 10^3$  células/mL entre os anos de 2007 e 2008; Fonseca et al. (17), de 570  $\times 10^3$  células/mL; e Souza et al. (18), média geométrica de 372  $\times 10^3$  células/mL.

### Efeito de Raça sobre as frações proteicas do leite

Os valores médios de proteína verdadeira para as três raças estudadas estão apresentados na Tabela 2.

Tabela 2. Médias de proteína total, proteína verdadeira e nitrogênio não-proteico do leite de vacas das raças Holandesa, Jersey e Girolando, de rebanhos comerciais do estado de São Paulo, durante o período de 2007 à 2008.

| Variável                    | n   | Raça               |                    |                    | P      |
|-----------------------------|-----|--------------------|--------------------|--------------------|--------|
|                             |     | Holandesa          | Jersey             | Girolando          |        |
| Proteína total (%)          | 286 | 3,21 <sup>b</sup>  | 3,38 <sup>a</sup>  | 3,22 <sup>b</sup>  | <0,001 |
| ±EPM <sup>1</sup>           |     | 0,016              | 0,05               | 0,01               |        |
| Proteína verdadeira (%)     | 286 | 3,06 <sup>b</sup>  | 3,25 <sup>a</sup>  | 3,07 <sup>b</sup>  | <0,001 |
| ±EPM <sup>1</sup>           |     | 0,017              | 0,04               | 0,01               |        |
| Nitrogênio não-proteico (%) | 286 | 0,152 <sup>a</sup> | 0,133 <sup>b</sup> | 0,139 <sup>b</sup> | 0,026  |
| ±EPM <sup>1</sup>           |     | 0,005              | 0,01               | 0,03               |        |

Médias seguidas por letras iguais, na mesma coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%. <sup>1</sup>Erro padrão da média.

Foi observado efeito das raças sobre os teores de proteínas total e verdadeira, e nas concentrações de nitrogênio não-proteico. O rebanho Jersey apresentou os maiores valores de proteína total (3,38%) e proteína verdadeira (3,25%). Resultados semelhantes foram obtidos por Zanela et al. (23), que relataram médias maiores de proteína total e verdadeira para os animais Jersey (3,42% e 3,29%, respectivamente), enquanto as vacas Holandesas também apresentaram teores médios menores de PT e PV (3,02% e 2,87%, respectivamente). Os resultados indicam que animais das raças Jersey apresentam maior capacidade de síntese de proteína no leite, o que apresenta implicações no rendimento de fabricação de derivados lácteos e no preço do leite. No presente estudo, as médias obtidas para a variável proteína total nos animais da raça Holandesa foram superiores aos valores descritos por Teixeira et al. 2003 (6), que foi de 3,14%. Os resultados de proteína total e verdadeira obtidos das amostras de leite das vacas Girolando foram superiores aos obtidos por Botaro et al. (8), que observaram valores médios de 3,1% e 2,87% para PT e PV, respectivamente.

Os teores de nitrogênio não-proteico no leite também diferiram entre as raças estudadas, apresentando a maior média entre os animais da raça Holandesa. Zanela et al. (23) não encontraram diferença entre as concentrações de NNP para as duas raças que avaliaram (Jersey e Holandesa), mas relataram valores inferiores (0,034%) aos obtidos no presente estudo.

### Efeito da CCS sobre as frações proteicas do leite

As frações nitrogenadas estudadas não foram influenciadas pelos níveis de células somáticas dos tanques (Tabela 3). Os resultados obtidos no presente estudo são diferentes dos observados por Ballou et al. (24), que relataram maiores teores de proteína verdadeira em leite de tanques de rebanhos com baixas CCS.

Tabela 3. Valores médios de proteína total, nitrogênio não-proteico e proteína verdadeira no leite de rebanhos comerciais bovinos do estado de São Paulo, durante o período de 2007 à 2008, distribuídos segundo níveis de contagem de células somáticas consideradas.

| Variável                    | n   | Classes de células somáticas ( $\times 10^3$ células/mL) |           |           |       | P     |
|-----------------------------|-----|--|-----------|-----------|-------|-------|
|                             |     | <280   | 281 - 500 | 501 - 780 | >781  |       |
| Proteína total (%)          | 286 | 3,19   | 3,21      | 3,25      | 3,21  | 0,148 |
| $\pm$ EPM <sup>1</sup>      |     | 0,021  | 0,019     | 0,017     | 0,019 |       |
| Proteína verdadeira (%)     | 286 | 3,03   | 3,07      | 3,11      | 3,07  | 0,078 |
| $\pm$ EPM <sup>1</sup>      |     | 0,022  | 0,019     | 0,018     | 0,020 |       |
| Nitrogênio não-proteico (%) | 286 | 0,152  | 0,141     | 0,141     | 0,140 | 0,257 |
| $\pm$ EPM <sup>1</sup>      |     | 0,005  | 0,004     | 0,005     | 0,005 |       |

<sup>1</sup>EPM Erro padrão da média

Schukken et al. (25) observaram que os níveis de CCS tiveram pequena influência sobre os teores de proteína total, enquanto que Ribas et al. (5) relataram alta correlação positiva entre os níveis de células somáticas de tanques e o percentual de proteína total no leite. Entretanto, o aumento relativo das concentrações de proteína total (5) pode ser parcialmente explicado pela redução do volume de leite produzido por animais com alta CCS (10).

A contagem de células somáticas não influenciou as concentrações de NNP no presente estudo, apesar da mastite ser também responsável pelo aumento das concentrações de nitrogênio não-proteico, em especial os teores de nitrogênio ureico do leite, como resultado da alteração na permeabilidade das membranas das células (10). Godden et al. (26) constataram associação negativa entre a ureia no leite e o escore linear da contagem de células somáticas.

### Efeito do período do ano sobre as frações proteicas do leite

O mês de coleta teve efeito significativo sobre os teores de proteína total, proteína verdadeira e NNP. As maiores concentrações de PT e PV foram observadas no mês de outubro (3,30%), e os menores teores no mês de dezembro (2,93%). Estes resultados são semelhantes aos obtidos por Ribas et al. (5), que observaram as menores concentrações de proteína total durante o mês de janeiro. A proteína verdadeira acompanhou a tendência de variação da proteína bruta e apresentou os maiores teores no mês de outubro (3,20%) e os menores no mês de dezembro (2,72%).

Não foi observado efeito das estações do ano sobre os teores de proteína bruta e verdadeira, mas houve efeito deste fator sobre o NNP, que apresentou a maior média nos meses de verão e outono (Tabela 4). Estes resultados diferem dos obtidos por Gonzalez et al. (27), que verificaram os maiores teores de proteína verdadeira nos meses de verão, e de Barber et al. (28), que observaram os menores teores deste componente durante o verão. Martins et al. (29) observaram diferença durante os onze meses avaliados para os teores de proteína total e verdadeira - reportando as maiores médias durante a primavera e o verão - mas não verificaram efeito do período do ano sobre o teor de nitrogênio não-proteico.

Tabela 4. Valores médios de proteína total, nitrogênio não-proteico e proteína verdadeira no leite de rebanhos comerciais bovinos do estado de São Paulo, distribuídos segundo o período do ano de 2007 à 2008.

| Variável                    | Número de amostras | Período de coleta |                    |                   |                   | P      |
|-----------------------------|--------------------|-------------------|--------------------|-------------------|-------------------|--------|
|                             |                    | Primavera         | Verão              | Outono            | Inverno           |        |
| Proteína total (%)          | 284                | 3,23              | 3,22               | 3,24              | 3,20              | 0,251  |
| ±EPM <sup>1</sup>           |                    | 0,022             | 0,023              | 0,017             | 0,016             |        |
| Proteína verdadeira (%)     | 284                | 3,11              | 3,08               | 3,08              | 3,06              | 0,29   |
| ±EPM <sup>1</sup>           |                    | 0,024             | 0,023              | 0,018             | 0,016             |        |
| Nitrogênio não-proteico (%) | 284                | 0,12 <sup>c</sup> | 0,15 <sup>ab</sup> | 0,16 <sup>a</sup> | 0,14 <sup>b</sup> | <0,001 |
| ±EPM <sup>1</sup>           |                    | 0,007             | 0,004              | 0,004             | 0,004             |        |

Médias seguidas por letras iguais, na mesma coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%. <sup>1</sup>Erro padrão da média.

Quando as coletas foram classificadas entre estações de chuva ou seca, houve diferença entre os teores de PV, com a maior média obtida durante o período das águas (3,08%, ±0,009) e a menor durante o período seco (3,06%, ±0,010). Entretanto, não se observou efeito deste fator para as concentrações de PT (3,24%, ±0,014 e 3,20%, ±0,012, na chuva e na seca, respectivamente) e NNP (0,14%, ±0,004 e 0,14%, ±0,003, na chuva e na seca, respectivamente). Contrariamente, Botaro et al. (8) verificaram os maiores teores de proteína verdadeira durante o período das secas, com médias de 2,92%, contra 2,85% dessa fração registrada no período de chuva. Esta variação no teor de proteína pode ser explicada pelo fato da maioria dos rebanhos estudados ser alimentada em sistema de pastejo, uma vez que a maior oferta de forragem é observada na primavera e início do verão. Mackle et al. (30) encontraram maiores teores de caseína no leite de animais submetidos ao sistema de pastagens de verão e utilização de concentrados, observando declínio deste componente à medida que diminuía a disponibilidade de pasto. Assim, como as caseínas compõem cerca de 80% da proteína verdadeira, pode-se justificar os achados em relação ao comportamento deste componente.

### Efeito do sistema de alimentação sobre as frações proteicas do leite



No presente estudo, somente rebanhos da raça Holandesa apresentavam animais nos dois sistemas de alimentação estudados (confinado e semi-confinado), enquanto as demais raças somente apresentaram um dos tipos. Desta forma, a raça Holandesa foi a única estudada para este efeito. Os valores médios para o teor de PV foram de 3,08 e 3,06% para os sistemas de alimentação confinado e semi-confinado, respectivamente.

Foi verificado comportamento semelhante da variação de PV entre os dois sistemas de alimentação e, muito embora o sistema confinado de alimentação tenha apresentado maiores teores de PV, não foi observado efeito do tipo de alimentação sobre o teor do componente no período de estudo ( $P = 0,402$ ). Gonzalez et al. (27) reportaram comportamento semelhante avaliando três sistemas de produção no Rio Grande do Sul, e também não observaram influência dos meses do ano tampouco do tipo de sistema sobre o teor de PV.

Segundo Mattos (31), animais em sistemas intensivos (confinados) apresentaram maiores produções de leite, enquanto vacas em sistemas semi-confinados resultaram em menores produções. Em sistema intensivo, os alimentos fornecidos apresentam melhor qualidade nutricional tendo o produtor maior controle sobre os nutrientes que o animal consome.

Devido à baixa qualidade da maioria das pastagens brasileiras, resultante principalmente do manejo inadequado, seria de se esperar que os animais mantidos em sistemas extensivos apresentariam leite com teores de PV inferiores àqueles produzidos por animais mantidos em outros sistemas. Auld et al. (20) citaram que tal variação deve-se principalmente ao menor aporte de aminoácidos para a síntese de caseína. Com efeito, a variação na composição dos alimentos fornecidos aos animais constitui-se em fator importante na variação da proteína verdadeira do leite.

## CONCLUSÕES

Os rebanhos de gado Jersey apresentaram maiores teores de proteína total e verdadeira quando comparados aos rebanhos das raças Holandesa e Girolando. O período do ano apresentou influência significativa sobre as concentrações de proteína verdadeira do leite. No entanto, tal efeito não foi observado para a CCS. O leite produzido por vacas Holandesas não apresentou diferença no teor de proteína verdadeira em função do sistema de alimentação dos animais.

## AGRADECIMENTOS

À FAPESP pelo auxílio financeiro para realização da pesquisa (Processo 05/54748-0).

## REFERÊNCIAS

1. Coulon JB, Hurtaud C, Remond B, Verite R. Factors contributing to variation in the proportion of casein in cows' milk true protein: a review of recent INRA experiments. *J Dairy Res.* 1998;65:375-87.
2. Barbano DM, Lynch JM. Major advances in testing of dairy products: milk component and dairy product attribute testing. *J Dairy Sci.* 2006;89:1189-94.
3. Swaisgood HE. Review and update of casein chemistry. *J Dairy Sci.* 1993;76:3054-61.
4. Walstra P, Jenness R. Proteins. In: *Dairy chemistry and physics.* New York: John Wiley & Sons; 1984. p.8-122.
5. Ribas NP, Hartmann W, Monardes HG, Andrade UVC. Milk total solids in bulk tank samples of Parana, Santa Catarina and São Paulo states. *Rev Bras Zootec.* 2004;33:2343-50.

6. Teixeira NM, Freitas AF, Barra RB. Environmental factors influencing monthly variation of milk composition and somatic cell counts in herds of the State of Minas Gerais. *Arq Bras Med Vet Zootec*. 2003;55:491-9.
7. Verneque RS, Martinez ML, Brito JRF, Teodoro RL, Silva MV, Peixoto MG. Constituintes do leite nas raças Gir e Guzerá leiteiras. In: Carvalho LA, Zoccal R, Martins PC, Arcuri PB, Moreira MS, editores. *Tecnologia e gestão na atividade leiteira*. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite; 2005. p.323.
8. Botaro BG, Lima YVR, Aquino AA, Fernandes RHR, Garcia JF, Santos MV. Effect of beta-lactoglobulin polymorphism and seasonality on bovine milk composition. *J Dairy Res*. 2008;75:176-81.
9. Mazal G, Vianna PCB, Santos MV, Gigante ML. Effect of somatic cell count on Prato cheese composition. *J Dairy Sci*. 2007;90:630-6.
10. Santos MV, Fonseca LFL. *Estratégias para o controle da mastite e melhoria da qualidade do leite*. Barueri: Manole; 2006.
11. International Dairy Federation I. Payment systems for ex-farm milk. *Bull Int Dairy Fed*. 2006;403:89.
12. Machado PF. Pagamento do leite por qualidade. In: *Anais do 3º Congresso Brasileiro de Qualidade do Leite; 2008, Recife*. Recife: CCS Editora; 2008. p. 373.
13. Association of Official Analytical Chemists. *Official methods of analysis*. 17th ed. Arlington; 2000.
14. Lynch J, Barbano D, Fleming JR. Indirect and direct determination of the casein content of milk by Kjeldahl nitrogen analysis: collaborative study. *J AOAC Int*. 1998;81:763-74.
15. *Statistical Analysis System. SAS user's guide for Windows: statistics. version 9.02 [CD-ROM]*. Cary: SAS Institute; 2001.
16. Cassoli LD, Machado PF, Cardoso F. Diagnóstico da qualidade do leite na região sudeste entre 2005/2008. In: *Anais do 3º Congresso Brasileiro de Qualidade do Leite: Segurança Alimentar e Saúde Pública; 2008, Recife*. Recife: CCS Editora; 2008. p.373.
17. Fonseca LM, Rodrigues R, Cerqueira MMOP, Leite MO, Souza MR, Penna CFAM. Situação da qualidade do leite cru em Minas Gerais - 2007/2008. In: *Anais do 3º Congresso Brasileiro de Qualidade do Leite; 2008, Recife*. Recife: CCS Editora; 2008. p. 373.
18. Souza GN, Brito MAVP, Lange CC, Faria CG, Moraes LCD, Brito JRF. Qualidade do leite de rebanhos bovinos localizados na Região Sudeste: Espírito Santo, Minas Gerais, Rio de Janeiro, Janeiro/2007 a Junho/2008. In: *Anais do 3º Congresso Brasileiro de Qualidade do Leite; 2008, Recife*. Recife: CCS Editora; 2008. p. 373.
19. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução normativa n. 51, de 18 de setembro de 2002. Aprova o regulamento técnico de identidade e qualidade de leite cru refrigerado. *Diário Oficial da União, Brasília (DF)*, 2002 Set 20. Sec I, p.13.
20. Auldish MJ, Hubble IB. Effects of mastitis on raw milk and dairy products. *Aust J Dairy Technol*. 1998;53:28-36.
21. Jonker JS, Kohn RA, Erdman RA. Using milk urea nitrogen to predict nitrogen excretion and utilization efficiency in lactating dairy cows. *J Dairy Sci*. 1998;81:2681-92.
22. Melendez P, Donovan A, Hernandez J. Milk urea nitrogen and infertility in Florida Holstein cows. *J Dairy Sci*. 2000;83:459-63.
23. Zanela MB, Fischer V, Ribeiro MER, Stump Junior W, Zanela C, Marques LT, et al. Qualidade do leite em sistemas de produção na região Sul do Rio Grande do Sul. *Pesqui Agropecu Bras*. 2006;41:153-9.
24. Ballou LU, Pasquini M, Bremel RD, Everson T, Sommer D. Factors affecting herd milk-composition and milk plasmin at 4 levels of somatic-cell counts. *J Dairy Sci*. 1995;78:2186-95.

25. Schukken YH, Leslie KE, Weersink AJ, Martin SW. Ontario bulk milk somatic-cell count reduction program .1. Impact on somatic-cell counts and milk quality. *J Dairy Sci.*1992;75:3352-8.
26. Godden SM, Lissemore KD, Kelton DF, Leslie KE, Walton JS, Lumsden JH. Factors associated with milk urea concentrations in Ontario dairy cows. *J Dairy Sci.* 2001;84:107-14.
27. Gonzalez HL, Fischer V, Ribeiro MER. Avaliação da qualidade do leite na bacia leiteira de Pelotas, RS. Efeito dos meses do ano. *Rev Bras Zootec.* 2004;33:1531-43.
28. Barber DG, Gobius N, Hannah I, Poppi DP, Cant JP. An approach to identifying factors affecting milk protein concentration in dairy cattle. *Proceedings Farm to Fork 2001. Aust J Dairy Technol.* 2001;56:155.
29. Martins PRG, Silva CA, Fischer V, Ribeiro MER, Stumpf W, Zanela MB. Produção e qualidade do leite na bacia leiteira de Pelotas-RS em diferentes meses do ano. *Cienc Rural.* 2006;36:209-14.
30. Mackle TR, Bryant AM, Petch SF, Hill JP, Auldish MJ. Nutritional influences on the composition of milk from cows of different protein phenotypes in New Zealand. *J Dairy Sci.* 1999;82:172-80.
31. Mattos WRS. Sistemas de alimentação de vacas em produção. In: Peixoto AM, Moura JC, Faria VP, editors. *Nutrição de bovinos: conceitos básicos e aplicados.* Piracicaba: FEALQ; 1995. p.119-42.

**Recebido em: 24/06/2010**

**Aceito em: 22/11/2010**