

MEIBY CARNEIRO DE PAULA

CONTAGEM DE CÉLULAS SOMÁTICAS EM AMOSTRAS DE LEITE DE TANQUES

Dissertação apresentada como requisito parcial
à obtenção do grau de Mestre em Ciências
Veterinárias, Curso de Pós-Graduação em
Ciências Veterinárias, Setor de Ciências
Agrárias, Universidade Federal do Paraná.

Orientador: Prof. Dr. Humberto Gonzalo
Monardes

CURITIBA
2002

MEIBY CARNEIRO DE PAULA

CONTAGEM DE CÉLULAS SOMÁTICAS EM AMOSTRAS DE LEITE DE
TANQUES

Dissertação elaborada como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre no Curso de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias, Setor de Ciências Agrárias, da Universidade Federal do Paraná, com a comissão de orientação formada pelos professores:

Orientador: Prof. Dr. Humberto Gonzalo Monardes
Department Animal Science, McGill University

Co-orientadores: Prof. Newton Pohl Ribas
Departamento de Zootecnia, UFPR

Prof. Dr. Julio Eduardo Arce
Departamento de Ciências Florestais, UFPR



PARECER

A Comissão Examinadora da Defesa de Dissertação da Candidata ao Título de Mestre em Ciências Veterinárias, Área Produção Animal **MEIBY CARNEIRO DE PAULA** após a realização desse evento, exarou o seguinte Parecer:

- 1) A Dissertação, intitulada “**Contagem de Células Somáticas em Amostras de Leite de Tanques**” foi considerada, por todos os Examinadores, como um louvável trabalho, encerrando resultados que representam importante progresso na área de sua pertinência.
- 2) A Candidata se houve muito bem durante a Defesa de Dissertação, respondendo a todas as questões que foram colocadas.

Assim, a Comissão Examinadora, ante os méritos demonstrados pela Candidata, atribuiu o conceito “A” concluindo que faz jus ao Título de Mestre em Ciências Veterinárias, Área de Produção Animal.

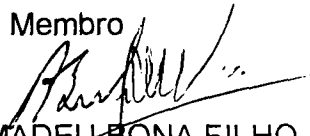
Curitiba, 14 de junho de 2002.



Prof. Dr. HUMBERTO GONZALO MONARDES
Presidente/Orientador



Prof. Dr. JULIO EDUARDO ARCE
Membro



Prof. Dr. AMADEU BONA FILHO
Membro

Dedico este trabalho aos meus pais,
Ewaldo (*in memoriam*) e Doris, a minha
irmã Melyssa e ao meu noivo Laudí,
pois se não houvessem desafios, não
haveriam conquistas...

...e por trás de grandes conquistas,
sempre existem grandes pessoas como
vocês.

AGRADECIMENTOS

Ao Professor Humberto Gonzalo Monardes, por sua ajuda, por todos os conhecimentos transmitidos e pela valorosa orientação.

Ao Professor Newton Pohl Ribas, pela amizade, pelo apoio, pela orientação, pelos ensinamentos, pela oportunidade de podermos trabalhar juntos e por oferecer todo o suporte necessário para a elaboração deste trabalho.

Ao Professor Julio Eduardo Arce, pela ajuda e valiosa contribuição para a realização das análises desta dissertação.

À Associação Paranaense de Criadores de Bovinos da Raça Holandesa, através de seu presidente, Dr. Nélio Ribas Centa, pela concessão do banco de dados e apoio, possibilitando a viabilização desta pesquisa.

Ao José Augusto Horst, pela amizade, pela ajuda e por todas as sugestões feitas em todas as etapas.

Aos colegas do Curso de Pós-graduação, Francisco Perez Junior, Uriel Vinícius Cotarelli de Andrade e Welington Hartmann, pela ajuda, pelo companheirismo, pelas trocas de informações e por toda a colaboração.

Agradeço também aos meus familiares e amigos que me apoiaram e me ajudaram.

Agradecimentos especiais:

Ao meu noivo, Laudí Cunha Leite, pela ajuda, pela dedicação e por me acompanhar em todos os momentos. Esteve sempre ao meu lado, em busca dos mesmos objetivos, incentivando-me a seguir em frente.

À minha irmã, Melyssa Carneiro de Paula, por todo amor, amizade e carinho e por podermos mostrar juntas que valeram a pena todos estes anos de lutas, sonhos e conquistas.

Com carinho especial, agradeço aos meus pais, Ewaldo Carneiro de Paula Junior (*in memoriam*) e Doris Cristina Carneiro de Paula, pela vida, pelo amor, pelos valores, pela educação e por me ensinarem que a cada dia há sempre uma nova chance para aprender mais. Seus exemplos de vida, sempre carregarei comigo.

A única maneira de fazer com que alguma coisa aconteça, é movimentar-se para que ela aconteça.

Se você continuar fazendo o que sempre fez, continuará obtendo o que sempre obteve.

Para obter algo diferente, você deve começar a fazer algo diferente.

(Lair Ribeiro)

SUMÁRIO

LISTA DE ILUSTRAÇÕES	x
LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS	xii
RESUMO	xiii
ABSTRACT	xiv
1 INTRODUÇÃO	1
2 REVISÃO DE LITERATURA	3
2.1 PROGRAMA DE ANÁLISE DE REBANHOS LEITEIROS DO PARANÁ...	3
2.2 QUALIDADE DO LEITE	5
2.3 MASTITE	8
2.4 CONTAGEM DE CÉLULAS SOMÁTICAS	12
2.5 FATORES QUE INFLUENCIAM A CONTAGEM DE CÉLULAS SOMÁTICAS EM LEITE DE TANQUES	15
2.5.1 Micro-Região	15
2.5.2 Ano e Mês de Análise	16
2.5.3 Idade da Amostra	18
2.5.4 Rebanho	19
2.6 TRANSFORMAÇÕES LOGARÍTMICAS DA CONTAGEM DE CÉLULAS SOMÁTICAS	20
3 MATERIAL E MÉTODOS	23
3.1 MATERIAL DE ANÁLISE	23
3.1.1 Origem dos Dados	23
3.1.2 Preparação dos Dados	24
3.1.3 Métodos de Análise	25
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	27
4.1 MEDIDAS DESCRITIVAS	27
4.2 EFEITOS QUE INFLUENCIARAM A CONTAGEM, O SCORE E O LOGARITMO DE CÉLULAS SOMÁTICAS EM AMOSTRAS DE LEITE DE TANQUES	28

4.2.1 Efeito de Micro-Região	29
4.2.2 Efeito de Ano e Mês de Análise	30
4.2.3 Efeito de Idade da Amostra	36
4.2.4 Efeito de Rebanho	37
4.3 USO DAS TRANSFORMAÇÕES LOGARÍTMICAS DA CONTAGEM DE CÉLULAS SOMÁTICAS EM AMOSTRAS DE LEITE DE TANQUES	37
4.4 DISTRIBUIÇÃO DAS AMOSTRAS DE LEITE DE TANQUE EM CLASSES DE ESCORE DE CÉLULAS SOMÁTICAS	38
5 CONCLUSÃO	40
REFERÊNCIAS	41

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

TABELA	1 – LIMITES LEGAIS DE CONTAGEM DE CÉLULAS SOMÁTICAS EM LEITE DE TANQUES (CCST) PRATICADOS POR ALGUNS PAÍSES PRODUTORES DE LEITE	07
TABELA	2 – REQUISITOS DE CONTAGEM DE CÉLULAS SOMÁTICAS (CCS) PARA O LEITE CRU RESFRIADO NO BRASIL	08
TABELA	3 – RELAÇÃO ENTRE A CONTAGEM DE CÉLULAS SOMÁTICAS (CCS), O <i>CALIFORNIA MASTITIS TEST</i> (CMT), O <i>WISCONSIN MASTITIS TEST</i> (WMT) E PERDAS NA PRODUÇÃO DE LEITE	11
TABELA	4 – TIPOS DE CÉLULAS NO LEITE	12
TABELA	5 – ESTIMATIVA DA PREVALÊNCIA DE INFECÇÃO E PERDAS NA PRODUÇÃO DE LEITE ASSOCIADAS COM ELEVADAS CONTAGENS DE CÉLULAS SOMÁTICAS EM LEITE DE TANQUES (CCST)	13
TABELA	6 – VALORES MÉDIOS DA CONTAGEM DE CÉLULAS SOMÁTICAS EM LEITE DE TANQUES (CCST) EM DIFERENTES PAÍSES	13
TABELA	7 – ESCORE LINEAR E A CONTAGEM DE CÉLULAS SOMÁTICAS (CCS)	20
QUADRO	1 – LOCALIZAÇÃO DAS MICRO-REGIÕES	23
TABELA	8 – NÚMERO DE OBSERVAÇÕES (N), MÉDIAS ESTIMADAS, DESVIOS-PADRÃO (DP) E COEFICIENTES DE VARIAÇÃO (CV) DA CONTAGEM DE CÉLULAS SOMÁTICAS (CCS), DO ESCORE DE CÉLULAS SOMÁTICAS (ECS) E DO LOGARITMO DE CÉLULAS SOMÁTICAS (L2CS)	27
TABELA	9 – RESUMO DA ANÁLISE DE VARIÂNCIA DA CONTAGEM DE CÉLULAS SOMÁTICAS (CCS), DO ESCORE DE CÉLULAS SOMÁTICAS (ECS) E DO LOGARITMO DE CÉLULAS SOMÁTICAS (L2CS) EM AMOSTRAS DE LEITE DE TANQUES	28
TABELA	10 – NÚMERO DE OBSERVAÇÕES (N), ESTIMATIVAS DAS MÉDIAS AJUSTADAS E ERROS-PADRÃO (EP) PELO MÉTODO DOS QUADRADOS MÍNIMOS DA CONTAGEM DE CÉLULAS SOMÁTICAS (CCS), DO ESCORE DE CÉLULAS SOMÁTICAS (ECS) E DO LOGARITMO DE CÉLULAS SOMÁTICAS (L2CS), SEGUNDO A MICRO-REGIÃO	29
TABELA	11 – NÚMERO DE OBSERVAÇÕES (N), ESTIMATIVAS DAS MÉDIAS AJUSTADAS E ERROS-PADRÃO (EP) PELO MÉTODO DOS QUADRADOS MÍNIMOS DA CONTAGEM DE CÉLULAS SOMÁTICAS (CCS), SEGUNDO O ANO E MÊS DE ANÁLISE	31

TABELA	12 – NÚMERO DE OBSERVAÇÕES (N), ESTIMATIVAS DAS MÉDIAS AJUSTADAS E ERROS-PADRÃO (EP) PELO MÉTODO DOS QUADRADOS MÍNIMOS DO ESCORE DE CÉLULAS SOMÁTICAS (ECS), SEGUNDO O ANO E MÊS DE ANÁLISE	32
TABELA	13 – NÚMERO DE OBSERVAÇÕES (N), ESTIMATIVAS DAS MÉDIAS AJUSTADAS E ERROS-PADRÃO (EP) PELO MÉTODO DOS QUADRADOS MÍNIMOS DO LOGARITMO DE CÉLULAS SOMÁTICAS (L2CS), SEGUNDO O ANO E MÊS DE ANÁLISE	33
FIGURA	1 – ESTIMATIVAS DAS MÉDIAS AJUSTADAS PELO MÉTODO DOS QUADRADOS MÍNIMOS DA CONTAGEM DE CÉLULAS SOMÁTICAS (CCS) E DO ESCORE DE CÉLULAS SOMÁTICAS (ECS), SEGUNDO O MÊS DE ANÁLISE	34
FIGURA	2 – ESTIMATIVAS DAS MÉDIAS AJUSTADAS PELO MÉTODO DOS QUADRADOS MÍNIMOS DA CONTAGEM DE CÉLULAS SOMÁTICAS (CCS) E DO LOGARITMO DE CÉLULAS SOMÁTICAS (L2CS), SEGUNDO O MÊS DE ANÁLISE	34
TABELA	14 – NÚMERO DE OBSERVAÇÕES (N), ESTIMATIVAS DAS MÉDIAS AJUSTADAS E ERROS-PADRÃO (EP) PELO MÉTODO DOS QUADRADOS MÍNIMOS DA CONTAGEM DE CÉLULAS SOMÁTICAS (CCS), DO ESCORE DE CÉLULAS SOMÁTICAS (ECS) E DO LOGARITMO DE CÉLULAS SOMÁTICAS (L2CS), SEGUNDO ANO DE ANÁLISE	35
TABELA	15 – NÚMERO DE OBSERVAÇÕES (N), ESTIMATIVAS DAS MÉDIAS AJUSTADAS E ERROS-PADRÃO (EP) PELO MÉTODO DOS QUADRADOS MÍNIMOS DA CONTAGEM DE CÉLULAS SOMÁTICAS (CCS), DO ESCORE DE CÉLULAS SOMÁTICAS (ECS) E DO LOGARITMO DE CÉLULAS SOMÁTICAS (L2CS), SEGUNDO A IDADE DA AMOSTRA	36
TABELA	16 – DISTRIBUIÇÃO DAS AMOSTRAS DE LEITE DE TANQUE (N) EM CLASSES DE ESCORE DE CÉLULAS SOMÁTICAS (ECS)	38

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

APCBRH	–	Associação Paranaense de Criadores de Bovinos da Raça Holandesa
BMSCC	–	<i>Bulk Milk Somatic Cell Count</i>
CCS	–	Contagem de Células Somáticas
CCST	–	Contagem de Células Somáticas de Leite de Tanques
CIDA	–	Agência Canadense de Desenvolvimento Internacional
CMT	–	<i>California Mastitis Test</i>
CV	–	Coefficiente de Variação
DNA	–	Ácido Desoxirribonucléico
DP	–	Desvio-Padrão
ECS	–	Escore de Células Somáticas
EP	–	Erro-Padrão
GL	–	Graus de Liberdade
L2CS	–	Logaritmo de Células Somáticas
NIRs	–	<i>Near Infrared Reflectance Spectroscopy</i>
NMC	–	<i>National Mastitis Council</i>
PARLPR	–	Programa de Análise de Rebanhos Leiteiros do Paraná
PNMQL	–	Programa Nacional de Melhoria da Qualidade do Leite
PR	–	Paraná
R ²	–	Coefficiente de Determinação
SC	–	Santa Catarina
SCC	–	<i>Somatic Cell Count</i>
SCL	–	Serviço de Controle Leiteiro
SCS	–	<i>Somatic Cell Score</i>
SP	–	São Paulo
UFPR	–	Universidade Federal do Paraná
USDA	–	Departamento de Agricultura dos Estados Unidos
WMT	–	<i>Wisconsin Mastitis Test</i>

RESUMO

A contagem de células somáticas de leite de tanques (CCST) é utilizada como um indicador da qualidade do leite e é uma medida da prevalência de mastite no rebanho. O entendimento da CCST é um importante passo para a melhoria da qualidade do leite. O presente estudo visou avaliar o comportamento da CCST recebido pelas indústrias de laticínios, os efeitos de alguns fatores que influenciam a CCS, o escore de células somáticas (ECS) e o logaritmo de células somáticas (L2CS) em amostras de leite de tanques, estimar os componentes de variância para estas características, comparar o ECS e o L2CS com a CCS em amostras de leite de tanques e analisar a distribuição destas amostras nas classes de ECS. Foi analisado um arquivo de dados contendo 257.540 amostras de leite de tanques, provenientes de 32.590 rebanhos, de 18 indústrias de laticínios localizadas nos estados de Santa Catarina, Paraná e São Paulo, associadas ao Programa de Análise de Rebanhos Leiteiros do Paraná (PARLPR) da Associação Paranaense de Criadores de Bovinos da Raça Holandesa (APCBRH), no período de janeiro de 1999 a novembro de 2001. Empregou-se o método dos Quadrados Mínimos, utilizando-se o procedimento PROC GLM, do SAS, para o estudo dos seguintes efeitos: micro-região, ano e mês de análise, idade da amostra e rebanho. As médias estimadas e os respectivos desvios-padrão para a CCS, o ECS e o L2CS das amostras de leite de tanques foram: 486.812 ± 401.547 , $4,839 \pm 1,235$ e $8,479 \pm 1,232$. Todos os efeitos incluídos no modelo foram significativos ($P < 0,01$) sobre as três características estudadas. Houve grande variação da CCS, do ECS e do L2CS entre as micro-regiões, sendo que a maior e a menor média ajustada para a CCS foram de 602.000 células/mL e 242.000 células/mL, para o ECS de 5,19 e 3,23, e para o L2CS de 8,83 e 6,86, respectivamente. No ano de 2001 foram observadas as maiores médias para a CCS (483.000 células/mL), para o ECS (4,76) e para o L2CS (8,41). As maiores médias para a CCS foram observadas no mês de janeiro (497.000 células/mL) e as menores no mês de setembro (442.000 células/mL). O efeito de idade da amostra caracterizou que houve redução da CCS até o quarto dia e a partir do sétimo dia as médias mostraram grandes variações. Os coeficientes de variação para a CCS, o ECS e o L2CS foram de 62,36%, 18,63% e 10,60%, respectivamente. A variação total explicada pelos efeitos incluídos no modelo (R^2) para a CCS, o ECS e o L2CS foi de 50,09%, 53,50% e 53,48%, respectivamente. Foram observados resultados mais concisos para o ECS e para o L2CS do que para a CCS nas amostras de leite de tanques estudadas. Das amostras analisadas, 64,6 % apresentaram escore cinco ou mais.

Palavras-chave: CCS; Escore de Células Somáticas; Logaritmo de Células Somáticas; Qualidade do Leite.

ABSTRACT

Bulk tank milk somatic cell count (BMSCC) is used as an indicator of milk quality to measure the prevalence of mastitis in a dairy herd. An understanding of the dynamics of BMSCC is important to guide the industry toward better milk quality. The goal of this study was to evaluate BMSCC in the milk delivered to the industry by dairy farmers; also, to evaluate the effects of some factors that influence somatic cell count (SCC), somatic cell score (SCS) and somatic cell logarithmic transformation (Log SCC) in bulk tank milk samples and, to estimate variance components for these characteristics. Bulk tank milk samples are routinely analyzed at the central laboratory of the Programa de Análise de Rebanhos Leiteiros do Paraná (PARLPR) of the Holstein Association, state of Paraná, Brazil. The present study was on a data set of the PARLPR containing 257,540 bulk tank milk samples from 32,590 herds delivering milk to 18 dairy industries in the states of Santa Catarina, Paraná and São Paulo, analyzed between January 1999 and November 2001. General Linear Models procedures were used to study the effects of micro region, year and month of the test, herd and age of the sample on BMSCC. Means and standard deviations for SCC, SCS and Log SCC of BMSCC were $486,812 \pm 401,547$ cell/ml, 4.839 ± 1.235 and 8.479 ± 1.232 , respectively. All factors had a highly significant effect ($P < 0,01$) on the three traits analyzed. Micro regions were highly variable on the three traits, from 602,000 to 242,000 cells/ml, from 5.19 to 3.23 and from 8.83 to 6.86, respectively. The highest means were observed in 2001 (483,000 cells/ml, 4.76 and 8.41, respectively). Highest SCC means were observed in January (497,000 cells/ml) and lowest in September (442,000 cells/ml). The effect of age of the sample showed reduction in cell count levels until day four; after day seven samples were highly variable. Coefficients of variation of SCC, SCS and Log SCC were 62.36%, 18.63% and 10.60%, respectively. Sixty-four percent of all samples showed a SCS of five or more.

Key-words: SCC; Somatic Cell Score; Somatic Cell Logarithmic Transformation; Milk Quality.

1 INTRODUÇÃO

Segundo o Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (USDA), a produção mundial de leite, no ano de 2000, foi estimada em 390,47 bilhões de litros, superior em 1,2% em relação ao ano de 1999 (SEAB-DERAL, 2000).

Os Estados Unidos são o maior produtor mundial de leite, com uma produção de 74,60 bilhões de litros no ano de 2000, e se destacam por possuir rebanhos leiteiros com produtividade média de 8.284 litros por vaca por ano (SEAB-DERAL, 2000).

O Brasil ocupa a sexta colocação em volume de produção, com 19,8 bilhões de litros, possui o segundo maior rebanho leiteiro do mundo, formado por 16,75 milhões de cabeças e a produtividade por vaca situa-se em 1.199 litros ao ano (SEAB-DERAL, 2000).

O Paraná é o quinto maior produtor nacional, com 2,08 bilhões de litros de leite, após Minas Gerais, Goiás, Rio Grande do Sul e São Paulo (SEAB-DERAL, 2000).

Entre os maiores produtores mundiais de leite, o Brasil se caracteriza por apresentar uma das menores produtividades por vaca e baixa qualidade dos produtos lácteos.

Em busca da produção de um leite de melhor qualidade está sendo implantado no Brasil o Programa Nacional de Melhoria da Qualidade do Leite (PNMQL), visando adequar os produtos lácteos aos padrões de qualidade internacionais, proteger o mercado interno da entrada de produtos de baixa qualidade, obter um produto competitivo no mercado internacional, assegurar o máximo rendimento industrial e fornecer ao consumidor um produto com maior valor nutritivo, maior durabilidade, mais seguro e de baixo custo.

Com este objetivo foi elaborada, no Brasil, uma nova legislação, através da Portaria Ministerial nº 56 de 7/12/1999, publicada no Diário Oficial da União, nº 234, em 8/12/1999, Seção I, pág. 41, que foi submetida à consulta pública, propondo novos padrões para produção, identidade e qualidade do leite cru resfriado, bem como as condições para sua refrigeração na propriedade rural e transporte a granel. As normas

exigem melhorias no padrão microbiológico do leite, fixam limites de temperatura e estabelecem novos valores de contagem de células somáticas (CCS).

A CCS é um dos parâmetros mais importantes para avaliação da saúde do úbere e da qualidade do leite, sendo utilizada na maioria dos países como um dos critérios para o pagamento por qualidade do leite.

O entendimento da dinâmica da CCS de leite de tanques (CCST) é um importante passo para a melhoria da qualidade do leite (SCHUKKEN et al., 1992b; SCHUKKEN et al., 1993). Elevadas CCST provocam perdas na produção de leite e a manutenção de baixas CCST indica boa saúde da glândula mamária dos animais do rebanho (SCHUKKEN et al., 1990).

A CCS tem sido utilizada em países desenvolvidos a mais de 25 anos, desde o surgimento de equipamentos eletrônicos que tornaram esta prática acessível aos produtores (FONSECA e SANTOS, 2000; SANTOS, 2001). No Brasil, foi introduzida em 1991, pelo Programa de Análise de Rebanhos Leiteiros do Paraná (PARLPR), da Associação Paranaense de Criadores de Bovinos da Raça Holandesa (APCBRH).

Neste trabalho foi analisada a CCST de amostras provenientes das indústrias de laticínios, que utilizam os serviços do PARLPR para monitorar a qualidade do leite.

Os objetivos do presente trabalho foram:

- a) Estudar o comportamento da CCST recebido pelas indústrias de laticínios;
- b) Identificar o efeito de alguns fatores que influenciam a CCS, estimando os componentes de variância para esta característica em amostras de leite de tanques;
- c) Comparar o escore de células somáticas (ECS) e o logaritmo de células somáticas (L2CS) com a CCS;
- d) Estudar a distribuição das amostras de leite de tanques nas classes de ECS.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 PROGRAMA DE ANÁLISE DE REBANHOS LEITEIROS DO PARANÁ

O PARLPR realiza o controle leiteiro oficial de rebanhos, que é a mais importante prova zootécnica para bovinos leiteiros, destacando-se a sua execução em países que possuem pecuária desenvolvida, como o Canadá, Estados Unidos, Holanda, Alemanha, França e Inglaterra. No Brasil essa prática é pouco difundida, pois somente cerca de 3% das vacas leiteiras são submetidas ao controle leiteiro oficial (RIBAS, 1998).

No Brasil, por delegação do Ministério da Agricultura e do Abastecimento, cabe às Associações Nacionais a promoção do controle oficial de rebanhos leiteiros. No Paraná, por subdelegação cabe a APCBRH a execução desta importante prova zootécnica (RIBAS et al., 1997).

A APCBRH foi fundada em 27 de março de 1953, com o objetivo de congregiar os criadores e de fomentar os serviços de Registro Genealógico e Controle Leiteiro. Segundo RIBAS (1998), o Serviço de Controle Leiteiro (SCL) teve sua origem, na APCBRH, em 01 de julho de 1966, iniciando os trabalhos com 88 animais distribuídos em três rebanhos distintos. Em 1983, firmou-se o convênio entre a APCBRH e o Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná (UFPR), visando estabelecer condições técnicas para informatizar o SCL, criar um banco de dados e desenvolver a tecnologia necessária na área de programas básicos de computação e de sistemas operacionais para o gerenciamento de arquivos de dados e a produção de relatórios sobre o desempenho dos animais e dos rebanhos inscritos no programa.

Em 1987 foi estabelecido o convênio de cooperação técnica entre a APCBRH, a UFPR e a McGill University, de Montreal, Canadá, com o apoio financeiro da Agência Canadense de Desenvolvimento Internacional (CIDA). Este convênio teve como objetivo a cooperação nas áreas de transferência de tecnologia, doação de analisadores eletrônicos de leite, treinamento técnico, desenvolvimento de *software* e banco de

dados, instalação do laboratório centralizado de análise do leite com implantação de análises de gordura, proteína, lactose, sólidos totais e CCS (RIBAS, 1998).

No ano de 1990, o SCL sofreu alterações em seu organograma e passou a ser denominado Programa de Análise de Rebanhos Leiteiros do Paraná (PARLPR). Em 20 de maio de 1991 a APCBRH, UFPR e McGill University inauguram a sede do PARLPR, em Curitiba, Paraná. Este conta com a seguinte infra-estrutura: Secretaria, Setor de Operações de Campo, Laboratório Centralizado de Análise de Leite, Centro de Processamento de Dados e Desenvolvimento e Pesquisa.

Na segunda fase do convênio internacional (1993-1996), o projeto teve como objetivo implementar o serviço de análise de alimentos e de matérias-primas utilizados na pecuária leiteira, por método infravermelho, a partir da doação pela McGill University de um analisador NIRs (*Near Infrared Reflectance Spectroscopy*), com a implementação futura de relatórios para manejo nutricional dos rebanhos controlados (RIBAS, 1998).

O PARLPR, da APCBRH, acumulou um grande número de informações com relação à produção e análise da qualidade de amostras de leite (teores de gordura, proteína, lactose, sólidos totais e CCS) oriundas de vacas individuais inscritas no controle mensal de rebanhos e também de amostras provenientes de leite de tanques de rebanhos filiados a indústrias de laticínios e cooperativas agropecuárias.

Essas informações disponibilizam aos produtores de leite e às instituições (como associações de criadores, Ministério da Agricultura, indústrias de laticínios, universidades, institutos de pesquisa e centrais de teste de reprodutores) um banco de dados detalhado sobre o desempenho de vacas e rebanhos, de modo que decisões possam ser adotadas visando melhorar geneticamente os animais e os padrões de qualidade do leite, permitindo que a cadeia produtiva do leite avance em busca de competitividade.

2.2 QUALIDADE DO LEITE

O leite é uma combinação de várias substâncias na água, contendo: suspensão coloidal de pequenas partículas de caseína (micelas de caseína ligadas ao cálcio e fósforo); emulsão de glóbulos de gordura do leite e vitaminas lipossolúveis, que se encontram em suspensão; solução de lactose, proteínas solúveis em água, sais minerais e vitaminas (FONSECA e SANTOS, 2000).

O leite é muito perecível e seu valor nutritivo pode ser facilmente deteriorado por causa de uma higiene deficiente, uma manipulação excessiva quando fresco, e uma alimentação e um manejo inadequados dos animais em produção. A qualidade do leite (propriedades nutricionais, composição e condições sanitárias) afeta a habilidade e a eficiência para transformar leite em queijo, iogurte, manteiga e outros produtos e a conservação destes produtos antes de chegar aos consumidores (MONARDES, 1998).

Um leite de boa qualidade é cada vez mais uma exigência do mercado consumidor que está em busca de produtos com alto valor nutritivo, baratos, duráveis e seguros.

Como as indústrias de leite não podem melhorar a qualidade do leite cru que recebem, porque mesmo que pasteurizado adequadamente, as enzimas dos microrganismos ainda estarão presentes nos produtos lácteos e continuarão a degradar a proteína, o açúcar e a gordura do leite (PHILPOT, 1998a), elas buscam nas fazendas uma matéria-prima de alta qualidade, exigindo uma maior capacitação do produtor e o incentivando a investir em cuidados que resultem na melhoria da qualidade do seu produto.

Parâmetros de qualidade do leite são cada vez mais usados para detectar problemas com as práticas de produção e para determinar o valor do leite. Países que desejam competir no mercado internacional de produtos lácteos devem demonstrar a qualidade do produto que estão vendendo para ganhar mercados. Ao mesmo tempo, eles devem demonstrar que a qualidade do leite ao nível interno também obedece aos padrões de alta qualidade. Além da demanda dos consumidores por produtos de maior qualidade, também está ocorrendo uma mudança de responsabilidade do governo para

os produtores de alimentos, para assegurar esta qualidade. Produtores e processadores são responsáveis pelo contínuo monitoramento da produção e industrialização dos produtos lácteos (BARBANO, 1992; GODKIN, 2000).

No Brasil, ganhos em produtividade e principalmente a melhoria na qualidade do leite são indispensáveis para garantir a competitividade a nível nacional e para permitir a abertura do mercado internacional. Segundo PHILPOT (1998a), o aumento no consumo e o posterior desenvolvimento de qualquer indústria leiteira nacional será determinado pela qualidade dos produtos lácteos, pela eficiência da produção leiteira nas propriedades e pela capacidade dos consumidores em comprar produtos lácteos.

MONARDES (1998) cita que os principais elementos que definem a qualidade do leite são: os componentes do leite (gordura, proteína e lactose); as células somáticas (macrófagos, linfócitos, neutrófilos e células epiteliais); a contagem bacteriana; a adulteração por água, resíduos e antibióticos; as qualidades organolépticas (odor, sabor, aspecto) e a temperatura.

Para garantir a qualidade do leite, muitos países implantaram programas de pagamento do leite baseado na sua qualidade. Segundo PHILPOT (1998a), os principais objetivos dos programas de qualidade de leite devem ser de assegurar que as qualidades nutricionais, sabor e aparência original do leite tenham sido preservadas e que microrganismos nocivos ou adulterantes não estejam presentes.

FONSECA (2001) e GODKIN (2000) citam que o sistema de pagamento de leite por qualidade é complexo e diversificado, pois são vários os parâmetros que determinam a bonificação. Tal complexidade se expressa pela falta de uniformidade e consenso no que diz respeito às formas de pagamento ao produtor, com grande variação na forma e no método em diferentes países.

Com relação aos critérios utilizados para efeito de pagamento diferenciado do leite destacam-se a composição do leite, a qualidade higiênica, o volume e sazonalidade de produção e os parâmetros físico-químicos (FONSECA, 2001).

Os parâmetros relacionados com a qualidade higiênica do leite são bastante variados, destacando-se a CCS, que é um dos requisitos que mais cresce em importância para a determinação da qualidade do leite em diversos países. A CCS está

diretamente relacionada com a saúde da glândula mamária do rebanho e com a qualidade industrial do leite.

Limites regulatórios para a CCST foram impostos por indústrias leiteiras de diversos países (Tabela 1).

TABELA 1 - LIMITES LEGAIS DE CONTAGEM DE CÉLULAS SOMÁTICAS EM LEITE DE TANQUES (CCST) PRATICADOS POR ALGUNS PAÍSES PRODUTORES DE LEITE

PAÍSES	LIMITE CCST (x 1.000 células/mL)	INÍCIO DA VIGÊNCIA
Estados Unidos	750	1993
Canadá	500	1994
Nova Zelândia	400	1995
União Européia	400	1992

FONTE: MOHR (1998), citado por RIBAS (1999)

Os limites legais de células somáticas foram estabelecidos de maneira progressiva. SCHUKKEN et al. (1992a); DEKKERS et al. (1996) e SARGEANT et al. (1998) citam que em Ontário, Canadá, o programa começou com um limite de 800.000 células/mL e foi reduzido para 500.000 células/mL ao longo de 6 anos. Segundo SCHUKKEN et al. (1992a) e SCHUKKEN et al. (1993), nos Estados Unidos, o limite legal foi reduzido de 1.000.000 células/mL para 750.000 células/mL em julho de 1993.

A necessidade de implementar medidas para melhorar a qualidade do leite produzido no Brasil, motivou a elaboração do PNMQL, por iniciativa do Ministério da Agricultura e do Abastecimento com o apoio de órgãos de ensino e pesquisa.

O PNMQL estabeleceu que um dos critérios de avaliação da qualidade a serem utilizados é a CCS do leite cru resfriado. A modernização do setor acontecerá em três etapas, para permitir a adaptação de produtores e indústrias (Tabela 2).

A nova regulamentação representa um avanço para o setor, permitindo competir com países especializados em produção leiteira. Isto exigirá uma maior especialização do produtor e a adequação da cadeia produtiva do leite às normas propostas.

TABELA 2 - REQUISITOS DE CONTAGEM DE CÉLULAS SOMÁTICAS (CCS) PARA O LEITE CRU RESFRIADO NO BRASIL

CCS/mL ⁽¹⁾		
A partir de 01/07/2002 ⁽²⁾ 01/07/2004 ⁽³⁾	A partir de 01/07/2005 ⁽²⁾ 01/07/2008 ⁽³⁾	A partir de 01/01/2008 ⁽²⁾ 01/01/2011 ⁽³⁾
Máximo 1.000.000	Máximo 750.000	Máximo 400.000

FONTE: BRASIL (1999)

(1) Média geométrica sobre um período de 4 meses, com pelo menos 2 análises por mês / produtor.

(2) Regiões Sul, Sudeste e Centro-Oeste.

(3) Regiões Nordeste e Norte.

2.3 MASTITE

A mastite é definida como uma inflamação da glândula mamária, sendo considerada a principal doença que afeta os rebanhos leiteiros no mundo. Segundo BLOOD e RADOSTITS (1991), em 90 a 95% dos casos a mastite é causada por microrganismos, caracterizando-se por alterações físicas, químicas e, em geral, bacteriológicas do leite e por alterações patológicas do tecido glandular.

A mastite é considerada a principal doença que afeta rebanhos leiteiros no mundo, sendo identificada como aquela que proporciona as maiores perdas econômicas na produção de leite. Segundo HARMON (1998a) e SANTOS (2001), estima-se que nos Estados Unidos haja um prejuízo de aproximadamente US\$ 1,8 bilhões ao ano em função da ocorrência da doença. SMITH e HOGAN (2001) citam que as perdas econômicas estimadas decorrentes da mastite são de aproximadamente US\$ 200 por vaca ao ano.

O maior prejuízo decorrente da mastite é a queda de produção de leite (HARMON, 1998a; RIBAS, 1999; FONSECA e SANTOS, 2000). No Brasil, FONSECA e SANTOS (2000) citam que possam ocorrer perdas de produção entre 12% e 15%, em função da alta prevalência da mastite nos rebanhos, o que significa um total de 2,8 bilhões de litros por ano em relação à produção anual de 21 bilhões de litros.

A mastite pode ser dividida em dois grandes grupos quanto a sua forma de manifestação. Uma delas é a mastite clínica, em que existem sinais evidentes da

doença, tais como edema, aumento de temperatura, endurecimento e dor na glândula mamária, com ou sem o aparecimento de grumos, pus ou qualquer alteração das características do leite (FONSECA e SANTOS, 2000). O diagnóstico pode ser realizado com a evidência de sinais, por um exame clínico e por testes como o da caneca de fundo escuro ou telado no início da ordenha (BLOOD e RADOSTITS, 1991).

Outra forma de manifestação é a mastite subclínica. Na mastite subclínica o leite tem aspecto macroscópico normal e não há sintoma visível de inflamação no úbere. Segundo BLOOD e RADOSTITS (1991), ocorrem alterações significativas na composição e características bioquímicas do leite. Uma das principais mudanças, neste caso, é o aumento da quantidade de células, principalmente leucócitos polimorfonucleares, excretadas no leite.

Cerca de 70% da estimativa do prejuízo causado pela mastite são atribuídos a forma subclínica, enquanto os 30% restantes são relativos a mastite clínica (FONSECA e SANTOS, 2000).

A incidência de mastite subclínica representa 90 a 95% do total de casos da doença. Como não existem sinais evidentes da doença, não é possível diagnosticá-la sem a utilização de testes auxiliares, os quais se baseiam principalmente no aumento de células somáticas no leite. Os principais testes utilizados são o *California Mastitis Test* (CMT), o *Wisconsin Mastitis Test* (WMT) e a CCS.

O CMT é um dos testes mais populares e práticos para o diagnóstico da mastite subclínica. Seu princípio baseia-se na estimativa da CCS no leite, através da utilização de um detergente aniônico neutro que atua rompendo a membrana das células presentes na amostra de leite e liberando o material nucléico (DNA), o qual apresenta alta viscosidade. Dessa forma, o resultado do teste é avaliado em função do grau de gelatinização ou viscosidade da mistura de partes iguais de leite e reagente (2 mL), sendo o teste realizado em bandeja apropriada. Os resultados são expressos em cinco escores: negativo, traços, um, dois ou três sinais positivos, os quais apresentam boa correlação com a CCS da amostra (FONSECA e SANTOS, 2000).

Segundo o NMC (1999), o CMT apresenta como desvantagens à possibilidade de erros nas dosagens de reagente e de leite, diminuindo a sua acurácia, além da necessidade de padronização da leitura, que está sujeita a variações de acordo com a pessoa que realiza o teste. De qualquer maneira, é um meio de diagnóstico de mastite subclínica no momento da ordenha e permite identificar rapidamente o quarto acometido.

O WMT é um teste resultante do aprimoramento do CMT (NMC, 1999; FONSECA e SANTOS, 2000). É realizado em um tubo graduado, com a finalidade de eliminar a subjetividade da interpretação dos resultados do CMT. Utiliza-se o mesmo reagente do CMT diluído em 1:1 em água destilada. Empregam-se 2 mL do reagente diluído misturado com 2 mL de amostra de leite em um tubo perfurado, cujo orifício apresenta 1,15 mm de diâmetro. Realiza-se, então, a homogeneização dessa mistura por meio de 10 movimentos de rotação desse tubo, deixando-se logo após escoar o líquido por 15 segundos, retornando-se, então, a posição original do tubo (FONSECA e SANTOS, 2000). De acordo com o NMC (1999), os tubos precisam ser invertidos por exatos 15 segundos, e quanto maior o conteúdo celular, maior a viscosidade e maior o volume de mistura que permanece no tubo. O resultado do WMT é medido em milímetros e também está correlacionado com a CCS.

A CCS no leite é um meio de diagnóstico da mastite subclínica, sendo aceita internacionalmente como a medida padrão para determinar a qualidade do leite cru (HARMON, 1998b; PHILPOT, 1998b; SMITH e HOGAN, 1998; RIBAS, 1999).

A análise da CCS é realizada através de equipamentos eletrônicos, que são os mais modernos e precisos na avaliação da saúde da glândula mamária de vacas individuais e do rebanho.

Estudos têm demonstrado que a CCS no leite está inversamente correlacionada com a produção de leite de vacas (SCHUKKEN et al., 1992a; HARMON 1998b; NMC, 1999). Na Tabela 3, pode-se observar a relação entre os principais métodos de diagnóstico da mastite subclínica e as perdas na produção de leite.

TABELA 3 – RELAÇÃO ENTRE A CONTAGEM DE CÉLULAS SOMÁTICAS (CCS), O CALIFORNIA MASTITIS TEST (CMT), O WISCONSIN MASTITIS TEST (WMT) E PERDAS NA PRODUÇÃO DE LEITE

ESCORE CMT	WMT (mm)	CCS (x 1.000 células/mL)	PERDAS NA PRODUÇÃO DE LEITE (%)
Negativo	2	100	3
	5	200	6
Traços	8	300	7
	10	400	8
	12	500	9
	14	600	10
	16	700	
1	18	800	11
	20	900	
	22	1.000	12
	25	1.200	> 12
2			

FONTE: NMC (1999)

Quanto ao tipo de agente patogênico causador, a mastite divide-se em dois grandes grupos, mastite contagiosa e mastite ambiental (FONSECA e SANTOS, 2000).

A mastite contagiosa caracteriza-se por apresentar alta CCS, com baixa incidência de casos clínicos e alta incidência de casos subclínicos, geralmente crônicos e de longa duração. Esse tipo de mastite é causada mais frequentemente por *Staphylococcus aureus* e *Streptococcus agalactiae*, patógenos cujo habitat preferencial é o interior da glândula mamária (SMITH, 1993). O principal momento da transmissão ocorre durante a ordenha dos animais.

A mastite ambiental é causada por bactérias que vivem preferencialmente no habitat da vaca, em locais que apresentam esterco, urina, barro e camas orgânicas. São descritos casos por *Escherichia coli*, *Klebsiella sp*, *Enterobacter sp*, *Streptococcus uberis* e *Streptococcus dysgalactiae*. O principal momento de transmissão ocorre durante o período entre as ordenhas, embora também haja ocorrência de novos casos durante a ordenha, principalmente se houver falhas no funcionamento do sistema de ordenha. É caracterizada pela alta incidência de casos clínicos, geralmente de curta duração, frequentemente com manifestação aguda e com maior concentração nos momentos de pré e pós-parto imediato (FONSECA e SANTOS, 2000). Tendo em vista

que os patógenos ambientais estão disseminados por todo o ambiente da vaca, é impossível a erradicação da mastite ambiental.

2.4 CONTAGEM DE CÉLULAS SOMÁTICAS

Células somáticas do leite são primariamente as células de defesa do organismo ou leucócitos, que migram do sangue para o interior da glândula mamária com o objetivo de combater os agentes causadores da mastite, podendo ser também, células epiteliais. Numa glândula mamária infectada, as células de defesa correspondem entre 98% e 99% das células encontradas no leite (PHILPOT e NICKERSON, 1991 citados por MACHADO et al., 2000).

Segundo HARMON e RENEAU (1993); MONARDES (1994) e HARMON (1998b), os leucócitos incluem macrófagos, linfócitos e neutrófilos. Quando instalado um processo inflamatório, os neutrófilos podem passar a compor cerca de 90% das células do leite. Na Tabela 4 pode-se observar as diferentes proporções de leucócitos no leite normal e no leite com mastite.

TABELA 4 – TIPOS DE CÉLULAS NO LEITE

TIPO	LEITE NORMAL (%)	LEITE COM MASTITE (%)
Macrófagos	45-90	10-35
Neutrófilos	3-25	50-90
Linfócitos	7-35	1-20
Células epiteliais	0-2	0-2

FONTE: MONARDES (1994)

A CCS do leite de uma vaca indica de maneira quantitativa o grau de infecção da glândula mamária (MACHADO et al., 2000). O leite de quartos não infectados geralmente apresentam CCS inferiores a 200.000 células/mL (PHILPOT, 1998b; NMC, 1999; NMC, 2001). FONSECA e SANTOS (2000) citam que a CCS do leite de animais sadios é normalmente menor que 300.000 células/mL.

A CCST é uma medida indireta da prevalência de mastite no rebanho (SCHUKKEN et al., 1993; WILSON et al., 1997; SARGEANT et al., 1998; WELLS e OTT, 1998; NMC, 1999; SMITH e HOGAN, 2001).

Na Tabela 5 pode-se observar que existe uma importante relação entre a CCST, o percentual de quartos infectados e as perdas na produção de leite (HARMON e RENEAU, 1993).

TABELA 5 – ESTIMATIVA DA PREVALÊNCIA DE INFECÇÃO E PERDAS NA PRODUÇÃO DE LEITE ASSOCIADAS COM ELEVADAS CONTAGENS DE CÉLULAS SOMÁTICAS EM LEITE DE TANQUES (CCST)

CCST (x 1.000 células/mL)	QUARTOS INFECTADOS NO REBANHO (%)	PERDAS NA PRODUÇÃO DE LEITE (%) ⁽¹⁾
200.000	6	0
500.000	16	6
1.000.000	32	18
1.500.000	48	29

FONTE: HARMON e RENEAU (1993)

(1) As perdas de produção são calculadas como uma porcentagem da produção esperada com a CCST de 200.000 células/mL.

Diversos países realizam o monitoramento da CCST dos seus rebanhos, tendo em vista que é uma ferramenta extremamente valiosa na estimativa das perdas na produção de leite e utilizada como um indicativo da qualidade do leite produzido. Na Tabela 6 estão descritos os valores médios da CCST em diferentes países.

TABELA 6 - VALORES MÉDIOS DA CONTAGEM DE CÉLULAS SOMÁTICAS EM LEITE DE TANQUES (CCST) EM DIFERENTES PAÍSES

PAÍS	CCST (x 1.000 células/mL)
Suíça	112
Noruega	125
Finlândia	129
Reino Unido	160
Nova Zelândia	180
Suécia	200
Dinamarca	247
Canadá ⁽¹⁾	250
Alemanha	276
Irlanda	300
Japão	300
Estados Unidos	350
Israel	382

FONTE: FRANKS (2001)

(1) Província de Ontário (GODKIN, 1999).

No Brasil, MACHADO et al. (2000) avaliaram 4.785 amostras da CCST de rebanhos localizados nos estados de São Paulo e no sul de Minas Gerais, e observaram média e desvio-padrão de 505.000 e 593.000 células/mL.

Segundo WELLS e OTT (1998), razões para monitorar a CCST incluem a demanda de consumidores por produtos de alta qualidade, necessidade de processamento do leite cru de qualidade e a pressão do mercado internacional por produtos de qualidade. Altas CCS afetam a composição do leite e o tempo de vida de prateleira dos derivados, causando grandes prejuízos para a indústria de laticínios.

Altas CCS causam um aumento na concentração de proteínas séricas, como albuminas e imunoglobulinas, que apresentam baixo valor para a indústria de derivados lácteos. Paralelamente, ocorre uma diminuição na concentração de caseína, as frações mais interessantes do ponto de vista econômico (ROGERS et al., 1989b; FONSECA e SANTOS, 2000). Estes autores citam que esse fenômeno ocorre principalmente devido à degradação da caseína pelas proteases de origem bacteriana e plasmática. A fração β -caseína é hidrolisada em fragmentos menores (γ -caseína) pela plasmina, enzima de origem no sangue. A redução na concentração de caseína também pode ser explicada pela redução da capacidade de síntese e secreção de caseína devido ao dano causado no epitélio secretor por toxinas bacterianas.

Alguns estudos relatam menores concentrações de gordura no leite de vacas com mastite, demonstrando que vacas com CCS acima de 300.000 células/mL apresentaram menores concentrações de gordura no leite, quando comparadas com vacas sadias (AULDIST et al., 1995, citados por FONSECA e SANTOS, 2000). Em animais com mastite, ocorre ação enzimática de lipases de origem leucocitária, assim como da própria lipase lipoprotéica presente no epitélio secretor da glândula mamária. Ambas as enzimas atuam sobre a membrana dos glóbulos de gordura, expondo os triglicerídeos à ação de outras lipases, acarretando elevação da concentração de ácidos graxos livres e aparecimento da rancidez do leite (SANTOS, 2001).

Vacas com altas CCS apresentam diminuição na concentração de lactose no leite (ROGERS et al., 1989a; SCHUKKEN et al., 1992a; SCHÄELLIBAUM, 2000; SANTOS, 2001). Segundo SHUSTER et al. (1991), citados por FONSECA e

SANTOS (2000), as mudanças na concentração de lactose durante a mastite podem ocorrer devido à passagem de lactose do leite para o sangue, o que pode ser comprovado pelas elevadas concentrações de lactose no sangue e na urina de vacas com mastite. Adicionalmente, a lesão tecidual ocasionada pela mastite reduz a capacidade de síntese de lactose pelo epitélio glandular, o que afeta significativamente a quantidade do leite produzido, devido ao papel central da lactose como regulador osmótico do volume do leite.

Altas CCS estão associadas com alterações nas concentrações de minerais no leite, afetando significativamente sua qualidade e de seus derivados. O potássio, que é o mineral mais abundante do leite sofre diminuição, devido a sua passagem do leite para o sangue através do epitélio lesado e, inversamente, o sódio e o cloro encontram-se aumentados, uma vez que as concentrações no sangue são normalmente maiores que as do leite (ROGERS et al., 1989a; FONSECA e SANTOS, 2000).

O cálcio e fósforo também sofrem diminuição com a mastite (ROGERS et al., 1989a; FONSECA e SANTOS, 2000; SCHÄELLIBAUM, 2000; SANTOS, 2001). Segundo FONSECA e SANTOS (2000), pode ocorrer diminuição na concentração de cálcio no leite com altas CCS, uma vez que nessa situação há redução da síntese de caseína e a maioria do cálcio do leite está incorporado às micelas de caseína.

2.5 FATORES QUE INFLUENCIAM A CONTAGEM DE CÉLULAS SOMÁTICAS EM LEITE DE TANQUES

2.5.1 Micro-Região

ALLORE et al. (1997) trabalharam com 3.450 rebanhos do nordeste dos Estados Unidos, divididos em sete sub-regiões, durante o período de julho de 1993 a junho de 1994, e encontraram diferenças estatísticas do efeito sub-região para a variável CCST devido a diferenças no tamanho dos rebanhos pertencentes a cada região. A maior média de CCS foi de 699.000 células/mL para a região com uma concentração maior de rebanhos pequenos. Estes autores concluíram que as regiões

com maiores CCS devem ser avaliadas quando da utilização deste leite para a industrialização.

OTT et al. (1999) analisaram médias geométricas da CCST, originárias de 43% dos produtores e 35% da produção dos Estados Unidos e encontraram diferenças significativas ($P < 0,05$) entre as regiões estudadas, no ano de 1997. Observaram as menores médias de CCST para o estado do Novo México, que apresenta clima seco, e as maiores médias de CCST para os estados do sul dos Estados Unidos, que tem clima quente e úmido.

NORMAN et al. (2001) estudaram a CCST de 539.577 rebanhos leiteiros nos Estados Unidos e também encontraram grandes diferenças na CCS entre as regiões estudadas. Foram observadas as menores médias de CCS nos estados do oeste dos Estados Unidos e as maiores nos estados do sul.

2.5.2 Ano e Mês de Análise

Os efeitos de ano e mês de análise têm sido estudados por diversos autores e têm apresentado grande influência sobre a CCST.

SCHUKKEN et al. (1990) trabalhando com a CCST de 27.000 rebanhos da Holanda, durante seis anos consecutivos, observaram uma redução da CCS no período estudado. No ano de 1982, a média de CCS foi de 375.000 células/mL e em 1987 foi de 300.000 células/mL. Houve grande decréscimo em 1984 e 1985, coincidindo com a implantação de cotas de produção de leite na Comunidade Européia. Estes autores também encontraram diferença significativa do mês de análise sobre a CCS dos rebanhos analisados e observaram as maiores médias em outubro (outono) e as menores em abril (primavera). Relataram que a elevação da CCS acontece quando as vacas são soltas para pastoreio (maio) e a diminuição da contagem é observada no início da estação de confinamento do gado, sugerindo que há interferência de pastoreio, temperatura e de umidade sobre a CCS.

SCHUKKEN et al. (1992a) e SCHUKKEN et al. (1993) analisaram dados de qualidade do leite de 9.500 fazendas em Ontário, Canadá, que foram coletados durante

o período de janeiro de 1985 a setembro de 1991. Estes autores concluíram que houve redução na CCST durante o período estudado e ainda observaram uma tendência sazonal significativa ($P < 0,0001$). As menores médias de CCST foram observadas em abril e as maiores em outubro. O efeito sazonal correu em todos os anos.

SARGEANT et al. (1998) também trabalharam com dados de CCST de 9.500 fazendas em Ontário, Canadá, de março de 1985 a julho de 1994, e os resultados encontrados foram semelhantes aos de SCHUKKEN et al. (1992a) e SCHUKKEN et al. (1993).

GODKIN (1999), em Ontário, Canadá, constatou que houve redução na média de CCST de 400.000 células/mL no ano de 1986, para aproximadamente 250.000 células/mL no ano de 1998. Segundo a autora, grande parte desta redução foi devido a implantação do limite oficial de 500.000 células/mL.

ALLORE et al. (1997), no nordeste dos Estados Unidos, observaram as maiores médias de CCS durante a primavera.

HARMON e RENEAU (1993) e HARMON (1998b) citam que as médias de CCS geralmente são menores no inverno e maiores no verão. Isto coincide com a maior incidência de mastite clínica no verão, principalmente a de origem ambiental.

OTT et al. (1999), nos Estados Unidos, analisando médias geométricas da CCST, encontraram os maiores valores no verão (pico em agosto, com 336.700 células/mL) e os menores no inverno (mais baixo em novembro, com 257.000 células/mL).

ADKINSON et al. (2001) analisaram a média geométrica de 1.602 amostras mensais de CCST, provenientes de 150 produtores dos estados do Oeste do Texas, Louisiana e Mississippi, nos Estados Unidos, durante o ano de 1998, e encontraram as maiores médias de CCST nos meses de julho, agosto e setembro.

PRITCHARD et al. (2001) analisaram a CCST de rebanhos da Carolina do Norte, nos Estados Unidos, e observaram que houve um declínio nos valores da CCST de 404.000 células/mL, em 1995, para 375.000 células/mL, em 1999. Estes autores também observaram forte tendência sazonal sobre a CCST dos rebanhos analisados, encontrando os maiores valores nos meses de verão.

2.5.3 Idade da Amostra

KENNEDY et al. (1982), citados por OSTRENSKY (1999), observaram que o tempo de conservação da amostra utilizando o conservante dicromato de potássio e manutenção em temperatura ambiente teve efeito significativo sobre a CCS. Quanto mais velha a amostra menor foi a CCS. Estes autores observaram que nos três primeiros dias a CCS permaneceu praticamente inalterada, mas no oitavo dia atingiu um declínio de 28 a 36%, quando comparada a amostras de um dia.

MONARDES et al. (1996), no Canadá, compararam três tipos de conservantes (bronopol líquido, de largo espectro e com inibidor de crescimento fúngico; bronopol microtab e dicromato de potássio), sob quatro diferentes sistemas de armazenamento das amostras (sem refrigeração, com refrigeração no laboratório até a análise, com refrigeração no transporte até a análise e com refrigeração completa, desde a coleta até a análise) para se avaliar o efeito de idade de amostra sobre a CCS, no terceiro e no sétimo dia. Não foi observado efeito significativo da idade de amostra sobre a CCS. Houve um decréscimo da CCS em amostras de leite mantidas sem refrigeração e houve uma tendência da CCS elevar-se até o sétimo dia, quando mantida sob refrigeração. Estes autores recomendaram que amostras que serão analisadas em alguns dias após a coleta devam ser mantidas sob refrigeração e que a refrigeração das amostras no laboratório também proporciona uma maior segurança para o resultado da análise.

OSTRENSKY (1999) estudou alguns efeitos de ambiente sobre a CCS no leite de vacas da raça Holandesa no estado do Paraná, de janeiro de 1994 a dezembro de 1998, e observou que a idade da amostra influenciou significativamente ($P < 0,01$) a CCS, o ECS e o L2CS. Para amostras analisadas no mesmo dia da coleta as estimativas de médias ajustadas para CCS, ECS e L2CS foram de 593.000 células/mL, 4,61 e 8,25, respectivamente. As amostras foram conservadas com o uso do dicromato de potássio. Houve uma tendência de elevação destes valores até o terceiro dia após a coleta da amostra, quando atingiram seus valores máximos para CCS (639.000 células/mL), ECS (4,73) e L2CS (8,37). A partir daí as três variáveis apresentaram

queda em seu valores, atingindo médias de 520.000 células/mL, 4,38 e 8,02 no décimo dia, para CCS, ECS e L2CS, respectivamente.

2.5.4 Rebanho

EMANUELSON e FUNKE (1991) analisaram a CCST de 15.514 rebanhos leiteiros da Suécia, e observaram que a média geométrica foi de 204.000 células/mL e que houve um aumento da incidência de mastite com o aumento da produção total de leite no rebanho.

WELLS e OTT (1998), nos Estados Unidos, em 1995, observaram que houve um decréscimo na CCST quanto maior o rebanho analisado. Para rebanhos com produção superior a 43.000 kg de leite/mês, a média de CCS foi inferior a 325.000 células/mL e para aqueles com produção abaixo de 20.000 kg de leite/mês, a média observada foi superior a 375.000 células/mL.

ALLORE et al. (1997) analisaram a CCS de 3.450 rebanhos do nordeste dos Estados Unidos, durante o período de julho de 1993 a junho de 1994, e encontraram diferenças estatísticas entre os rebanhos. O efeito de tamanho de rebanho foi negativo para a CCS.

OTT et al. (1999) analisaram médias geométricas da CCST, originárias de 43% dos produtores e 35% da produção dos Estados Unidos, em 1997, e obtiveram uma média de 339.000 células/mL, trabalhando com grupos com menos de 36 vacas e produção aproximada de 23.000 kg de leite/mês, e uma média de 281.000 células/mL, trabalhando com grupos de 142 a 355 vacas e produção com média de 90.000 a 226.000 kg de leite/mês.

NORMAN et al. (2001) estudaram a CCST de 539.577 rebanhos leiteiros nos Estados Unidos e também observaram que maiores rebanhos apresentam menores CCS.

2.6 TRANSFORMAÇÕES LOGARÍTMICAS DA CONTAGEM DE CÉLULAS SOMÁTICAS

As transformações logarítmicas da CCS (ECS e o L2CS) têm sido muito utilizadas para o monitoramento de rebanhos leiteiros, porque apresentam propriedades estatísticas bastante superiores as da CCS.

O ECS é uma transformação logarítmica da CCS, que foi desenvolvido por SHOOK (1982), obtido pela seguinte equação: $ECS = \log_2 (CCS/100.000) + 3$.

Os programas de gerenciamento de rebanhos leiteiros têm utilizado o ECS para registrar os valores médios da CCS dos rebanhos controlados. Trata-se da conversão dos valores da CCS em dez categorias, que vão de zero a nove, como pode ser observado na Tabela 7 (SHOOK, 1982; SHOOK e SCHUTZ, 1994; NMC, 1999). Segundo SHOOK e SCHUTZ (1994), nos Estados Unidos, o ECS vem sendo utilizado desde 1983.

Nos Estados Unidos e Canadá, os serviços de controle de rebanhos leiteiros têm como objetivo atingir um nível que 80% de seus rebanhos apresentem, no máximo, escore linear três, objetivando melhores pagamentos de leite por qualidade (RIBAS, 1999).

TABELA 7 – ESCORE LINEAR E A CONTAGEM DE CÉLULAS SOMÁTICAS (CCS)

ESCORE LINEAR	CCS (x 1.000 células/mL)		
	Ponto Médio	Variação	
0	12,5	0	a 17
1	25	18	a 34
2	50	35	a 70
3	100	71	a 140
4	200	141	a 282
5	400	283	a 565
6	800	566	a 1.130
7	1.600	1.131	a 2.262
8	3.200	2.263	a 4.525
9	6.400	acima	de 4.525

FONTE: SHOOK (1982)

O logaritmo na base dois é muito utilizado nos programas de controle de rebanhos leiteiros (SHOOK e RUEGG, 1999). Usa-se o logaritmo na base dois por ele

produzir uma amplitude de aproximadamente 10 pontos e porque cada ponto de acréscimo (ou decréscimo) no ECS está associado com a duplicação (ou a divisão ao meio) da CCS (HUNT e ANDERTON, 1993).

As vantagens de se utilizar às transformações logarítmicas da CCS ao invés da CCS são:

- 1) Os resultados dos testes de hipóteses são mais precisos para o ECS e para o L2CS do que para a CCS. Os valores de F na análise de variância para o ECS e o L2CS são aproximadamente o dobro daqueles observados para a CCS. Os erros-padrão e os intervalos de confiança são relativamente menores para o ECS e para o L2CS do que para a CCS (SHOOK e RUEGG, 1999).
- 2) O ECS e o L2CS tem distribuição de frequência normal, o que é desejável nas análises estatísticas. Ao contrário, a distribuição da frequência da CCS é fortemente aleatória, com a média substancialmente superior a mediana (HUNT e ANDERTON, 1993; SHOOK e SCHUTZ, 1994; SHOOK e RUEGG, 1999).
- 3) A média do ECS e do L2CS é próxima à mediana, ou seja, cerca de 50% dos valores estão posicionados de cada lado da média. Isto simplifica a interpretação das médias. Para a CCS, a média é consideravelmente maior que a mediana e esta diferença é bastante variável. A média da CCS é fortemente influenciada por uma pequena percentagem de valores extremos (HUNT e ANDERTON, 1993; SHOOK e SCHUTZ, 1994).
- 4) A variância dentro do rebanho é homogênea para o ECS e o L2CS (HUNT e ANDERTON, 1993; SHOOK e RUEGG, 1999).

OSTRENSKY (1999) realizou a comparação entre a CCS, o ECS e o L2CS, estudando alguns fatores de ambiente que influenciam a CCS em vacas da raça Holandesa no estado do Paraná e encontrou os seguintes coeficientes de determinação (R^2) e coeficiente de variação (CV) para a CCS (0,4282 e 121,07%), o ECS (0,6444 e 25,25%) e o L2CS (0,6448 e 14,04%). Este autor também encontrou menores erros-padrão trabalhando com o ECS e o L2CS.

SHOOK e RUEGG (1999) realizaram a comparação entre médias aritméticas da CCS e médias geométricas do L2CS em amostras de leite de tanques de 10.224 observações, provenientes de 852 rebanhos, durante 12 meses. Estes autores observaram que o R^2 para o L2CS foi 6,5% superior ao da CCS e os valores de F foram cerca de 30% maiores para o L2CS, indicando uma maior segurança nesta análise.

ADKINSON et al. (2001) realizaram a comparação entre as médias geométricas da CCS e do L2CS em amostras de leite de tanques de 150 produtores dos estados do Oeste do Texas, Louisiana e Mississippi, nos Estados Unidos, durante o ano de 1998, por estado e por mês, observando menores erros-padrão para o L2CS do que para a CCS. Estes autores também concluíram que devem ser utilizadas médias geométricas, ao invés de médias aritméticas, por apresentarem menores variações na comparação da CCST.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 MATERIAL DE ANÁLISE

3.1.1 Origem dos Dados

Os dados utilizados neste estudo foram provenientes do arquivo de dados do PARLPR, desenvolvido através do convênio entre a APCBRH e a UFPR, localizado em Curitiba, Paraná.

Para o estudo da análise da CCST foram utilizadas 257.540 amostras provenientes de 32.590 rebanhos, de 18 indústrias de laticínios, localizadas em 21 micro-regiões, nos Estados de Santa Catarina (SC), Paraná (PR) e São Paulo (SP), analisadas no período de janeiro de 1999 a novembro de 2001.

No Quadro 1 pode-se observar onde estão localizadas as 21 micro-regiões estudadas.

QUADRO 1 – LOCALIZAÇÃO DAS MICRO-REGIÕES

CÓDIGO MICRO-REGIÃO	MICRO-REGIÃO	LOCALIZAÇÃO
1	Laurentino	Leste SC
2	União da Vitória	Sul PR
3	Irati	Sul PR
4	Castro	Sul PR
5	Cruzeiro do Oeste	Oeste PR
6	São José dos Pinhais	Sul PR
7	Palmeira	Sul PR
8	Guarapuava	Centro-Oeste PR
9	Marmeleiro	Sudoeste PR
10	Pato Branco	Sudoeste PR
11	Cascavel	Oeste PR
12	São João	Oeste SC
13	Londrina	Norte PR
14	Realeza	Sudoeste PR
15	Francisco Beltrão	Sudoeste PR
16	Xanxerê	Oeste SC
17	Mandaguari	Norte PR
18	Carambei	Sul PR
19	Cerqueira César	SP
20	Lapa	Sul PR
21	Jaraguá do Sul	Leste SC

As coletas das amostras de leite de tanques foram realizadas quinzenalmente, nas propriedades leiteiras, por pessoal treinado pelas indústrias de laticínios e orientados pelo Serviço de Operações de Campo do PARLPR. As amostras permaneceram refrigeradas até a indústria, onde foram acondicionadas em frascos padronizados (70 mL) utilizando o conservante bronopol (2-bromo-2-nitropropano-1,3-diol) e foram enviadas para o Laboratório Centralizado de Análise do Leite do PARLPR.

O número de dias decorridos entre a coleta de leite na fazenda e sua análise no laboratório foi definido como sendo a idade da amostra.

As amostras de leite foram analisadas para CCS, por citometria de fluxo, no equipamento Somacount 500^{®1}, com capacidade para a análise de 500 amostras por hora.

A contagem eletrônica de células somáticas ocorre quando o equipamento cora o DNA das células somáticas com brometo de etídio e as expõe à luz ultravioleta, fazendo com que o complexo DNA-corante emita luz fluorescente, medida como impulso elétrico. Uma pequena corrente do fluido conduz as células coradas fluorescentes através do fluxo, onde cada célula que passa através do feixe de luz produz uma curta refração, que atravessa uma série de filtros ópticos e lentes, sendo focada em um comprimento de luz apropriado. Os pulsos de luz são convertidos em pulsos elétricos, amplificados, eletronicamente filtrados e ordenados por tamanho para que se especifiquem as células somáticas. O computador conta os pulsos elétricos, indicando a contagem de leucócitos.

3.1.2 Preparação dos Dados

As informações de CCST foram editadas do banco de dados original do PARLPR e armazenadas em um arquivo computacional. Todos os dados foram preparados antes de serem analisados.

¹ Bentley Instruments, Inc. (P.O. Box 150, Chaska, MN 55318, Estados Unidos).

Visando melhor acurácia das análises, as restrições abaixo foram impostas ao banco de dados, que resultaram na eliminação de 63.092 observações.

- a) Análises realizadas antes de janeiro de 1999, por ser o início da implantação das análises de qualidade pelas indústrias de laticínios;
- b) CCS menor ou igual a zero e acima de 3.000.000 células/mL;
- c) Gordura abaixo de 1,5% e acima de 6,0%;
- d) Proteína abaixo de 1,5% e acima de 5,0%;
- e) Lactose abaixo de 4,5% e acima de 6,0%;
- f) Sólidos totais abaixo de 9,8% e acima de 20%;
- g) Idade de amostra com erros (menor que zero) e superior a 14 dias;
- h) Indústrias de laticínios com menos de 400 análises.

3.1.3 Métodos de Análise

A obtenção do banco de dados para a análise, a triagem prévia dos dados e a análise das amostras da CCST foram realizadas no Centro de Processamento de Dados do PARLPR, em Curitiba, Paraná.

Para a análise dos dados foi utilizado o programa computacional SAS (1991), versão 6.12.

Para este estudo foram utilizados os seguintes procedimentos do SAS:

- a) PROC MEANS, para estimativa das médias reais, desvios-padrão, número de observações, valores mínimos e valores máximos;
- b) PROC FREQ, para a obtenção das tabelas de frequência de cada efeito estudado;
- c) PROC GLM, através do Método dos Quadrados Mínimos, para a obtenção dos níveis de cada classe, para a análise de variância com os respectivos níveis de significância e para a estimativa das médias ajustadas com os respectivos erros-padrão.

Para a análise dos efeitos estudados sobre a CCST foi utilizado o seguinte modelo matemático:

$$Y_{ijkl} = \mu + M_i + A_j + I_k + R_l + e_{ijkl}$$

onde:

Y_{ijkl} : observação referente à CCS ou ECS ou L2CS de amostras de leite de tanques, pertencentes ao rebanho l , com intervalo entre coleta e processamento da amostra k , do ano e mês de análise j , da micro-região i .

μ : média geral;

M_i : efeito da micro-região i , sendo $i = 1, 2, \dots, 21$;

A_j : efeito do ano e mês de análise j (de janeiro de 1999 a novembro de 2001), sendo $j = 1, 2, \dots, 35$;

I_k : idade da amostra de leite k , sendo $k = 14$ classes de um dia;

R_l : efeito do rebanho l , sendo $l = 1, 2, \dots, 32.590$;

e_{ijkl} : erro aleatório associado a cada observação Y_{ijkl} .

As variáveis dependentes avaliadas foram:

- a) CCS: realizada através da leitura do equipamento de contagem eletrônica de células somáticas, em 1.000 células/mL.
- b) ECS: transformação logarítmica da CCS, obtido pela equação $ECS = \log_2 (CCS/100) + 3$ (SHOOK, 1982). Os valores de ECS correspondentes ao intervalo de CCS de zero a 12.000 foram forçados a serem iguais a zero, para se evitarem números negativos.
- c) L2CS: obtido pela equação $L2CS = \log_2(CCS)$.

O efeito de rebanho teve que ser absorvido por limitações computacionais, já que haviam 32.590 classes.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 MEDIDAS DESCRITIVAS

As médias estimadas, os respectivos desvios-padrão e os coeficientes de variação da CCS, do ECS e L2CS das amostras de leite de tanques analisadas encontram-se na Tabela 8.

TABELA 8 – NÚMERO DE OBSERVAÇÕES (N), MÉDIAS ESTIMADAS, DESVIOS-PADRÃO (DP) E COEFICIENTES DE VARIAÇÃO (CV) DA CONTAGEM DE CÉLULAS SOMÁTICAS (CCS), DO ESCORE DE CÉLULAS SOMÁTICAS (ECS) E DO LOGARITMO DE CÉLULAS SOMÁTICAS (L2CS)

CARACTERÍSTICAS	N	MÉDIA	DP	CV (%)
CCS	257.540	486.812	401.547	82,49
ECS	257.540	4,839	1,235	25,52
L2CS	257.540	8,479	1,232	14,53

A média de CCST observada foi superior àquelas encontradas por FRANKS (2001) e por GODKIN (1999), analisando médias da CCST em diferentes países (Tabela 6). FRANKS (2001) observou a menor média na Suíça (112.000 células/mL) e a maior média em Israel (382.000 células/mL) e GODKIN (1999), na Província de Ontário, Canadá, encontrou uma média de 250.000 células/mL.

A média observada também é superior às obtidas por OTT et al. (1999), nos Estados Unidos, que encontraram médias variando de 257.000 células/mL em novembro a 336.700 células/mL em agosto. PRITCHARD et al. (2001), neste mesmo país obteve uma média de 375.000 células/mL, em 1999.

No Brasil, MACHADO et al. (2000), trabalharam com um número de dados menor e encontraram média e desvio-padrão para a CCST de 505.000 ± 593.000 células/mL, superiores aos valores observados neste estudo.

A média de CCST encontrada neste trabalho é alta, quando comparada a países de pecuária leiteira desenvolvida, refletindo pouco cuidado dos produtores com relação à sanidade da glândula mamária e a falta de estímulo por parte das indústrias em estabelecer programas de pagamento de leite por qualidade baseados na CCS.

No Brasil, o critério de CCS passou a ser utilizado recentemente de forma efetiva por parte de alguns laticínios para efeito do pagamento diferenciado por qualidade do leite. Em um levantamento realizado em 93 laticínios na entressafra do ano de 1998, apenas 7% utilizavam o teste de CCS (FONSECA, 2001).

O número de laticínios que utilizam a CCS vem aumentando de forma significativa e a partir de 2002 a CCS deverá fazer parte da regulamentação oficial e compulsória de qualidade do leite no país. Espera-se que a partir de então, seja dada uma maior atenção por parte das indústrias e dos produtores para a CCS, e que esta venha a diminuir ao longo dos anos.

4.2 EFEITOS QUE INFLUENCIARAM A CONTAGEM, O ESCORE E O LOGARITMO DE CÉLULAS SOMÁTICAS EM AMOSTRAS DE LEITE DE TANQUES

O resumo da análise de variância para as três características estudadas encontra-se na Tabela 9.

TABELA 9 – RESUMO DA ANÁLISE DE VARIÂNCIA DA CONTAGEM DE CÉLULAS SOMÁTICAS (CCS), DO ESCORE DE CÉLULAS SOMÁTICAS (ECS) E DO LOGARITMO DE CÉLULAS SOMÁTICAS (L2CS) EM AMOSTRAS DE LEITE DE TANQUES

FONTE DE VARIAÇÃO	GL	QUADRADOS MÉDIOS		
		CCS	ECS	L2CS
Micro-região	20	53.996.008,5728**	840,2546**	835,4952**
Ano e Mês de análise	34	12.315.330,0501**	119,4223**	117,6987**
Idade de amostra	13	5.098.499,3261**	80,6289**	84,6195**
Rebanho	32.589	590.279,5665**	5,7780**	5,7445**
Resíduo	224.883	92.154,8694	0,8125	0,8084
R ²		0,5009	0,5350	0,5348
CV (%)		62,3589	18,6265	10,6041

** (P<0,01)

R²: Variação total explicada pelos efeitos incluídos no modelo.

4.2.1 Efeito de Micro-Região

O efeito de micro-região influenciou significativamente ($P < 0,01$) as três características estudadas, como pode ser observado na Tabela 9.

As médias ajustadas e os respectivos erros-padrão para as 21 micro-regiões estudadas estão descritos na Tabela 10. As menores estimativas de médias ajustadas para a CCS foram de 242.000 células/mL e as maiores de 602.000 células/mL. Para o ECS e o L2CS, as menores estimativas de médias ajustadas foram de 3,23 e 6,86 e as maiores de 5,19 e 8,83, respectivamente.

TABELA 10 - NÚMERO DE OBSERVAÇÕES (N), ESTIMATIVAS DAS MÉDIAS AJUSTADAS E ERROS-PADRÃO (EP) PELO MÉTODO DOS QUADRADOS MÍNIMOS DA CONTAGEM DE CÉLULAS SOMÁTICAS (CCS), DO ESCORE DE CÉLULAS SOMÁTICAS (ECS) E DO LOGARITMO DE CÉLULAS SOMÁTICAS (L2CS), SEGUNDO A MICRO-REGIÃO

MICRO-REGIÃO	N	CCS (x 1.000 células/mL)		ECS		L2CS	
		Média	EP	Média	EP	Média	EP
1	492	490	18,43	4,93	0,056	8,56	0,056
2	836	521	16,47	4,92	0,050	8,59	0,050
3	931	402	13,08	4,55	0,040	8,18	0,040
4	4.753	451	6,29	4,91	0,019	8,55	0,019
5	1.107	593	12,22	5,13	0,037	8,78	0,037
6	920	242	13,61	3,23	0,041	6,86	0,041
7	23.514	574	3,33	5,12	0,010	8,76	0,010
8	1.596	376	10,17	4,30	0,031	7,96	0,031
9	2.172	510	8,77	4,86	0,027	8,51	0,027
10	2.165	502	8,81	4,86	0,027	8,51	0,027
11	3.063	460	7,55	4,72	0,023	8,37	0,023
12	3.372	407	7,79	4,53	0,024	8,18	0,024
13	19.658	356	3,69	4,34	0,011	7,98	0,011
14	4.641	477	6,23	4,77	0,019	8,40	0,019
15	5.428	602	5,91	5,19	0,018	8,83	0,018
16	25.186	516	3,39	4,94	0,010	8,58	0,010
17	7.682	413	5,07	4,61	0,015	8,26	0,015
18	21.994	525	3,51	5,15	0,011	8,78	0,011
19	28.961	435	2,87	4,65	0,009	8,29	0,009
20	36.460	374	3,73	4,43	0,011	8,07	0,011
21	62.609	520	2,82	4,96	0,009	8,59	0,009
TOTAL	257.540						

Pode-se notar que houve grande variação nas médias de CCST entre as micro-regiões. OTT et al. (1999) e NORMAN et al. (2001), nos Estados Unidos, também

encontraram grandes diferenças na CCST entre as regiões estudadas e afirmaram que isto ocorreu por haverem diferenças de clima, onde as regiões de clima seco tiveram as menores CCS e as de clima quente e úmido as maiores CCS.

Embora não tenha sido realizada a avaliação do clima durante o período estudado, a maior média de CCST foi encontrada na região sudoeste do PR e a menor no sul do PR.

Segundo a classificação de Köppen (IAPAR, 1999), a região sudoeste do PR apresenta clima do tipo Cfa e a região sul do PR clima do tipo Cfb. O clima Cfa caracteriza-se por ser subtropical, com temperatura média no mês mais frio inferior a 18°C e temperatura média no mês mais quente superior a 22°C, com verões quentes, geadas poucos freqüentes e tendência à concentração de chuvas nos meses de verão, mas sem estação seca definida. O clima Cfb é temperado, com temperatura média no mês mais frio abaixo de 18°C, verões frescos, temperatura média no mês mais quente abaixo de 22°C e sem estação seca definida.

ALLORE et al. (1997) trabalhando com sete sub-regiões, no nordeste dos Estados Unidos, também encontraram diferenças estatísticas entre as sub-regiões estudadas para a variável CCST, e concluíram que isto ocorreu devido a diferenças no tamanho dos rebanhos pertencentes a cada região.

4.2.2 Efeito de Ano e Mês de Análise

O efeito de ano e mês de análise influenciou significativamente a CCS, o ECS e o L2CS ($P < 0,01$), como apresentado na Tabela 9. Esta significância também ocorreu quando analisado como efeitos separados (ano de análise e mês de análise), mas com R^2 menor.

Analisando a CCS, o ECS e o L2CS por ano e mês de análise (Tabelas 11, 12 e 13) observaram-se as maiores estimativas de médias ajustadas para o mês de novembro de 2001 (603.000 células/mL, 5,09 e 8,73, respectivamente) e as menores, para o mês de novembro de 1999 (382.000 células/mL, 4,43 e 8,07, respectivamente).

TABELA 11 - NÚMERO DE OBSERVAÇÕES (N), ESTIMATIVAS DAS MÉDIAS AJUSTADAS E ERROS-PADRÃO (EP) PELO MÉTODO DOS QUADRADOS MÍNIMOS DA CONTAGEM DE CÉLULAS SOMÁTICAS (CCS), SEGUNDO O ANO E MÊS DE ANÁLISE

PERÍODO	N	MÉDIAS CCS (x 1.000 células/mL)	EP
1999			
Janeiro	5.525	525	5,93
Fevereiro	5.427	496	5,96
Março	5.868	500	5,65
Abril	4.647	494	6,36
Maio	4.994	470	6,06
Junho	4.861	429	6,20
Julho	7.249	432	5,38
Agosto	8.044	447	5,14
Setembro	7.936	422	5,18
Outubro	8.242	429	5,13
Novembro	7.211	382	5,36
Dezembro	7.854	535	5,17
2000			
Janeiro	6.881	547	5,49
Fevereiro	7.534	453	5,33
Março	7.924	446	5,16
Abril	7.795	449	5,24
Maio	6.666	470	5,62
Junho	6.514	439	5,66
Julho	7.768	459	5,27
Agosto	7.289	423	5,42
Setembro	7.028	441	5,47
Outubro	7.619	470	5,29
Novembro	8.140	442	5,17
Dezembro	8.969	427	4,99
2001			
Janeiro	8.588	429	5,07
Fevereiro	8.123	428	5,19
Março	9.562	461	4,84
Abril	9.454	492	4,84
Maio	8.230	459	5,05
Junho	6.662	483	5,54
Julho	8.759	465	5,05
Agosto	7.916	463	5,28
Setembro	7.287	445	5,38
Outubro	7.578	492	5,32
Novembro	7.396	603	5,32
TOTAL	257.540		

TABELA 12 - NÚMERO DE OBSERVAÇÕES (N), ESTIMATIVAS DAS MÉDIAS AJUSTADAS E ERROS-PADRÃO (EP) PELO MÉTODO DOS QUADRADOS MÍNIMOS DO ESCORE DE CÉLULAS SOMÁTICAS (ECS), SEGUNDO O ANO E MÊS DE ANÁLISE

PERÍODO	N	MÉDIAS ECS	EP
1999			
Janeiro	5.525	4,96	0,018
Fevereiro	5.427	4,86	0,018
Março	5.868	4,84	0,017
Abril	4.647	4,84	0,019
Mai	4.994	4,80	0,018
Junho	4.861	4,65	0,019
Julho	7.249	4,63	0,016
Agosto	8.044	4,69	0,016
Setembro	7.936	4,62	0,016
Outubro	8.242	4,64	0,016
Novembro	7.211	4,43	0,016
Dezembro	7.854	4,92	0,016
2000			
Janeiro	6.881	4,96	0,017
Fevereiro	7.534	4,69	0,016
Março	7.924	4,63	0,016
Abril	7.795	4,66	0,016
Mai	6.666	4,72	0,017
Junho	6.514	4,61	0,017
Julho	7.768	4,69	0,016
Agosto	7.289	4,58	0,017
Setembro	7.028	4,63	0,017
Outubro	7.619	4,77	0,016
Novembro	8.140	4,63	0,016
Dezembro	8.969	4,60	0,015
2001			
Janeiro	8.588	4,59	0,015
Fevereiro	8.123	4,56	0,016
Março	9.562	4,70	0,015
Abril	9.454	4,80	0,015
Mai	8.230	4,68	0,015
Junho	6.662	4,79	0,017
Julho	8.759	4,72	0,015
Agosto	7.916	4,71	0,016
Setembro	7.287	4,65	0,016
Outubro	7.578	4,79	0,016
Novembro	7.396	5,09	0,016
TOTAL	257.540		

TABELA 13 - NÚMERO DE OBSERVAÇÕES (N), ESTIMATIVAS DAS MÉDIAS AJUSTADAS E ERROS-PADRÃO (EP) PELO MÉTODO DOS QUADRADOS MÍNIMOS DO LOGARITMO DE CÉLULAS SOMÁTICAS (L2CS), SEGUNDO O ANO E MÊS DE ANÁLISE

PERÍODO	N	MÉDIAS L2CS	EP
1999			
Janeiro	5.525	8,60	0,018
Fevereiro	5.427	8,49	0,018
Março	5.868	8,49	0,017
Abril	4.647	8,49	0,019
Maio	4.994	8,44	0,018
Junho	4.861	8,29	0,019
Julho	7.249	8,28	0,016
Agosto	8.044	8,35	0,016
Setembro	7.936	8,26	0,016
Outubro	8.242	8,27	0,016
Novembro	7.211	8,07	0,016
Dezembro	7.854	8,56	0,016
2000			
Janeiro	6.881	8,60	0,017
Fevereiro	7.534	8,33	0,016
Março	7.924	8,27	0,016
Abril	7.795	8,30	0,016
Maio	6.666	8,38	0,017
Junho	6.514	8,24	0,017
Julho	7.768	8,34	0,016
Agosto	7.289	8,22	0,016
Setembro	7.028	8,29	0,017
Outubro	7.619	8,41	0,016
Novembro	8.140	8,28	0,016
Dezembro	8.969	8,24	0,015
2001			
Janeiro	8.588	8,23	0,015
Fevereiro	8.123	8,21	0,016
Março	9.562	8,34	0,015
Abril	9.454	8,45	0,015
Maio	8.230	8,32	0,015
Junho	6.662	8,44	0,017
Julho	8.759	8,37	0,015
Agosto	7.916	8,37	0,016
Setembro	7.287	8,29	0,016
Outubro	7.578	8,42	0,016
Novembro	7.396	8,73	0,016
TOTAL	257.540		

Nas Figuras 1 e 2 podem-se observar às estimativas das médias ajustadas para as três variáveis estudadas, segundo o mês de análise. Os maiores valores foram observados no mês de janeiro para a CCS (497.000 células/mL), para o ECS (4,82) e

para o L2CS (8,46) e os menores valores foram obtidos no mês de setembro para a CCS (442.000 células/mL), para o ECS (4,66) e para o L2CS (8,31).

FIGURA 1 – ESTIMATIVAS DAS MÉDIAS AJUSTADAS PELO MÉTODO DOS QUADRADOS MÍNIMOS DA CONTAGEM DE CÉLULAS SOMÁTICAS (CCS) E DO ESCORE DE CÉLULAS SOMÁTICAS (ECS), SEGUNDO O MÊS DE ANÁLISE

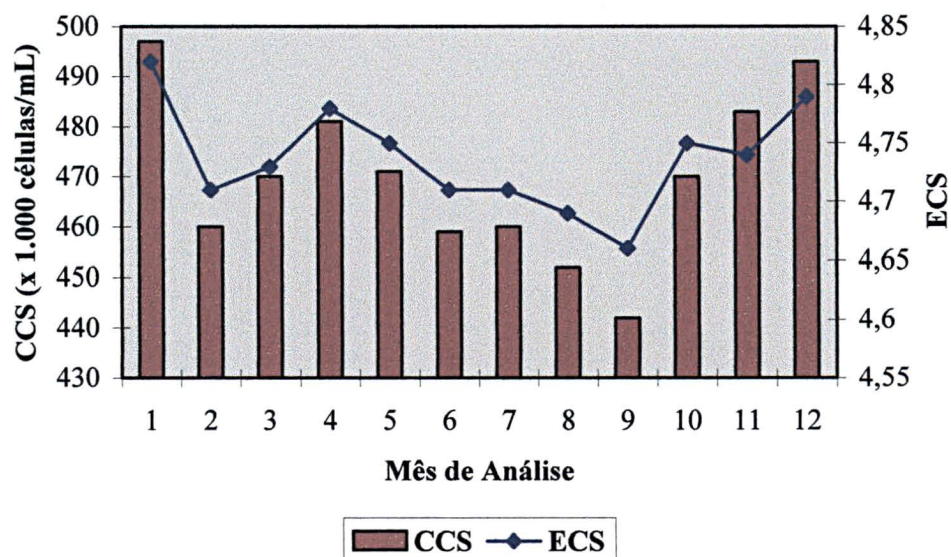
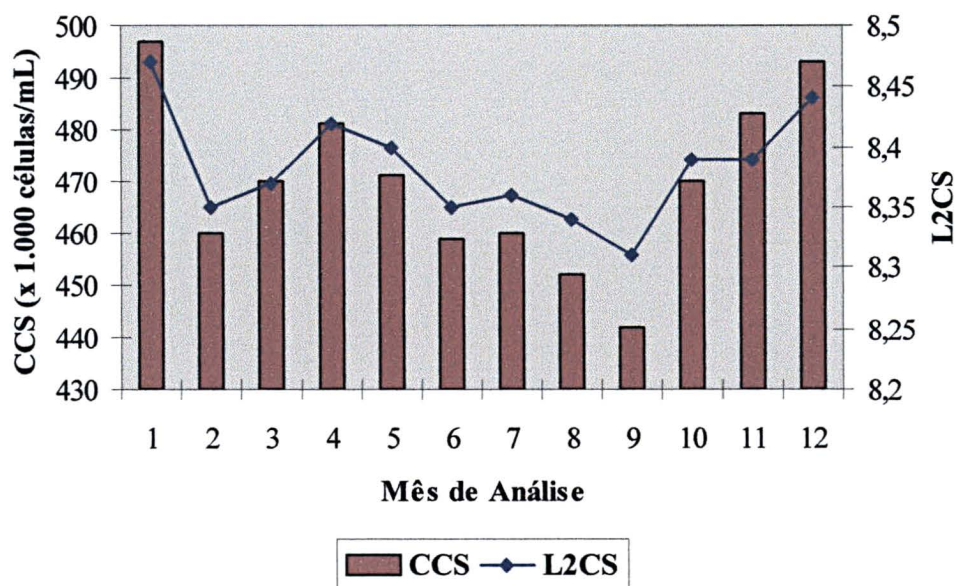


FIGURA 2 – ESTIMATIVAS DAS MÉDIAS AJUSTADAS PELO MÉTODO DOS QUADRADOS MÍNIMOS DA CONTAGEM DE CÉLULAS SOMÁTICAS (CCS) E DO LOGARITMO DE CÉLULAS SOMÁTICAS (L2CS), SEGUNDO O MÊS DE ANÁLISE



Pode-se que observar que as maiores médias de CCST ocorreram no verão e as menores no inverno. Outros autores, como HARMON e RENEAU (1993); HARMON (1998b); OTT et al. (1999) e PRITCHARD et al. (2001), encontraram os mesmos resultados.

Segundo HARMON e RENEAU (1993) e HARMON (1998b) o verão é o período com a maior incidência de mastite clínica, principalmente a de origem ambiental, devido ao estresse de altas temperaturas e umidade que aumentam a susceptibilidade às infecções e aumentam o número de patógenos aos quais as vacas são expostas.

Na Tabela 14 estão apresentadas as estimativas das médias ajustadas para o efeito de ano de análise sobre as três variáveis estudadas. As maiores médias foram observadas no ano de 2001 para a CCS (483.000 células/mL), para o ECS (4,76) e para o L2CS (8,41).

TABELA 14 - NÚMERO DE OBSERVAÇÕES (N), ESTIMATIVAS DAS MÉDIAS AJUSTADAS E ERROS-PADRÃO (EP) PELO MÉTODO DOS QUADRADOS MÍNIMOS DA CONTAGEM DE CÉLULAS SOMÁTICAS (CCS), DO ESCORE DE CÉLULAS SOMÁTICAS (ECS) E DO LOGARITMO DE CÉLULAS SOMÁTICAS (L2CS), SEGUNDO ANO DE ANÁLISE

ANO	N	CCS (x 1.000 células/mL)		ECS		L2CS	
		Média	EP	Média	EP	Média	EP
1999	77.858	464	2,85	4,74	0,0087	8,39	0,0087
2000	90.127	463	2,97	4,71	0,0090	8,35	0,0090
2001	89.555	483	2,97	4,76	0,0091	8,41	0,0090
TOTAL	257.540						

Vários autores estudaram o efeito do ano de análise sobre a CCST (SCHUKKEN et al., 1990; SCHUKKEN et al., 1992a; SCHUKKEN et al., 1993; SARGEANT et al., 1998; GODKIN, 1999) e observaram uma redução na CCST ao longo dos anos.

Espera-se que com a implantação do PNMQL a CCST apresente uma redução ao longo dos anos.

4.2.3 Efeito de Idade da Amostra

A CCS, o ECS e o L2CS foram significativamente influenciados ($P < 0,01$) pelo efeito de idade da amostra (Tabela 9). Estes resultados contrastam com àqueles obtidos por MONARDES et al. (1996), que não observaram efeito significativo da idade de amostra sobre a CCS.

De acordo com o exposto na Tabela 15, para a análise realizada com um dia entre a coleta e o processamento da amostra, as estimativas das médias ajustadas para a CCS foram de 531.000 células/mL, para o ECS de 4,94 e para o L2CS de 8,59, onde apresentaram os valores máximos.

Do primeiro ao quarto dia de idade da amostra houve redução nos valores da CCS, do ECS e do L2CS, contrastando com KENNEDY et al. (1982), citados por OSTRENSKY (1999) que observaram que os valores de CCS nos três primeiros dias permaneceram praticamente inalterados, e com OSTRENSKY (1999), que encontrou um aumento nos valores de CCS. Os dois trabalhos citados utilizaram como conservante do leite o dicromato de potássio ao invés do bronopol.

TABELA 15 - NÚMERO DE OBSERVAÇÕES (N), ESTIMATIVAS DAS MÉDIAS AJUSTADAS E ERROS-PADRÃO (EP) PELO MÉTODO DOS QUADRADOS MÍNIMOS DA CONTAGEM DE CÉLULAS SOMÁTICAS (CCS), DO ESCORE DE CÉLULAS SOMÁTICAS (ECS) E DO LOGARITMO DE CÉLULAS SOMÁTICAS (L2CS), SEGUNDO A IDADE DA AMOSTRA

IDADE AMOSTRA (DIAS)	N	CCS (x 1.000 células/mL)		ECS		L2CS	
		Média	EP	Média	EP	Média	EP
1	2.337	531	8,53	4,94	0,026	8,59	0,026
2	36.222	502	2,87	4,84	0,009	8,49	0,009
3	36.709	491	2,80	4,79	0,009	8,43	0,008
4	30.611	469	2,99	4,73	0,009	8,37	0,009
5	71.344	470	2,54	4,74	0,008	8,38	0,008
6	21.450	473	3,50	4,75	0,011	8,39	0,011
7	4.369	478	6,42	4,74	0,020	8,39	0,019
8	3.826	444	6,74	4,66	0,021	8,31	0,020
9	21.768	489	4,35	4,89	0,013	8,53	0,013
10	3.366	492	7,12	4,85	0,022	8,51	0,022
11	18.866	455	4,09	4,67	0,012	8,32	0,012
12	4.864	468	6,24	4,74	0,019	8,38	0,019
13	1.447	370	12,60	4,34	0,038	7,95	0,038
14	361	365	21,16	4,37	0,064	8,04	0,064
TOTAL	257.540						

KENNEDY et al. (1982), citados por OSTRENSKY (1999), assim como neste estudo, também observaram que a CCS reduziu com o aumento da idade da amostra.

No sétimo dia as médias ajustadas para a CCS, o ECS e o L2CS tiveram uma redução de 9,98%, 4,05% e 2,33%, respectivamente, em relação ao primeiro dia de análise. Após o sétimo dia, houve grande variação nos valores para as três variáveis. KENNEDY et al. (1982), citados por OSTRENSKY (1999) observaram um declínio de 28% na CCS e OSTRENSKY (1999) de 10,7% pra a CCS e de 5,5% para o ECS, do primeiro ao oitavo dia.

Observou-se que 29,2% das amostras de CCST deste trabalho foram analisadas até o terceiro dia, enquanto que 78,8% foram analisadas até o sétimo dia. MONARDES et al. (1996) relataram que no Canadá 93% das amostras foram analisadas até o terceiro dia e 99% foram analisadas até o sétimo dia após a coleta.

4.2.4 Efeito de Rebanho

O efeito de rebanho influenciou significativamente ($P < 0,01$) as três características estudadas (Tabela 9) e deve ser incluído em modelos que avaliem os fatores que influenciam a CCST.

EMANUELSON e FUNKE (1991); ALLORE et al. (1997); WELLS e OTT (1998); OTT et al. (1999) e NORMAN et al. (2001), também encontraram influência deste efeito sobre a CCST. Estes autores relataram que o nível de produção e tamanho dos rebanhos afetam a CCST.

4.3 USO DAS TRANSFORMAÇÕES LOGARÍTMICAS DA CONTAGEM DE CÉLULAS SOMÁTICAS EM AMOSTRAS DE LEITE DE TANQUES

Foram utilizadas as transformações logarítmicas da CCS em todos os efeitos estudados.

Foram obtidos os seguintes coeficientes de determinação (R^2) e coeficientes de variação (CV) para a CCS (0,5009 e 62,36%), para o ECS (0,5350 e 18,63%) e para o

L2CS (0,5348 e 10,60%). Os erros-padrão foram menores para o ECS e para o L2CS, em todos os efeitos estudados. Estes resultados são semelhantes aos encontrados por SHOOK e RUEGG (1999) e OSTRENSKY (1999), que observaram maiores R^2 , menores CV e menores erros-padrão com o uso das transformações logarítmicas do que para a CCS.

As propriedades estatísticas do ECS e do L2CS são bastante superiores àquelas da CCS, sendo recomendada a utilização das transformações logarítmicas da CCS em qualquer análise estatística.

4.4 DISTRIBUIÇÃO DAS AMOSTRAS DE LEITE DE TANQUE EM CLASSES DE ESCORE DE CÉLULAS SOMÁTICAS

A distribuição das amostras de CCST em classes de ECS encontra-se na Tabela 16.

Foram observadas que 64,6 % das amostras se enquadram no escore cinco ou mais. Estes resultados estão abaixo dos objetivos dos serviços de controle de rebanhos leiteiros dos Estados Unidos e Canadá, que tem como meta atingir um nível em que 80% de seus rebanhos apresentem, no máximo, escore linear três (RIBAS, 1999).

TABELA 16 - DISTRIBUIÇÃO DAS AMOSTRAS DE LEITE DE TANQUE (N) EM CLASSES DE ESCORE DE CÉLULAS SOMÁTICAS (ECS)

ECS	VARIAÇÃO CCS (x 1.000 células/mL)	N	%
0	0 a 17	611	0,2
1	18 a 34	2.160	0,8
2	35 a 70	6.874	2,7
3	71 a 140	23.066	9,0
4	141 a 282	58.457	22,7
5	283 a 565	89.977	34,9
6	566 a 1.130	59.046	22,9
7	1.131 a 2.262	15.605	6,1
8	2.263 a 4.525	1.744	0,7
9	acima de 4.525	0	0
TOTAL		257.540	100

A grande frequência de amostras encontradas no escore linear cinco ou mais reflete um elevado nível de infecção dos rebanhos analisados, mostrando a importância das indústrias em implementar programas de pagamento de leite por qualidade.

5 CONCLUSÃO

As médias estimadas para a CCS, o ECS e o L2CS em amostras de leite de tanques são elevadas quando comparadas a países de pecuária mais desenvolvida.

Os efeitos de micro-região, ano e mês de análise, idade da amostra e rebanho foram significativos sobre as três características estudadas.

As maiores médias ajustadas foram observadas no mês de janeiro e as menores no mês de setembro para a CCS, o ECS e o L2CS.

O ECS e o L2CS mostraram maior precisão nas análises estatísticas do que a CCS, com maiores coeficientes de determinação, menores coeficientes de variação e menores erros-padrão.

Do total de amostras analisadas, 64,6% apresentam escore linear cinco ou mais.

REFERÊNCIAS

- ADKINSON, R.W.; GOUGH, R.H.; GRAHAM, R.; YILMAZ, A. Implications of proposed changes in bulk tank somatic cell count regulations. **J. Dairy Sci.**, v.84, n.2, p.370-374, 2001.
- ALLORE, H.G.; OLTENACU, P.A.; ERB, H.N. Effects of season, herd size, and geographic region on the composition and quality of milk in the Northeast. **J. Dairy Sci.**, v.80, n.11, p.3040-3049, 1997.
- BARBANO, D. Raw milk quality: milk quality improvement in the United States. **Austr. J. Dairy Technol.**, v.47, p.89-90, 1992.
- BLOOD, D.C.; RADOSTITS, O.M. **Clínica Veterinária**. 7.ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1991. 1263p.
- BRASIL. Portaria nº 56, do Ministério da Agricultura e do Abastecimento, de 7 de dezembro de 1999. Submete à consulta pública os regulamentos Técnicos discriminados, em conformidade aos Anexos desta Portaria. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, n.234, seção 1, p.41, 8 dez., 1999.
- DEKKERS, J.C.M.; ERP, T.V.; SCHUKKEN, Y.H. Economic benefits of reducing somatic cell count under the milk quality program of Ontario. **J. Dairy Sci.**, v.79, n.3, p.396-401, 1996.
- EMANUELSON, U.; FUNKE, H. Effect of milk yield on relationship between bulk milk somatic cell count and prevalence of mastitis. **J. Dairy Sci.**, v.74, n.8, p.2479-2483, 1991.
- FONSECA, L.F.L.; SANTOS, M.V. **Qualidade do leite e controle de mastite**. São Paulo: Lemos editorial, 2000. 175p.
- FONSECA, L.F.L. Pagamento por qualidade: situação atual e perspectivas para o Brasil. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE PRODUÇÃO INTENSIVA DE LEITE (5.: 2001 : Belo Horizonte). **Anais...** Belo Horizonte, 2001. p.17-29.
- FRANKS, B. **International milk quality**. Disponível em: <<http://www.2nzdairy.co.nz:82/suppliernews/july2001.pdf>> Acesso em: 24 out. 2001.
- GODKIN, A. Monitoring and controlling mastitis: progress in Ontario. In: NAT. MAST. COUNCIL REG. MEET., (Waterloo : 1999). **Proceedings...** Madison: Nat. Mast. Council, 1999. p.1-9.

GODKIN, A. Qualidade do leite ao redor do mundo: o papel da CCS. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE QUALIDADE DO LEITE (2.: 2000 : Curitiba). **Anais...** Curitiba, 2000. p.09-20.

HARMON, R.J. Aspectos econômicos da mastite bovina. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE QUALIDADE DO LEITE (1.: 1998 : Curitiba). **Anais...** Curitiba, 1998a. p.36-39.

HARMON, R.J. Somatic cell counts: Myths vs reality. In: NAT. MAST. COUNCIL REG. MEET. (37.: 1998: Bellevue). **Proceedings...** Madison: Nat. Mast. Council, 1998b. p.40-50.

HARMON, R.J.; RENEAU, J.K. Factors affecting somatic cell counts in milk. In: NAT. MAST. COUNCIL ANN. MEET. (32.: 1993 : Arlington). **Proceedings...** Madison: Nat. Mast. Council, 1993. p.48-57.

HUNT, E.; ANDERTON, N.K. Update on bovine mastitis: Conversion of somatic cell count to somatic cell score. **The Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice.** v.9, n.3, p.579-580, 1993.

IAPAR. **Cartas climáticas do Paraná.** Londrina: IAPAR, 1999.

MACHADO, P.F.; PEREIRA, A.R.; SARRÍES, G.A. Composição do leite de tanques de rebanhos brasileiros distribuídos segundo sua contagem de células somáticas. **Rev. Bras. Zootec.,** v.29, n.6, p. 1883-1886, 2000.

MONARDES, H. Somatic cell counting and genetic improvement of resistance to mastitis. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE PRODUÇÃO DE RUMINANTES (1.: 1994 : Maringá). **Anais...** Maringá, 1994. p.01-19.

MONARDES, H.G; MOORE, R.K.; CORRIGAN, B.; RIOUX, Y. Milk preservatives under different systems of samples storage in Quebec, Canada. **J. Food. Prot.** v.59, n.2, p.151-154, 1996.

MONARDES, H. Programa de pagamento de leite por qualidade em Québec, Canadá. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE QUALIDADE DO LEITE (1.: 1998 : Curitiba). **Anais...** Curitiba, 1998. p.40-43.

NMC. **Laboratory Handbook on Bovine Mastitis.** Madison: National Mastitis Council, 1999. 222p.

NMC. **Guidelines on normal and abnormal raw milk based on somatic cell counts and signs of clinical mastitis.** Disponível em: <<http://www.nmconline.org/docs/abnmilk.pdf>> Acesso em: 21 dez. 2001.

NORMAN, H.D.; MILLER, R.H.; WRIGHT, J.R.; WIGGANS, G.R. **Herd and state means for somatic cell count for dairy herd improvement.** Disponível em: <<http://www.nalusda.gov/ttic/tektran/data/0000106436.html>> Acesso em: 03 nov. 2001.

OSTRENSKY, A. **Efeitos de ambientes sobre a contagem de células somáticas no leite de vacas da raça holandesa no Paraná.** Curitiba: 1999. Dissertação (Mestrado em Ciências Veterinárias) - Curso de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias, Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná.

OTT, S.L., WELLS, S.J., SMITH, M.A. Bulk tank somatic cell counts of U.S. milk supply, 1997. In: NAT. MAST. COUNCIL ANN. MEET. (38.: 1999 : Arlington). **Proceedings...** Madison: Nat. Mast. Council, 1999. p.154-156.

PHILPOT, W.N. Programa de qualidade do leite no mundo. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE QUALIDADE DO LEITE (1.: 1998 : Curitiba). **Anais...** Curitiba, 1998a. p.01-06.

PHILPOT, W.N. Importância da contagem de células somáticas e outros fatores que afetam a qualidade do leite. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE QUALIDADE DO LEITE (1.: 1998 : Curitiba). **Anais...** Curitiba, 1998b. p.28-35.

PRITCHARD, D.E.; ANDERSON, K.L.; MYERS, Z.H. **Seasonal patterns of bulk tank milk somatic cell counts.** Disponível em: <http://www.cals.ncsu.edu/na_sci/extension/dairy/winter%202000%20word%20version%202.htm> Acesso em: 3 mar. 2001.

RIBAS, N.P.; VEIGA, D.R.; HORST, J.A. **Programa de Análise de Rebanhos Leiteiros do Paraná: instrumento de gerenciamento do seu rebanho.** Curitiba: PARLPR / APCBRH, 1997. 14p.

RIBAS, N.P. Programa de análise de rebanhos leiteiros do Paraná. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE QUALIDADE DO LEITE (1. : 1998 : Curitiba). **Anais...** Curitiba, 1998. p.58-67.

RIBAS, N.P. Importância da contagem de células somáticas para a saúde da glândula mamária e qualidade do leite. In: 4º INTERLEITE – SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE PRODUÇÃO INTENSIVA DE PRODUÇÃO DE LEITE (4.: 1999 : Caxambu). **Anais...** São Paulo, 1999. p.77-87.

ROGERS, S.A.; MITCHELL, G.E.; BARTLEY, J.P. The relationship between somatic cell count, composition and manufacturing properties of bulk milk 4.non-protein constituents. **Austr. J. Dairy Technol.**, p.53-56, 1989a.

ROGERS, S.A.; SLATTERY, S.L.; MITCHELL, G.E.; HIRST, P.A.; GRIEVE, P.A. The relationship between somatic cell count, composition and manufacturing properties of bulk milk 3.individual proteins. **Austr. J. Dairy Technol.**, p.49-52, 1989b.

SANTOS, M.V. Contagem de células somáticas e qualidade do leite e derivados. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE PRODUÇÃO INTENSIVA DE LEITE (5.: 2001 : Belo Horizonte). **Anais...** Belo Horizonte, 2001. p.115-127.

SARGEANT, J.M.; SCHUKKEN, Y.H.; LESLIE, K.E. Ontario bulk milk somatic cell count reduction program: progress and outlook. **J. Dairy Sci.**, v.81, n.6, p.1545-1554, 1998.

SAS[®] **System for Linear Models**. 3.ed., Cary: SAS institute, 1991.

SCHÄELLIBAUM, M. Efeitos de altas contagens de células somáticas sobre a produção e qualidade de queijos. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE QUALIDADE DO LEITE (2.: 2000 : Curitiba). **Anais...** Curitiba, 2000. p.21-26.

SCHUKKEN, Y.H.; BUURMAN, J.; BRAND, A.; GEER, D.V.; GROMMERS, F.J. Our industry today: population Dynamics of bulk milk somatic cell counts. **J. Dairy Sci.**, v.73, n.5, p.1343-1350, 1990.

SCHUKKEN, Y.H.; LESLIE, K.E.; WEERSINK, A.J.; MARTIN, S.W. Ontario bulk milk somatic cell reduction program. 1. Impact on somatic cell counts and milk quality. **J. Dairy Sci.**, v.75, n.12, p.3352-3358, 1992a.

SCHUKKEN, Y.H.; LESLIE, K.E.; WEERSINK, A.J.; MARTIN, S.W. Ontario bulk milk somatic cell reduction program. 2. Dynamics of bulk milk somatic cell counts. **J. Dairy Sci.**, v.75, n.12, p.3359-3366, 1992b.

SCHUKKEN, Y.H.; WEERSINK, A.; LESLIE, K.E.; MARTIN, S.W. Dynamics and regulation of bulk milk somatic cell counts. **Can J Vet Res.**, v.57, p.131-135, 1993.

SEAB-DERAL. **Bovinocultura de leite – Prognóstico 2000**. Curitiba: Governo do estado do Paraná, Secretaria do Estado da Agricultura e do Abastecimento (SEAB), Departamento de Economia Rural (DERAL), Divisão de Conjuntura Agropecuária (DCA), 2000.

SHOOK, G.E. Approaches to summarizing somatic cell count which improve interpretability. In: NAT. MAST. COUNCIL ANN. MEET. (21.: 1982: Pennsylvania). **Proceedings...** Madison: Nat. Mast. Council, 1982. p.150-166.

SHOOK, G.E., RUEGG, P. Geometric mean somatic cell counts: what they are; what they do. In: NAT. MAST. COUNCIL ANN. MEET., (38: 1999 : Arlington). **Proceedings...** Madison: Nat. Mast. Council, 1999. p.93-100.

SHOOK, G.E.; SCHUTZ, M.M. Selection on somatic cell score to improve resistance to mastitis in the United States. **J. Dairy Sci.**, v.77, n.2, p.648-658, 1994.

SMITH, B.P. **Tratado de medicina interna de grandes animais.** v.2. São Paulo: Manole, 1993. 1738p.

SMITH, K.L.; HOGAN, J.S. Milk quality – a worldwide perspective. In: NAT. MAST. COUNCIL ANN. MEET. (37: 1998 : St. Louis). **Proceedings...** Madison: Nat. Mast. Council, 1998. p.3-9.

SMITH, K.L.; HOGAN, J.S. **The world of mastitis.** Disponível: <http://www.nmconline.org/articles/wrldmast.htm>. Acessado em: 21/10/2001.

WELLS, S.J.; OTT, S.L. What is the current milk quality in the US? In: NAT. MAST. COUNCIL ANN. MEET. (37: 1998 : St. Louis). **Proceedings...** Madison: Nat. Mast. Council, 1998. p.10-18.

WILSON, D.J.; DAS, H.H.; GONZALES, R.N.; SEARS, P.M. Association between management practices, dairy herd characteristics, and somatic cell count of bulk tank milk. **JAVMA.**, v.210, n.10, p. 1499-1502, 1997.