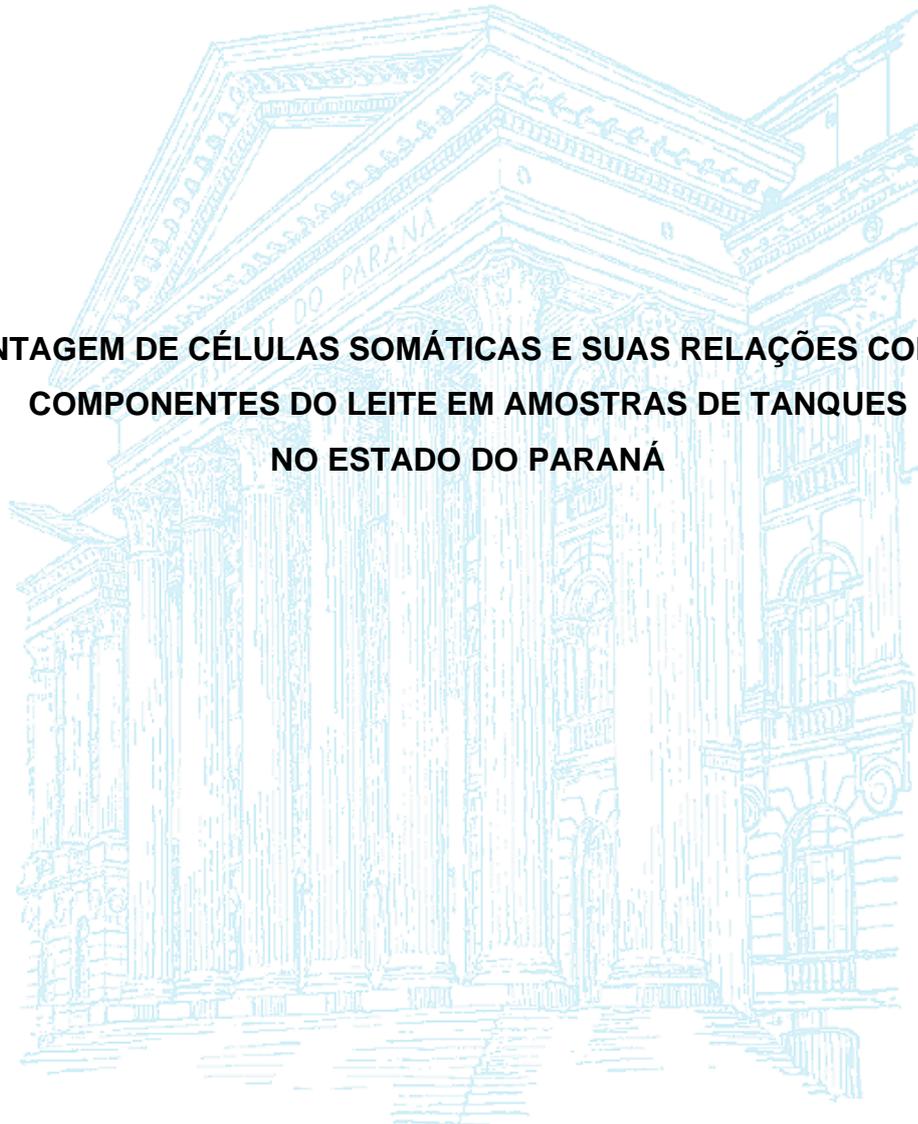


UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

NEWTON POHL RIBAS

**CONTAGEM DE CÉLULAS SOMÁTICAS E SUAS RELAÇÕES COM OS
COMPONENTES DO LEITE EM AMOSTRAS DE TANQUES
NO ESTADO DO PARANÁ**



CURITIBA

2013

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

NEWTON POHL RIBAS

CONTAGEM DE CÉLULAS SOMÁTICAS E SUAS
RELAÇÕES COM OS COMPONENTES DO LEITE EM
AMOSTRAS DE TANQUES NO ESTADO DO PARANÁ

CURITIBA

2013

NEWTON POHL RIBAS

**CONTAGEM DE CÉLULAS SOMÁTICAS E SUAS RELAÇÕES COM OS
COMPONENTES DO LEITE EM AMOSTRAS DE TANQUES
NO ESTADO DO PARANÁ**

Tese apresentada como requisito parcial à obtenção do Título de Doutor em Ciências Veterinárias, Programa de Pós-graduação em Ciências Veterinárias, Setor de Ciências Veterinárias, Área de Concentração: Ciências Veterinárias. Universidade Federal do Paraná.

Orientador: Paulo Rossi Junior.

CURITIBA

2013

R482 Ribas, Newton Pohl

Contagem de células somáticas e suas relações com os componentes do leite em amostras de tanques no Estado do Paraná / Newton Pohl Ribas. – Curitiba, 2013.

115 f. : il. (color.) ; 23 cm

Orientador: Paulo Rossi Junior

Tese (Doutorado) – Universidade Federal do Paraná.

Setor de Ciências Agrárias. Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias.

1. Leite – Qualidade. 2. Leite – Análise. 3. Células somáticas – Contagem. I. Rossi Junior, Paulo. II. Universidade Federal do Paraná. Setor de Ciências Agrárias. Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias. III. Título.

CDU 637.128

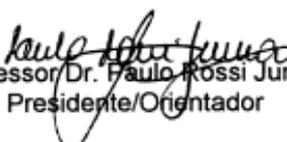
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS VETERINÁRIAS

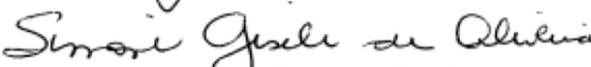


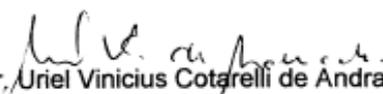
PARECER

A Comissão Examinadora da Defesa da Tese intitulada “CONTAGEM DE CÉLULAS SOMÁTICAS E SUAS RELAÇÕES COM OS COMPONENTES DO LEITE EM AMOSTRAS DE TANQUES NO ESTADO DO PARANÁ” apresentada pelo Doutorando NEWTON POHL RIBAS declara ante os méritos demonstrados pelo Candidato, e de acordo com o Art. 79 da Resolução nº 65/09-CEPE/UFPR, que considerou o candidato APTO para receber o Título de Doutor em Ciências Veterinárias, na Área de Concentração em Ciências Veterinárias.

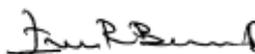
Curitiba, 3 de julho de 2013


Professor Dr. Paulo Rossi Junior
Presidente/Orientador


Professora Dra. Simone Gisele de Oliveira
Membro


Professor Dr. Ariel Vinicius Cotarelli de Andrade
Membro


Professor Dr. Severino Benone Paes Barbosa
Membro


Professor Dr. Ivan Roque de Barros Filho
Membro

Dedico este trabalho a minha esposa Maria Elisa,
aos meus filhos Rafael, Letícia e Bruna e
aos meus netos Luana, Samuel e Nalu, pois
“Todos estamos de visita neste momento e lugar.
Só estamos de passagem.
Viemos observar, aprender, crescer, amar
e voltar para casa.”
(Ditado aborígine australiano)

AGRADECIMENTOS

A Universidade Federal do Paraná, especialmente ao Setor de Ciências Agrárias e Programa de Pós Graduação em Ciências Veterinárias pela oportunidade de realização do curso de doutorado.

Ao professor Paulo Rossi Júnior do Departamento de Zootecnia da UFPR, pela amizade, pela orientação segura e dedicada, pelos ensinamentos e pela oportunidade de podermos trabalhar juntos e por oferecer todo o suporte necessário para a realização do curso de doutorado.

Ao professor Humberto Gonzalo Monardes, professor associado da Faculty of Agricultural & Environmental Sciences, McGill University, Macdonald Campus, Ste. Anne de Bellevue, Quebec – Canadá, pela honra de sua amizade desde 1986, por todas as oportunidades, conhecimentos transmitidos e pela valorosa colaboração.

Ao professor Uriel Vinicius Cotarelli de Andrade, pela ajuda e valiosa contribuição para a realização das análises estatísticas desta dissertação.

Aos professores integrantes da banca examinadora Dr. Paulo Rossi Junior (Presidente), Dr. Rodrigo de Almeida Teixeira, Dr. Ivan Roque de Barros Filho, Dr. Uriel Vinicius Cotarelli de Andrade, Dr^a. Simone Gisele de Oliveira e Dr. Severino Benone Paes Barbosa, pela cuidadosa revisão, críticas e valiosas sugestões.

Ao FUNDO PARANÁ da Secretaria da Ciência, Tecnologia e Ensino Superior pelo apoio financeiro através dos convênios números 01/07 e 19/07, com a Fundação da Universidade Federal do Paraná para o Desenvolvimento da Ciência, da Tecnologia e da Cultura, que possibilitaram a realização deste projeto de pesquisa.

Ao Laboratório de Análise da Qualidade do Leite do Programa de Análise de Rebanhos Leiteiros do Paraná – PARLPR da Associação Paranaense de Criadores de Bovinos da Raça Holandesa – APCBRH, nas pessoas de seu presidente Sr. Hans Jan Groenwold, presidente do conselho deliberativo técnico Sr. Raphael Cornelis Hoogerheide, superintendente técnico Sr. Altair Antonio Valloto e gerente do PARLPR Sr. José Augusto Horst pela cessão do banco de dados e pela valiosa colaboração, que possibilitaram a realização desta tese de doutorado.

Aos estudantes Maycon Cesar de Almeida, Daiane Regonato e Cassiane Pereira de Jesus, pela amizade, colaboração e por todas as sugestões nas etapas desta tese.

A bibliotecária do Setor de Ciências Agrárias da UFPR, Maria Simone Utida dos Santos Amadeu, pela valiosa contribuição e correções que possibilitaram o enquadramento desta tese nos padrões exigidos pela Universidade Federal do Paraná.

A todos aqueles que direta ou indiretamente contribuíram para a realização desta tese de doutorado, os nossos agradecimentos.

RESUMO

O entendimento da contagem de células somáticas de leite de tanques (CCST) e do escore de células somáticas (ECS), importantes instrumentos para a melhoria da qualidade do leite consagrados como indicadores da mesma, permitem mensurar a prevalência da mastite no rebanho. A presente pesquisa avaliou o comportamento da CCST e ECS em amostras de leite de tanques provenientes de indústrias de laticínios do Estado do Paraná, analisadas pelo Laboratório de Análise da Qualidade do Leite (LQL) do Programa de Análise de Rebanhos Leiteiros do Paraná (PARLPR) da Associação Paranaense de Criadores de Bovinos da Raça Holandesa (APCBRH), fruto do convênio entre UFPR, McGill University e APCBRH. Analisou-se um arquivo de dados contendo 1.950.034 amostras de leite de tanques, obtidas no período de janeiro de 2005 a abril de 2012, em dez regiões do Estado. Empregou-se o método dos Quadrados Mínimos Generalizados, utilizando-se o procedimento GLM, do SAS, versão 9.3. Estudaram-se os efeitos de meio, entre eles, mês e ano de análise, região e idade da amostra. Foram estimados os componentes de variância para as duas características, comparar a CCST com o ECS e analisar a distribuição das amostras nas classes de ECS. As médias estimadas e desvios-padrão para CCST e ECS foram: 553 ± 545 ($\times 1.000$ células/mL) e $4,83 \pm 1,52$ respectivamente. Todos os efeitos incluídos no modelo foram significativos ($P < 0,01$) para as duas características. Ocorreram importantes variações da CCST e do ECS entre os meses de análise, destacando-se respectivamente as maiores médias e seus erros-padrão para o mês de fevereiro (554.000 células/mL $\pm 1,45$ e $4,87 \pm 0,0039$) e as menores para o mês setembro (450.000 células/mL $\pm 1,47$ e $4,57 \pm 0,0040$). Da mesma forma, o ano de análise apresentou variações significativas, em que as maiores médias ocorreram no ano de 2010 (567.000 células/mL $\pm 1,16$ e $4,85 \pm 0,0031$) e as menores em 2012 para CCST (444.000 células/mL $\pm 1,57$) e 2005 para ECS ($4,60 \pm 0,0044$) respectivamente. Ocorreram significativas variações também entre regiões, em que as maiores médias e seus erros-padrão foram de 668.000 células/mL $\pm 0,87$ e $5,28 \pm 0,0023$ (Centro Sul – Guarapuava) e as menores foram de 359.000 células/mL $\pm 2,00$ e $4,20 \pm 0,0054$ (Sudoeste - Francisco Beltrão). O efeito de idade da amostra, em dias, caracterizou redução da CCST de $518.000 \pm 1,08$ para 472.000 células/mL $\pm 2,14$ quando as amostras foram analisadas entre o primeiro e o sétimo dia de idade, porém, para o ECS ocorreu redução de $4,75 \pm 0,0029$ para $4,66 \pm 0,0035$ do primeiro ao quinto dia. Os coeficientes de variação para CCST e ECS foram de 96,10% e 30,06% respectivamente. A variação total explicada pelos efeitos incluídos no modelo matemático (R^2) para a CCST e o ECS foram de 0,39% e 0,46% respectivamente. Das amostras analisadas, 65,95% apresentaram escore cinco ou mais. As correlações de Pearson entre %gordura, %proteína, %lactose e %sólidos totais e ECS, mostraram forte evidência estatística ($P < 0,01$), encontrando-se os seguintes valores: 0,207; 0,029; -0,420 e 0,039 respectivamente.

Palavras-chave: Amostras de leite de Tanque. Contagem de Células Somáticas. Escore de Células Somáticas. Correlações com componentes do leite. Qualidade do Leite.

ABSTRACT

Bulk tank somatic cell count (BTSCC) and somatic cell score (BTSCS) are worldwide accepted indicators of milk quality and prevalence of mastitis in the dairy herd. This research studied BTSCC and BTSCS in bulk tank milk samples from milk processors of the state of Paraná, Brazil, analyzed at the Milk Quality Laboratory of the Programa de Análise de Rebanhos Leiteiros do Paraná (PARLPR) of the Associação Paranaense de Criadores de Bovinos da Raça Holandesa (APCBRH – Holstein Association of Parana). A total of 1,950,034 bulk tank milk samples from ten regions of the state of Paraná, analyzed between January 2005 and April 2012, were studied using PROC GLM (SAS, version 9.3). Fixed effects were the month and year of analysis, region and age of the sample. Means and standard deviations of BTSCC and BTSCS were 553 ± 545 ($\times 1,000$ cel/mL) and 4.83 ± 1.52 (log transformation/mL), respectively. All fixed effects were statistically significant ($P < 0.01$) for both variables. Highest values for BTSCC and BTSCS were observed in the month of February ($554,000$ cel/mL ± 1.45 and 4.87 ± 0.0039 , respectively) and lowest values in September ($450,000$ cel/mL ± 1.47 e 4.57 ± 0.0040 , respectively). Similarly, the highest values were found in the year 2010 ($567,000$ cel/mL ± 1.16 e 4.85 ± 0.0031 , respectively), the lowest BTSCC was found in 2012 ($444,000$ cel/mL ± 1.57) and the lowest BTSCS in 2005 (4.60 ± 0.0044). The region effect was also significant with the highest values found in the Centro Sul – Guarapuava region $668,000$ cel/mL ± 0.87 and 5.28 ± 0.0023 and the lowest in the Sudoeste - Francisco Beltrão region ($359,000$ cel/mL ± 2.00 and 4.20 ± 0.0054). Both variables showed a reduction of their values with increasing age of the sample, from $518,000 \pm 1.08$ to $472,000$ cel/mL ± 2.14 between the first and the seventh day, for the BTSCC, and from 4.75 ± 0.0029 to 4.66 ± 0.0035 from the first to the fifth day, for the BTSCS. Coefficient of variation for BTSCC and BTSCS were 96.10% and 30.06%, respectively. The R^2 was 0.39 and 0.46 for BTSCC and BTSCS, respectively. A 65.95% of the samples showed a BTSCS of 5 or more. Pearson correlations between BTSCS and fat percent, protein percent, lactose percent and percent of total solids were all significant ($P < 0.01$): 0.207; 0.029; -0.420 e 0.039, respectively.

Key words: Bulk tank milk samples. Somatic cell count. Somatic cell score. Correlations with Milk components. Milk quality.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 -	EM 1985, INFORMATIZAÇÃO DO CONTROLE LEITEIRO, EMISSÃO DO PRIMEIRO RELATÓRIO “CERTIFICADO OFICIAL DE DESEMPENHO,” SUMÁRIO DA VIDA PRODUTIVA, REPRODUTIVA E DE CLASSIFICAÇÃO PARA TIPO DOS ANIMAIS CONTROLADOS. NO DESTAQUE, PROF. NEWTON POHL RIBAS (UFPR).....	32
FIGURA 2 -	EM 1990, VISITA DE DIRIGENTES DA UFPR, SEAB E APCBRH NO PATLQ DA MCGILL. NO DESTAQUE, PROF. NEWTON POHL RIBAS (UFPR), ADEMIR GRACIOTIN (SEAB), ARI ALADINO CANDIDO (APCBRH), PROF. HUMBERTO MONARDES (MCGILL), JOSÉ THEODORO LOPES DE OLIVEIRA (APCBRH) E JOÃO DIJKSTRA (APCBRH).....	32
FIGURA 3 -	EM 1990, COM APOIO DA SEAB, AQUISIÇÃO E REFORMAS NA FUTURA SEDE DO LQL DO PARLPR DA APCBRH. NO DESTAQUE ERNESTO RONCONI (APCBRH), PROF. NEWTON POHL RIBAS (UFPR), PROF. HUMBERTO MANARDES (MCGILL), PROF. HENRIQUE SOARES KOEHLER (UFPR) E JOSÉ AUGUSTO HORST (APCBRH).....	33
FIGURA 4 -	EM 1991, COM APOIO DA MCGILL/CIDA, INSTALAÇÃO DO PRIMEIRO ANALISADOR INFRAVERMELHO PARA COMPONENTES DO LEITE CRU NO LQL DO PARLPR DA APCBRH. NO DESTAQUE, ORLANDO BERTOLDI JR. (PRESIDENTE DA APCBRH), PROF. HUMBERTO MONARDES (MCGILL) E PROF. NEWTON POHL RIBAS (UFPR).....	33
FIGURA 5 -	EM 1991, COM APOIO DA MCGILL/ CIDA, INSTALAÇÃO DO PRIMEIRO CONTADOR DE CÉLULAS SOMÁTICAS DE LEITE CRU NO LQL DO PARLPR DA APCBRH. NO DESTAQUE, PROF. NEWTON POHL RIBAS (UFPR) E BRIAN CORRIGAN (PATLQ).....	34
FIGURA 6 -	EM 1991, CONCLUSÃO DAS REFORMAS NA SEDE LQL DO PARLPR DA APCBRH, CURITIBA-PR.....	34
FIGURA 7 -	EM 20/05/1991, INAUGURAÇÃO DA SEDE LQL DO PARLPR DA APCBRH. NO DESTAQUE PAULO MIRANDA (CRMV-PR), OSMAR DIAS (SECRETÁRIO DA AGRICULTURA), PROF. HUMBERTO MONARDES (MCGILL), CARLOS ALBERTO FARACO (REITOR DA UFPR), ORLANDO BERTOLDI JR (PRESIDENTE DA APCBRH), SCYLLA CEZAR PEIXOTO FILHO (MAPA) E PROF. NEWTON POHL RIBAS (UFPR).....	35
FIGURA 8 -	EM 1992, SEDE DO LQL DO PARLPR DA APCBRH, ATENDENDO DEMANDAS DE PRODUTORES PARA CONTROLE LEITEIRO E DE INDÚSTRIAS DE LATICÍNIOS PARA ANÁLISE DE AMOSTRAS DE TANQUE, VISANDO O CONTROLE DA QUALIDADE DO LEITE.....	35
FIGURA 9 -	EM 1992, POR OCASIÃO DA EXPOSUL CURITIBA-PR, MICHEL BARRE, REPRESENTANDO DIRETORES DO PATLQ DO CANADÁ, FAZ HOMENAGEM AO PROF. NEWTON POHL RIBAS (UFPR), PELA INSTALAÇÃO DO PRIMEIRO LABORATÓRIO DE ANÁLISE DA QUALIDADE DO LEITE NO BRASIL, FRUTO DA PARCERIA COM O PATLQ E MCGILL.....	36
FIGURA 10 -	EM 1992, POR OCASIÃO DA CONVENÇÃO ANUAL DA APCBRH, PONTA GROSSA-PR. COMEMORAÇÃO DE UM ANO DA INAUGURAÇÃO DO LQL DO PARLPR DA APCBRH. NO DESTAQUE PROFS. ELLIOT BLOCK (MCGILL), HUMBERTO MONARDES (MCGILL) E NEWTON POHL RIBAS (UFPR).....	36
FIGURA 11 -	EM 1992, VISITA DOS DIRIGENTES DA SEAB, APCBRH E UFPR NA MCGILL UNIVERSITY - FACULTY OF AGRICULTURAL E ENVIRONMENTAL SCIENCESL, MONTREAL-CANADÁ. NO DESTAQUE LUCAS RABBERS, PROF. NEWTON POHL RIBAS (UFPR), HANS JAN GROENWOLD, ADEMIR GRACIOTIN, RUBENS ARNS NEWMANN, OSMAR DIAS (SECRETÁRIO DA AGRICULTURA), PROF. HUMBERTO MONARDES (MCGILL), PAULO OLIDER CHIARARIA E VICENTE	

	ROGMANHOLE.....	37
FIGURA 12 -	EM 1992, VISITA DOS DIRIGENTES DA SEAB E DE INDÚSTRIAS DE LATICÍNIOS DO PARANÁ NO LABORATÓRIO DO PATLQ DA MCGILL. NO DESTAQUE OSMAR DIAS (SECRETÁRIO DA AGRICULTURA), ADEMIR GRACIOTIN (SEAB), PROF. HUMBERTO MONARDES (MCGILL), LUCAS RABBERS (CASTROLANDA) E PAULO OLIDER CHIARARIA (CATIVA).....	37
FIGURA 13 -	EM 1994, COM APOIO MCGILL/ CIDA, TREINAMENTO EM CONTROLE E GESTÃO DE REBANHOS LEITEIROS E QUALIDADE DO LEITE NO PATLQ. NO DESTAQUE OS PROFS. JAVIER BURCHARD (MCGILL), HUMBERTO MONARDES (MCGILL), NEWTON POHL RIBAS (UFPR) E DANIEL LEFEBVRE (PATLQ).....	38
FIGURA 14 -	EM 1994, COM APOIO DA MCGILL/ CIDA, TREINAMENTO EM CONTROLE E GESTÃO DE REBANHOS LEITEIROS E QUALIDADE DO LEITE NA MCGILL PARA TÉCNICOS DA UFPR, APCBRH, SEAB E INDÚSTRIAS DE LATICÍNIOS DO PARANÁ.....	38
FIGURA 15 -	EM 1994, COM APOIO MCGILL/ CIDA, TREINAMENTO EM CONTROLE E GESTÃO DE REBANHOS LEITEIROS E QUALIDADE DO LEITE NO PATLQ, PARA TÉCNICOS DA UFPR, APCBRH, SEAB E INDÚSTRIAS DE LATICÍNIOS DO PARANÁ.....	39
FIGURA 16 -	EM 1994, COM APOIO MCGILL/ CIDA, ESTUDANTES DA UFPR REALIZAM CURSO DE PÓS GRADUAÇÃO NA MCGILL. NO DESTAQUE, PROF. NEWTON POHL RIBAS, RODRIGO MIRA, CARLA MOLENTO E RODRIGO ALMEIDA.....	39
FIGURA 17 -	EM 18/12/95, COM APOIO MCGILL/ CIDA, FOI INSTALADO ANALISADOR NIRS (NEAR INFRARED REFLECTENCE SPECTROSCOPY), PARA ANÁLISE DE ALIMENTOS E DE MATÉRIAS-PRIMAS NO LABORATÓRIO DE NUTRIÇÃO ANIMAL DO DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA DA UFPR, CURITIBA-PR. NO DESTAQUE, JAVIER BURCHARD (MCGILL), ELIOT BLOCK (MCGILL) E NEWTON POHL RIBAS (UFPR).....	40
FIGURA 18 -	EM 1998 E 2000, REALIZAÇÃO EM CURITIBA-PR, DOS PIONEIROS SIMPÓSIOS INTERNACIONAIS SOBRE QUALIDADE DO LEITE. OPORTUNIDADE EM QUE FOI CRIADO O CONSELHO BRASILEIRO DE QUALIDADE DO LEITE – CBQL E REALIZAÇÃO DO PRIMEIRO ENCONTRO ANUAL EM 2000.....	40
FIGURA 19 -	EM 2000, O LQL DO PARLPR DA APCBRH, RECEBEU O CREDENCIAMENTO DA SECRETARIA DE DEFESA AGROPECUÁRIA DO MAPA. NO DESTAQUE, LUIZ CARLOS DE OLIVEIRA (SDA/ MAPA) E PROF. NEWTON POHL RIBAS (UFPR).....	41
FIGURA 20 -	EM 2002, POR OCASIÃO DA EXPOAGROLEITE, LQL DO PARLPR DA APCBRH, RECEBEU O TROFÉU AGROLEITE, EM RECONHECIMENTO AOS SERVIÇOS PRESTADOS EM ANÁLISE DA QUALIDADE DO LEITE PARA PRODUTORES E INDÚSTRIAS DE LATICÍNIOS. NO DESTAQUE PROF. NEWTON POHL RIBAS (UFPR) E NÉLIO RIBAS CENTA (PRESIDENTE APCBRH).....	41
FIGURA 21 -	EM 28/07/2006, INAUGURAÇÃO DA NOVA SEDE DO LQL DO PARLPR DA APCBRH. NO DESTAQUE NÉLIO RIBAS CENTA (PRESIDENTE DA APCBRH) E NEWTON POHL RIBAS (UFPR).....	42
FIGURA 22 -	EM 2006, INAUGURAÇÃO DA NOVA SEDE DO LQL DO PARLPR DA APCBRH. NO DESTAQUE, ORLANDO BERTOLDI JR (EX-PRESIDENTE DA APCBRH), NÉLIO RIBAS CENTA (PRESIDENTE DA APCBRH), SYLVIO ANTONIO RIBEIRO DEGASPERI (UFPR), EDGARD ALENCAR GUIMARÃES (PRESIDENTE DO CDT/APCBRH), HUMBERTO MONARDES (MCGILL) E NEWTON POHL RIBAS (UFPR).....	42
FIGURA 23 -	EM 2006, NOVAS INSTALAÇÕES DO LQL DO PARLPR DA APCBRH EM CURITIBA-PR. NO DESTAQUE NEWTON POHL RIBAS(UFPR),	

	EDGARD GUIMARÃES FILHO (PRESIDENTE DO CDT/ APCBRH), JAVIER BURCHARD (MCGILL), HUMBERTO MONARDES (MCGILL) E JOSÉ AUGUSTO HORST (APCBRH).....	43
FIGURA 24 -	EM 2006, POR OCASIÃO DA INAUGURAÇÃO DA NOVA SEDE DO LQL DO PARLPR DA APCBRH, NO JANTAR DE CONFRATERNIZAÇÃO, FORAM HOMENAGEADOS PELA DIRETORIA DA APCBRH OS SENHORES ORLANDO PESSUTI (GOVERNADOR DO PARANÁ) E PROF. NEWTON POHL RIBAS (UFPR). NO DESTAQUE, NÉLIO RIBAS CENTA (PRESIDENTE DA APCBRH) ENTREGANDO AS PLACAS ALUSIVAS.....	43
FIGURA 25 -	EM 2007, COM APOIO DA SETI/ FUNDO PARANÁ, O LQL DO PARLPR DA APCBRH RECEBEU POR COMODATO DA UFPR, UM CONTADOR DE BACTÉRIAS TOTAL (CBT). PROJETO, “INCREMENTO E AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DO LEITE”. NO DESTAQUE JOSÉ AUGUSTO HORST (APCBRH), ALTAIR ANTONIO VALLOTO (APCBRH), PROF. NEWTON POHL RIBAS (UFPR) E HANS JAN GROENWOLD (PRESIDENTE DA APCBRH).....	44
FIGURA 26 -	EM 2007, FOI APROVADO PELA SETI/ FUNDO PARANÁ A AQUISIÇÃO DE FRASCOS PARA COLETA DE AMOSTRAS DE LEITE NAS PROPRIEDADES PARTICIPANTES DO PROGRAMA “LEITE DAS CRIANÇAS” DO PROJETO GESTÃO DA PRODUÇÃO E QUALIDADE DO LEITE ENTRE UFPR/ FUNPAR/ APCBRH/ SEAB. NO DESTAQUE PROF. NEWTON POHL RIBAS (UFPR) E JOSÉ AUGUSTO HORST (APCBRH)....	44
FIGURA 27-	EM 2007, FOI APROVADO PELA SETI/ FUNDO PARANÁ A AQUISIÇÃO DE INSUMOS PARA ANÁLISE DA QUALIDADE DO LEITE DE AMOSTRAS COLETADAS NAS PROPRIEDADES PARTICIPANTES DO PROGRAMA “LEITE DAS CRIANÇAS” DO PROJETO GESTÃO DA PRODUÇÃO E QUALIDADE DO LEITE ENTRE UFPR/FUNPAR/APCBRH/SEAB. NO DESTAQUE JOSÉ AUGUSTO HORST (APCBRH).....	45
FIGURA 28 -	EM 2010, COM APOIO DO MAPA-EMBRPA/ MCT-CTAGRO/ FINEP, O LQL DO PARLPR DA APCBRH RECEBEU POR COMODATO DA UFPR, UM CONTADOR COMBINADO DE CÉLULAS SOMÁTICAS E DETERMINAÇÃO DE COMPONENTES (FCM). PROJETO “CONSOLIDAÇÃO DA RBQL”, EM APOIO AO PNMQL DO MAPA. NO DESTAQUE, PROF. NEWTON POHL RIBAS (UFPR) E JOSÉ AUGUSTO HORST (APCBRH).....	45
FIGURA 29 -	EM 2011, COM APOIO DO MAPA-EMBRPA/ MCT-CTAGRO/ FINEP, O LQL DO PARLPR DA APCBRH RECEBEU POR COMODATO DA UFPR, UM CONTADOR AUTOMÁTICO DE BACTÉRIAS DE LEITE CRU (IBC). PROJETO, “CONSOLIDAÇÃO DA RBQL”. NO DESTAQUE, JOSÉ AUGUSTO HORST (APCBRH) E PROF. NEWTON POHL RIBAS (UFPR).....	46
FIGURA 30 -	EM 2008, POR OCASIÃO DO III CONGRESSO BRASILEIRO DO CBQL, RECIFE – PB, DIRIGENTES DA RBQL E CBQL, HOMENAGEARAM O RESPONSÁVEL PELO PROJETO NACIONAL, APROVADO NO COMITÊ GESTOR DO CTAGRO/ MCT, VISANDO A CONSOLIDAÇÃO DOS LABORATÓRIOS DA RBQL, EM APOIO AO PNMQL DO MAPA. NO DESTAQUE, PROFS. SEVERINO BENONE PAES BARBOSA (PRESIDENTE DO CONGRESSO) E NEWTON POHL RIBAS (UFPR).....	46
FIGURA 31 -	PROF. NEWTON POHL RIBAS (UFPR-PRESIDENTE DE HONRA DO IV CONGRESSO), ADIL KNACKFUSS VAZ (UDESC- PRESIDENTE DO IV CONGRESSO) E MARCOS VEIGA DOS SANTOS (PRESIDENTE DO CBQL), COORDENADORES DO IV CONGRESSO BRASILEIRO DE QUALIDADE DO LEITE. FLORIANÓPOLIS – SC, SETEMBRO, 2010.....	47
FIGURA 32 -	EM SETEMBRO DE 2011, REALIZAÇÃO DO I WORKSHOP DE ATUALIZAÇÃO EM NUTRIÇÃO DE BOVINOS LEITEIROS E QUALIDADE DO LEITE COM APOIO DA APCBRH/ FAEP-SENAR/ UFPR/ MCGILL/	

	GOVERNO DE QUEBEC. NO DESTAQUE HUMBERTO MONARDES (MCGILL), DANIEL LEFEBVRE (VALCTA) E BRIAN CORRIGAN (VALACTA).....	47
FIGURA 33 -	EM SETEMBRO DE 2011, I WORKSHOP DE ATUALIZAÇÃO EM NUTRIÇÃO DE BOVINOS LEITEIROS E QUALIDADE DO LEITE COM APOIO DA APCBRH/ FAEP-SENAR/ UFPR/ MCGILL/ GOVERNO DE QUEBEC. NO DESTAQUE, TÉCNICOS DA APCBRH, UFPR E MCGILL.....	48
FIGURA 34 -	EM MAIO DE 2012, II WORKSHOP DE ATUALIZAÇÃO EM NUTRIÇÃO DE BOVINOS LEITEIROS E QUALIDADE DO LEITE, COM APOIO DA APCBRH/ FAEP/ SENAR/ UFPR/ MCGILL/ GOVERNO DE QUEBEC. NO DESTAQUE PROFS. HUMBERTO MONARDES (MCGILL) E NEWTON POHL RIBAS (UFPR) E TÉCNICOS BRASILEIROS TREINADOS PELO CONVÊNIO UFPR/ APCBRH/ MCGILL UNIVERSITY/CIDA.....	48
FIGURA 35 -	EM MAIO DE 2012, OS PROFS. NEWTON POHL RIBAS (UFPR) E HUMBERTO MONARDES (MCGILL UNIVERSITY), COORDENADORES DO CONVÊNIO, CELEBRANDO 23 ANOS DO INÍCIO DAS ATIVIDADES EM 1989, PROJETO DE COOPERAÇÃO INTERNACIONAL QUE POSSIBILITOU EM 1991, INSTALAÇÃO DO PRIMEIRO LABORATÓRIO DE ANÁLISE DA QUALIDADE DO LEITE JUNTO AO PARLPR DA APCBRH, CURITIBA - PR.....	49
FIGURA 36 -	DIVISÃO POLÍTICO-ADMINISTRATIVA E SUAS REGIÕES DO ESTADO DO PARANÁ.....	76
FIGURA 37 -	CLASSIFICAÇÃO CLIMÁTICA, SEGUNDO AS DIFERENTES REGIÕES DO ESTADO DO PARANÁ.....	76
FIGURA 38 -	TEMPERATURA MÉDIA ANUAL, SEGUNDO AS DIFERENTES REGIÕES DO ESTADO DO PARANÁ.....	77
FIGURA 39 -	UMIDADE RELATIVA ANUAL, SEGUNDO AS DIFERENTES REGIÕES DO ESTADO DO PARANÁ.....	77
FIGURA 40 -	A CONTAGEM DE CÉLULAS SOMÁTICAS (CCST) EM AMOSTRAS DE LEITE DE TANQUES, SEGUNDO O MÊS DE ANÁLISE.....	86
FIGURA 41 -	O ESCORE DE CÉLULAS SOMÁTICAS (ECS) EM AMOSTRAS DE LEITE DE TANQUES, SEGUNDO O MÊS DE ANÁLISE.....	86
FIGURA 42 -	A CONTAGEM DE CÉLULAS SOMÁTICAS (CCST) EM AMOSTRAS DE LEITE DE TANQUES, SEGUNDO O ANO DE ANÁLISE.....	89
FIGURA 43 -	O ESCORE DE CÉLULAS SOMÁTICAS (ECS) EM AMOSTRAS DE LEITE DE TANQUES, SEGUNDO O ANO DE ANÁLISE.....	89
FIGURA 44 -	A CONTAGEM DE CÉLULAS SOMÁTICAS (CCST) EM AMOSTRAS DE LEITE DE TANQUES, SEGUNDO A REGIÃO E MUNICÍPIO SEDE.....	92
FIGURA 45 -	O ESCORE DE CÉLULAS SOMÁTICAS (ECS) EM AMOSTRAS DE LEITE DE TANQUES, SEGUNDO A REGIÃO E MUNICÍPIO SEDE.....	93
FIGURA 46 -	CONTAGEM DE CÉLULAS SOMÁTICAS (CCST) EM AMOSTRAS DE TANQUE, SEGUNDO A IDADE DA AMOSTRA (EM DIAS).....	95
FIGURA 47 -	ESCORE DA CONTAGEM DE CÉLULAS SOMÁTICAS (ECS) EM AMOSTRAS DE TANQUE, SEGUNDO A IDADE DA AMOSTRA (EM DIAS)	96
FIGURA 48 -	PORCENTAGEM DE GORDURA, SEGUNDO AS CLASSES DE ESCORE DE CÉLULAS SOMÁTICAS (ECS).....	98
FIGURA 49 -	PORCENTAGEM DE PROTEÍNA, SEGUNDO AS CLASSES DE ESCORE DE CÉLULAS SOMÁTICAS (ECS).....	100
FIGURA 50 -	PORCENTAGEM DE LACTOSE, SEGUNDO AS CLASSES DE ESCORE DE CÉLULAS SOMÁTICAS (ECS).....	102
FIGURA 51 -	PORCENTAGEM DE SÓLIDOS TOTAIS, SEGUNDO AS CLASSES DE ESCORE DE CÉLULAS SOMÁTICAS (ECS),.....	104

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 -	LIMITES LEGAIS PARA CONTAGEM DE CÉLULAS SOMÁTICAS EM LEITE DE TANQUES (CCST), PRATICADOS POR PAISES PRODUTORES DE LEITE.....	51
TABELA 2 -	REQUISITOS DE CCST PARA O LEITE CRU RESFRIADO NO BRASIL, INSTRUÇÕES NORMATIVAS Nº 51 e 62 – MAPA.....	52
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.....	55
TABELA 4 -	TIPOS DE CÉLULAS NO LEITE NORMAL E COM MASTITE.....	56
TABELA 5 -	ESTIMATIVA DA PREVALÊNCIA DE INFECÇÃO E PERDAS NA PRODUÇÃO DE LEITE ASSOCIADAS COM ELEVADAS CCST.....	57
TABELA 6 -	VALORES MÉDIOS DA CONTAGEM DE CÉLULAS SOMÁTICAS EM LEITE DE TANQUES (CCST) EM DIFERENTES PAISES.....	58
TABELA 7 -	ESCORE LINEAR E A CONTAGEM DE CÉLULAS SOMÁTICAS (CCS).....	65
TABELA 8 -	LOCALIZAÇÃO DAS REGIÕES, MUNICÍPIOS SEDE E CLASSIFICAÇÃO CLIMÁTICA, NO ESTADO DO PARANÁ.....	75
TABELA 9 -	NÚMERO DE OBSERVAÇÕES (N), MÉDIAS OBSERVADAS, DESVIOS-PADRÃO (DP) E COEFICIENTES DE VARIAÇÃO (CV) DA CONTAGEM DE CÉLULAS SOMÁTICAS DE TANQUE (CCST), ESCORE DE CÉLULAS SOMÁTICAS (ECS), % GORDURA, % PROTEÍNA, % LACTOSE, % SÓLIDOS TOTAIS E IDADE DA AMOSTRA (DIAS).....	81
TABELA 10 -	CLASSES DE ESCORE DE CÉLULAS SOMÁTICAS (ECS), VARIAÇÃO DA CCST, NÚMERO DE OBSERVAÇÕES (N), NÚMERO DE OBSERVAÇÕES ACUMULADAS (%)......	83
TABELA 11 -	RESUMO DA ANÁLISE DE VARIÂNCIA DA CONTAGEM DE CÉLULAS SOMÁTICAS DE TANQUE (CCST) E DO ESCORE DE CÉLULAS SOMÁTICAS (ECS), NO ESTADO DO PARANÁ.....	84
TABELA 12 -	NÚMERO DE OBSERVAÇÕES (N), NÚMERO DE OBSERVAÇÕES ACUMULADAS (%), ESTIMATIVAS DAS MÉDIAS AJUSTADAS E ERROS-PADRÃO (EP) PELO MÉTODO DOS QUADRADOS MÍNIMOS DA CCST E ECS, SEGUNDO O MÊS DE ANÁLISE.....	85
TABELA 13 -	NÚMERO DE OBSERVAÇÕES (N), NÚMERO DE OBSERVAÇÕES ACUMULADAS (%), ESTIMATIVAS DAS MÉDIAS AJUSTADAS E ERROS-PADRÃO (EP) PELO MÉTODO DOS QUADRADOS MÍNIMOS DA CCST E ECS, SEGUNDO O ANO DE ANÁLISE.....	88
TABELA 14 -	NÚMERO DE OBSERVAÇÕES (N), NÚMERO DE OBSERVAÇÕES ACUMULADAS (%), ESTIMATIVAS DAS MÉDIAS AJUSTADAS E ERROS-PADRÃO (EP) PELO MÉTODO DOS QUADRADOS MÍNIMOS DA CONTAGEM DE CÉLULAS SOMÁTICAS DE TANQUE (CCST) E DO ESCORE DE CÉLULAS SOMÁTICAS (ECS), SEGUNDO A REGIÃO.....	92
TABELA 15 -	NÚMERO DE OBSERVAÇÕES (N), NÚMERO DE OBSERVAÇÕES ACUMULADAS (%), ESTIMATIVAS DAS MÉDIAS AJUSTADAS E ERROS-PADRÃO (EP), PELO MÉTODO DOS QUADRADOS MÍNIMOS DA CCST E DO ECS, SEGUNDO A IDADE DA AMOSTRA.....	95
TABELA 16 -	COEFICIENTES DE CORRELAÇÃO DE PEARSON ENTRE AS PORCENTAGENS DE GORDURA, PROTEÍNA, LACTOSE, SÓLIDOS TOTAIS E O ESCORE DE CÉLULAS SOMÁTICAS (ECS).....	97
TABELA 17 -	CLASSES DE ESCORE DE CÉLULAS SOMÁTICAS (ECS), VARIAÇÃO DA CCST, NÚMERO DE OBSERVAÇÕES (N), NÚMERO DE OBSERVAÇÕES ACUMULADAS (%), ESTIMATIVAS DAS MÉDIAS AJUSTADAS E ERROS-PADRÃO (EP) PELO MÉTODO DOS QUADRADOS MÍNIMOS, SEGUNDO A PORCENTAGEM DE GORDURA.....	98

TABELA 18 -	CLASSES DE ESCORE DE CÉLULAS SOMÁTICAS (ECS), VARIAÇÃO DA CCST, NÚMERO DE OBSERVAÇÕES (N), NÚMERO DE OBSERVAÇÕES ACUMULADAS (%), ESTIMATIVAS DAS MÉDIAS AJUSTADAS E ERROS-PADRÃO (EP) PELO MÉTODO DOS QUADRADOS MÍNIMOS, SEGUNDO A PORCENTAGEM DE PROTEÍNA.	100
TABELA 19 -	CLASSES DE ESCORE DE CÉLULAS SOMÁTICAS (ECS), VARIAÇÃO DA CCST, NÚMERO DE OBSERVAÇÕES (N), NÚMERO DE OBSERVAÇÕES ACUMULADAS (%), ESTIMATIVAS DAS MÉDIAS AJUSTADAS E ERROS-PADRÃO (EP) PELO MÉTODO DOS QUADRADOS MÍNIMOS, SEGUNDO A PORCENTAGEM DE LACTOSE...	102
TABELA 20 -	CLASSES DE ESCORE DE CÉLULAS SOMÁTICAS (ECS), VARIAÇÃO DA CCST, NÚMERO DE OBSERVAÇÕES (N), NÚMERO DE OBSERVAÇÕES ACUMULADAS (%), ESTIMATIVAS DAS MÉDIAS AJUSTADAS E ERROS-PADRÃO (EP) PELO MÉTODO DOS QUADRADOS MÍNIMOS, SEGUNDO A PORCENTAGEM DE SÓLIDOS TOTAIS.....	104

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AGE	-	Assessoria de Gestão Estratégica do Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento
AGROLEITE	-	Vitrine da Tecnologia do Leite no Brasil
APCBRH	-	Associação Paranaense de Criadores de Bovinos da Raça Holandesa
BMSCC	-	<i>Bulk Milk Somatic Cell Count</i>
CASTROLANDA	-	Cooperativa Agropecuária Castrolanda
CATIVA	-	Cooperativa Agropecuária de Londrina Ltda.
CBQL	-	Conselho Brasileiro da Qualidade do Leite
CBT	-	Contagem de Bactérias Total
CCS	-	Contagem de Células Somáticas
CCST	-	Contagem de Células Somáticas de Tanques
CDT/APCBRH	-	Conselho Deliberativo Técnico da Associação Paranaense de Criadores de Bovinos da Raça Holandesa
CIDA	-	Agência Canadense de Desenvolvimento Internacional
CMT	-	<i>Califórnia Mastitis Test</i>
CNPq	-	Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico
CRMV/PR	-	Conselho Regional de Medicina Veterinária do Paraná
CTAGRO/MCT	-	Comitê Gestor do Fundo Setorial do Agronegócio, Ministério da Ciência e Tecnologia
CV	-	Coeficiente de Variação
DNA	-	Ácido Desoxirribonucléico
DERAL	-	Departamento de Economia Rural da Secretaria da Agricultura e Abastecimento do Estado do Paraná
DP	-	Desvio Padrão
ECS	-	Escore de Células Somáticas
EMBRAPA	-	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
EP	-	Erro Padrão
EXPOSUL	-	Exposição Agropecuária do Paraná, Curitiba, PR
FAEP	-	<i>Federação da Agricultura do Estado do Paraná</i>
FAO	-	Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação
FCM	-	Contador Combinado de células somáticas e determinação de componentes do leite
FINEP	-	Financiadora de Estudos e Projetos
FUNPAR	-	Fundação da Universidade Federal do Paraná para o Desenvolvimento da Ciência, da Tecnologia e da Cultura
GL	-	Graus de Liberdade
IBGE	-	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IDF	-	Federação Internacional de Laticínios

IN 51	-	Instrução Normativa N° 51 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento
IN 62	-	Instrução Normativa N° 62 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento
IPARDES	-	Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social
L2CS	-	Logaritmo de Células Somáticas
LQL	-	Laboratório de Análise da Qualidade do leite
MAPA	-	Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento
McGill	-	McGill University, Montreal, Quebec, Canadá
MCT	-	Ministério da Ciência e Tecnologia
NIRs	-	<i>Near Infrared Reflectance Spectroscopy</i>
NMC	-	<i>National Mastitis Council</i>
PARLPR	-	Programa de Análise de Rebanhos Leiteiros do Paraná
PATLQ	-	<i>Programme D'Analyse des Troupeaux Laitiers Du Quebec – Canadá</i>
PNMQL	-	Programa Nacional de Melhoria da Qualidade do Leite
R ²	-	Coeficiente de Determinação
RBQL	-	Rede Brasileira de Laboratórios de Controle da Qualidade do Leite
SARLE/ UPF	-	Serviço de Análise de Rebanhos Leiteiros/ Universidade de Passo Fundo
SAS	-	<i>Statistical Analysis System</i>
SCC	-	<i>Somatic Cell Count</i>
SCL	-	Serviço de Controle Leiteiro
SCS	-	<i>Somatic Cell Score</i>
SEAB	-	Secretaria da Agricultura e do Abastecimento
SIF	-	Serviço de Inspeção Federal
SIM	-	Serviço de Inspeção Municipal
SIP	-	Serviço de Inspeção do Paraná
SDA	-	Secretaria de Defesa Agropecuária do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento
SENAR	-	Serviço Nacional de Aprendizagem Rural
SETI	-	Secretaria de Ciência e Tecnologia e Ensino Superior do Estado do Paraná
TON.	-	Toneladas
UFPR	-	Universidade Federal do Paraná
UGF FUNDO PARANÁ	-	Unidade Gestora do Fundo Paraná, sistema oficial de fomento da Ciência e Tecnologia do Estado do Paraná
UHT	-	<i>Ultra Righ Temperature</i> , leite homogeneizado que foi submetido durante 2 a 4 segundos a uma temperatura entre 130°C e 150°C mediante um processo térmico de fluxo contínuo
USDA	-	Departamento de Agricultura dos Estados Unidos
VALACTA	-	<i>Centre D'expertise en Production Laitière – Quebec – Canadá</i>

VBP - Valor Bruto de Produção
WMT - *Wisconsin Mastitis Test*

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	22
2	REVISÃO DE LITERATURA	26
2.1	HISTÓRICO DA COOPERAÇÃO TÉCNICA E CIENTÍFICA ENTRE A UFPR, APCBRH, MCGILL E CIDA, QUE POSSIBILITOU A IMPLANTAÇÃO DO LQL DO PARLPR DA APCBRH.....	26
2.2	QUALIDADE DO LEITE.....	49
2.3	MASTITE.....	52
2.4	CONTAGEM DE CÉLULAS SOMÁTICAS.....	56
2.5	FATORES QUE INFLUENCIAM A CONTAGEM DE CÉLULAS SOMÁTICAS EM LEITE DE TANQUES.....	58
2.5.1	Efeito do Mês de Análise.....	58
2.5.2	Efeito do Ano de Análise.....	60
2.5.3	Efeito de Região.....	61
2.5.4	Idade da Amostra.....	62
2.6	TRANSFORMAÇÃO LOGARÍTIMICA DA CONTAGEM DE CÉLULAS SOMÁTICAS.....	64
2.7	CONTAGEM E ESCORE DE CÉLULAS SOMÁTICAS EM AMOSTRAS DE LEITE DE TANQUES E SUA INFLUÊNCIA NA COMPOSIÇÃO DO LEITE.....	66
2.7.1	Porcentagem de Gordura.....	67
2.7.2	Porcentagem de Proteína.....	69
2.7.3	Porcentagem de Lactose.....	70
2.7.4	Porcentagem de Sólidos Totais.....	72
3	MATERIAL E MÉTODOS	74
3.1	MATERIAL DE ANÁLISE.....	74
3.1.1	Origem dos Dados.....	74
3.1.2	Preparação dos Dados.....	78
3.1.3	Métodos de Análise.....	78
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	81
4.1	MEDIDAS DESCRITIVAS.....	81

4.2	DISTRIBUIÇÕES DAS AMOSTRAS DE LEITE DE TANQUE EM CLASSES DE ESCORE DE CÉLULAS SOMÁTICAS.....	82
4.3	EFEITOS QUE INFLUENCIARAM A CCS E O ECS EM AMOSTRAS DE LEITE DE TANQUES.....	83
4.3.1	Efeito de Mês de Análise.....	84
4.3.2	Efeito de Ano de Análise.....	87
4.3.3	Efeito de Região.....	90
4.3.4	Efeito de Idade da Amostra.....	94
4.4	ESCORE DE CÉLULAS SOMÁTICAS (ECS) EM AMOSTRAS DE LEITE DE TANQUES E SUA INFLUÊNCIA NA COMPOSIÇÃO DO LEITE.....	96
4.4.1	Porcentagem de Gordura.....	97
4.4.2	Porcentagem de Proteína.....	99
4.4.3	Porcentagem de Lactose.....	101
4.4.4	Porcentagem de Sólidos.....	103
5	CONCLUSÃO	105
	REFERÊNCIAS	106

1 INTRODUÇÃO

A estimativa da produção mundial de leite, para o ano de 2011 foi de 735 bilhões de litros (EMBRAPA LEITE, 2012). A FAO registra que os Estados Unidos é o maior produtor mundial de leite, com uma produção de 88,8 bilhões de litros em 2011, respondendo por 14,4% do total (EMBRAPA LEITE, 2012).

O IBGE coloca o Brasil na quinta colocação caracterizando-se por apresentar uma das menores produtividades por vaca e baixa qualidade dos produtos lácteos. O Brasil produz 31 bilhões, com uma produtividade de 1.340 litros/vaca/ano, contrastando com Estados Unidos da América, Índia, China e Rússia (EMBRAPA LEITE, 2012).

O IBGE caracteriza o Paraná como terceiro maior produtor nacional, com 3,6 bilhões de litros de leite, após Minas Gerais (8,77 bilhões) e Rio Grande do Sul (3,90 bilhões) (SEAB/DERAL, 2010).

O Valor Bruto da Produção (VBP) do Estado do Paraná atingiu R\$ 44,3 bilhões no ano de 2010. A bovinocultura de leite continua crescendo no Estado com incremento de 3% ao ano. O VBP do leite foi de R\$ 2,6 bilhões, colocando-se em quarto lugar contra a soja com R\$ 8,1 bilhões, frango de corte com R\$ 5,4 bilhões e o milho com R\$ 3,7 bilhões (SEAB/DERAL, 2010).

Segundo levantamento do IPARDES (2010), o Paraná conta com 353 unidades industriais processadoras e transformadoras de leite, localizadas em 180 municípios, sendo 101 unidades sob inspeção do SIF, 126 unidades sob inspeção do SIP e 126 unidades sob inspeção do SIM (IPARDES, 2010).

Quanto ao porte das empresas, predominam as de pequeno (55%) e micro-porte (28%) seguido das de médio, médio-grande e grande porte, com participação de 11%, 4,0% e 2,0%, respectivamente. A caracterização socioeconômica da atividade leiteira do Paraná registrou a estimativa de 114.488 produtores de leite no Estado, sendo que 87%, ou seja, 99.573 produtores vendem a produção de leite e derivados, e o restante, 14.915, apenas consomem o que produzem (IPARDES, 2009).

Na busca da produção de um leite com melhor qualidade foi implantado no Brasil o Programa Nacional de Melhoria da Qualidade do Leite (PNMQL), pela IN 51 (BRASIL, 2002), visando adequar os produtos lácteos aos padrões internacionais,

proteger o mercado interno da entrada de produtos de baixa qualidade, obter um produto competitivo no mercado internacional, assegurando o máximo de 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 nova legislação, por meio da Portaria Ministerial nº 56 de 7/12/1999, publicada no diário oficial da união, nº 234, em 8/12/1999, seção I, p. 41, que foi submetida à consulta pública (BRASIL, 1999), 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) e contagem bacteriana total (CBT).

Assim, em 2002, o MAPA publicou a IN 51 de 18/09/2002, em Diário Oficial da União de 20/09/2002, Seção 1, Página 13, aprovando os regulamentos Técnicos de Produção, Identidade e Qualidade do Leite tipo A, B, C, Pasteurizado, do Leite Cru Refrigerado e o Regulamento Técnico da Coleta de Leite Cru Refrigerado e seu Transporte a Granel. A IN51 (BRASIL, 2002) entrou em vigor a partir de 01/07/2005 nas regiões Sul, Sudeste e Centro Oeste, e a partir de 01/07/07 nas regiões Norte e Nordeste. As análises referentes aos requisitos microbiológicos, físicos, químicos, de CCS e de resíduos químicos deverão ser avaliadas pela Rede Brasileira de Laboratórios de Controle da Qualidade do Leite (RBQL).

Em 2011 o MAPA publicou em Diário Oficial da União de 30/12/2011 a IN62 (BRASIL, 2011), alterando a IN51 (BRASIL, 2002), contendo novas normas de produção e qualidade do leite. Esta legislação começou a vigorar a partir de 01/01/2012 prevendo novos parâmetros para CBT e CCS, atendendo negociações entre governo e setor produtivo. Com a medida, o Ministério da Agricultura acatou o pedido de produtores que não conseguiram cumprir os limites estabelecidos e os prazos para redução de CCS e CBT previstos na proposta do PNMQL (IN51/ 2002).

A edição da IN62 (BRASIL, 2011) posterga os prazos e limites para a redução de CBT e CCS para o ano de 2015, estabelecendo os limites de 100 mil bactérias/mL e 400 mil células/mL, respectivamente. Além disso, esta instrução suprime os Regulamentos Técnicos de Identidade e Qualidade dos leites tipo “B” e “C”.

A CCS é um dos parâmetros mais importantes para a avaliação de programas que monitoraram a saúde do úbere e a qualidade do leite, sendo utilizada na maioria dos países como um dos critérios para o pagamento por qualidade (FONSECA, 2001; GODKIN, 2000).

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).

A CCS tem sido utilizada em países desenvolvidos há mais de 35 anos, desde o surgimento de equipamentos eletrônicos que tornaram esta prática acessível aos produtores (FONSECA; SANTOS, 2000; SANTOS, 2001; GODKING, 2000). No Brasil, foi introduzida em 1991, pelo Laboratório de Análise da Qualidade do Leite do Programa de Análise de Rebanhos Leiteiros do Paraná (PARLPR), da Associação Paranaense de Criadores de Bovinos da Raça Holandesa (APCBRH) em Curitiba-PR, fruto da cooperação técnica e científica entre a UFPR, APCBRH, MCGILL University e Agência Canadense de Desenvolvimento Internacional (CIDA).

A CCST é um método consagrado como indicador da qualidade do leite cru, possibilitando a avaliação da gestão de programas para controle da mastite que focam a saúde da glândula mamária (LIMA *et al.*, 2006; RUEGG, 2005; PETERS *et al.*, 2009).

Rysanek e Babak (2005) registram que recentemente a CCS do leite tem sido empregada com critério de pagamento por qualidade do leite, tornando-se uma ferramenta de gestão e de monitoramento da qualidade estando diretamente relacionada com programas de redução de perdas de produção e oportunidades de maior remuneração do leite.

Segundo Dürr *et al.* (2011), bases de dados do desempenho zootécnico de rebanhos são ferramentas essenciais para o manejo racional dos animais, visando os programas de avaliação genética de gado leiteiro, programas de rastreabilidade de animais e produtos lácteos e para o planejamento estratégico de cadeia láctea como um todo.

Neste trabalho foram analisados a CCST e os componentes do leite (gordura, proteína, lactose e sólidos totais) de amostras provenientes das indústrias de laticínios, que se utilizam dos serviços do LQL do PARLPR da APCBRH, para monitorar a qualidade do leite em atendimento ao PNMQL (IN's 51 e 62 do MAPA).

Os objetivos do presente trabalho foram:

- a) Identificar os efeitos de meio ambiente que estariam influenciando a CCST e o ECS, estimando os componentes de variância para estas características em amostras de leite de tanques;
- b) Caracterizar a distribuição das amostras de leite de tanques nas classes de ECS;
- c) Estudar o comportamento da CCST e do ECS e suas correlações com componentes do leite (%gordura, %proteína, %lactose e %sólidos totais) em amostras de leite de tanques.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 HISTÓRICO DA COOPERAÇÃO TÉCNICA E CIENTÍFICA ENTRE A UFPR, APCBRH, MCGILL E CIDA, QUE POSSIBILITOU A IMPLANTAÇÃO DO LQL DO PARLPR DA APCBRH

No Brasil, por delegação do MAPA, cabe às associações nacionais de criadores a promoção do controle leiteiro dos animais. No Paraná, por subdelegação cabe a APCBRH a execução desta importante prova zootécnica (RIBAS; VEIGA; HORST, 1997).

Destacamos a execução do controle leiteiro em países que possuem pecuária desenvolvida, como o Canadá, Estados Unidos, Holanda, Alemanha, França e Inglaterra. No Brasil, esta prova zootécnica ainda é pouco difundida, pois somente cerca de 3% das vacas são submetidas ao controle oficial (RIBAS, 1998).

A APCBRH foi fundada em 27 de março de 1953, com o objetivo de congregiar os criadores, fomentar os serviços de registro genealógico, classificação para tipo e controle leiteiro. O serviço de controle leiteiro teve sua origem no Paraná, em 01 de julho de 1966, iniciando os trabalhos com 88 animais distribuídos em três rebanhos controlados (RIBAS, 1998).

Em 1983, por iniciativa do Prof. Newton Pohl Ribas através do Departamento de Zootecnia, a UFPR e APCBRH desenvolveram projeto visando informatizar o controle leiteiro, estabelecer banco de dados para o acompanhamento de rebanhos controlados, gerenciamento de arquivos de dados e a produção de relatórios mensais e anuais de gestão de rebanhos. Este projeto recebeu apoio financeiro da FINEP e CNPq (figura 1).

Em 1986, foi celebrado convênio de cooperação internacional entre a UFPR, APCBRH e McGill University, de Montreal, Quebec, Canadá, nº 48/85 (FASE I, 1986 á 1991), tendo como coordenadores os professores Humberto Monardes, Elliot Block (McGill) e Newton Pohl Ribas (UFPR) pela portaria nº 889 de 15/05/87 do reitor da UFPR, Prof. Riad Salamuni. Este recebeu apoio técnico do Programme D'Analyse des Troupeaux Laitiers Du Quebec (PATLQ), hoje denominado VALACTA, objetivando a instalação do primeiro Laboratório de Análise da Qualidade do Leite (LQL) no Brasil em Curitiba - PR, junto ao PARLPR da APCBRH, o projeto,

recebeu apoio financeiro da Agência Canadense de Desenvolvimento Internacional (CIDA) (figuras 02, 03, 04 e 05).

Esta cooperação internacional desenvolveu suas atividades na promoção do controle de rebanhos, gestão, qualidade do leite, com treinamento de técnicos no Brasil e no Canadá, organização de palestras, seminários e congressos, bem como, desenvolvimento de software, banco de dados e doação dos primeiros analisadores eletrônicos de leite instalados no Brasil, para a implantação de análises sistemática de porcentagem de gordura, proteína, lactose, sólidos totais e contagem de células somáticas, atendendo demandas de produtores para controle leiteiro, das indústrias de laticínios para controle de qualidade no Estado do Paraná (figura 06).

Em 20 de maio de 1991, com recursos da SEAB a APCBRH, adquiriu, reformou e inaugurou o Laboratório de Análise da Qualidade do Leite (LQL) do PARLPR com apoio da UFPR, McGill e MAPA (figuras 07, 08, 09 e 10).

Em 1991, foi renovado o convênio de cooperação internacional, entre a UFPR, APCBRH e McGill, Montreal, Canadá, nº 42/93 (FASE II, 1991 à 1996), através da portaria nº 1882 de 30/03/93 do reitor da UFPR, Prof. Carlos Alberto Faraco. Objetivando o desenvolvimento científico e tecnológico do LQL do PARLPR da APCBRH, promovendo o controle de rebanhos leiteiros, gestão e qualidade do leite, através da implementação de relatórios mensais e anuais disponibilizados para produtores e indústrias de laticínios. Além de implantar o serviço de análise de alimentos e de matérias-primas utilizados na pecuária leiteira, por método infravermelho, a partir da doação pela McGill de um analisador NIRs (Near Infrared Reflectance Spectroscopy) para o Laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia da UFPR, Curitiba-PR (figuras 11, 12, 13, 14, 15, 16 e 17).

Em 1994, a UFPR e APCBRH, através do Departamento de Zootecnia, desenvolveram projeto visando o estudo dos efeitos genéticos e não genéticos sobre curvas de lactação de vacas holandesas no Estado do Paraná. Este projeto recebeu apoio financeiro do CNPq (processo N° 522006/94-9).

Em 1998 e 2000, objetivando consolidar os conceitos sobre gestão de rebanhos e qualidade do leite, entre estudantes, técnicos, produtores e dirigente de indústrias, bem como implementar o programa estadual de melhoria da qualidade do leite do Paraná, a UFPR, McGill, APCBRH, SEAB e FAEP/ SENAR, organizaram os pioneiros Simpósios Internacionais sobre Qualidade do Leite em Curitiba, PR, que

serviram de base para a criação do Conselho Brasileiro da Qualidade do Leite – CBQL e a realização do primeiro encontro anual do CBQL em 2000 (figura 18).

Em 2000, o LQL do PARLPR da APCBRH, foi credenciado pela Secretaria de Defesa Agropecuária (SDA), pela Portaria nº 046 do MAPA, visando dar atendimento às demandas de produtores e indústrias de laticínios (figura 19).

Em 2001 foi celebrado termo de cooperação técnica número 365/01 entre a UFPR e a APCBRH cujo objeto visou o desenvolvimento científico e tecnológico do laboratório de análise da qualidade do leite do Programa de Análise de Rebanhos Leiteiros do Paraná, gerido e de propriedade da APCBRH e que faz parte da Rede Brasileira de Laboratórios da Qualidade do Leite - RBQL do MAPA. Recebendo a APCBRH em regime de comodato materiais e equipamentos adquiridos através de projetos aplicados pela UFPR junto ao MAPA.

Em 2002, a UFPR e a APCBRH participaram de projeto em parceria com o MAPA, objetivando o aparelhamento dos LQL da Rede Brasileira de Laboratórios de Controle da Qualidade do Leite (RBQL). Assim, o LQL do PARLPR da APCBRH, recebeu por comodato da UFPR três analisadores automatizados para CCS, CBT e determinação de componentes.

Em 18 de abril de 2002, o LQL do PARLPR da APCBRH foi incluído na Rede Brasileira de Laboratórios da Qualidade do Leite (RBQL), através da IN nº 37/2002/MAPA, em atendimento ao Programa Nacional de Melhoria da Qualidade do Leite (PNMQL), estabelecendo novos regulamentos técnicos de produção, identidade, qualidade, coleta e transporte de leite através da IN nº51 do MAPA.

Em 2002, por ocasião da EXPOAGROLEITE, o LQL do PARLPR da APCBRH, recebeu homenagem através do troféu AGROLEITE, em reconhecimento aos serviços prestados na análise da qualidade do leite para produtores e indústrias de laticínios do Estado do Paraná (figura 20).

Em 28 de julho de 2006, a APCBRH inaugurou sua nova sede com modernas instalações do LQL do PARLPR, em Curitiba-PR, recebendo apoio das principais instituições que atuam na cadeia produtiva do leite e do Governo do Estado do Paraná através da Secretaria da Agricultura e do Abastecimento (figuras 21, 22, 23 e 24).

Em 2007, foi aprovado pela Unidade Gestora do Fundo Paraná da Secretaria de Ciência e Tecnologia e Ensino Superior (SETI), o projeto visando

incremento e avaliação da qualidade do leite no Estado do Paraná (CV: 0107/FUNPAR N°2146). Este envolveu a UFPR/ FUNPAR/ APCBRH/ SEAB. Assim, o LQL do PARLPR da APCBRH recebeu em 2009, por comodato da UFPR, um contador automático de bactérias total (CBT) (figura 25).

Em 2007 foi celebrado termo de cooperação técnica número 46/07 entre a UFPR e a APCBRH cujo objeto visou o desenvolvimento científico e tecnológico do laboratório de análise da qualidade do leite do Programa de Análise de Rebanhos Leiteiros do Paraná, gerido e de propriedade da APCBRH e que faz parte da Rede Brasileira de Laboratórios da Qualidade do Leite - RBQL do MAPA. Recebendo a APCBRH em regime de comodato materiais e equipamentos adquiridos através de projetos aplicados pela UFPR junto ao MAPA, MCT, EMBRAPA, Fundo Paraná – SETI.

Em 2007 também foi aprovado na SETI/ Fundo Paraná projeto denominado “Gestão da Produção e Qualidade do Leite das Propriedades Leiteiras” participantes do programa “Leite das Crianças” do Governo do Paraná (CV: 1907/FUNPAR N° 2202), envolvendo a UFPR/FUNPAR/APCBRH/SEAB. Assim, o LQL do PARLPR da APCBRH recebeu em 2011, por comodato da UFPR, frascos e insumos para coleta de amostras de leite e análises laboratoriais (figuras 26 e 27).

Em 2008 foi aprovado no Comitê Gestor do Fundo Setorial do Agronegócio (CTAGRO) do Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT) projeto nacional visando à consolidação da RBQL, em apoio ao PNMQL do MAPA, envolvendo o MAPA/ MCT/ FINEP/ EMBRAPA/ UFPR. Assim, a UFPR recebeu os equipamentos através dos convênios:

- 1) Convênio EMBRAPA/UFPR N° 077/10, de 18/11/2009, portaria nº 055/10 do vice-reitor da UFPR, Prof. Rogério Andrade Mulinari;
- 2) Convênio EMBRAPA/UFPR N° 090/11, de 29/03/2011, portaria nº062/11 do vice-reitor da UFPR, Prof. Rogério Andrade Mulinari.

Assim, o LQL do PARLPR da APCBRH recebeu por comodato da UFPR dois analisadores automatizados para contagem bacteriana total, células somáticas e determinação de componentes (figuras 28 e 29).

Em 2008, por ocasião do III Congresso Brasileiro de Qualidade do Leite do CBQL, Recife – PB, dirigentes da Rede Brasileira de Laboratórios da Qualidade do Leite (RBQL) e Conselho Brasileiro da Qualidade do Leite (CBQL) homenagearam o

Prof. Newton Pohl Ribas, responsável pelo projeto nacional, aprovado no Comitê Gestor do CTAGRO/MCT com doze milhões de reais, que objetivou a consolidação da infra-estrutura dos laboratórios participantes da RBQL, em apoio ao PNMQL do MAPA. (figura 30).

Os projetos aplicados no MAPA no período de 2002 a 2011, por iniciativa do Prof. Newton Pohl Ribas (UFPR), visando o desenvolvimento científico e tecnológico, estabelecendo infra-estrutura estratégica com materiais e equipamentos para o LQL do PARLPR da APCBRH, totalizaram R\$ 3.279.317,17 (três milhões duzentos e setenta e nove mil trezentos e dezessete reais e dezessete centavos). Estes foram repassados em forma de comodato para o Laboratório da APCBRH, consolidados nos termos de convênios celebrados entre UFPR e APCBRH:

- 1) Convênio N°365/01 (10/09/2001), portaria nº 273 do vice-reitor da UFPR, Prof. Romulo Sandrini Neto, para o período de 2001 a 2006.
- 2) Convênio N°046/07 (28/09/2007) portaria nº 460 do vice-reitora da UFPR, Profª. Márcia Helena Mendonça, para o período de 2007 a 2012.

Em setembro de 2011, atendendo demandas de produtores, indústrias e cooperativas do Paraná, foi realizado o I Workshop de Atualização em Nutrição de Bovinos Leiteiros e Qualidade do Leite, para sessenta e sete técnicos que atuam na pecuária leiteira do Estado do Paraná, contando com a participação de Humberto Monardes (McGill), Brian Corrigan (VALACTA) e Daniel Lefebvre (VALACTA), numa promoção da APCBRH/FAEP/SENAR, UFPR e McGill. Esta iniciativa recebeu apoio financeiro do Governo do Estado de Quebec, Canadá (figuras 31 e 32).

Em maio de 2012, foi realizado o II Workshop de Atualização em Nutrição de Bovinos Leiteiros e Qualidade do Leite, para sessenta e sete técnicos que atuam na pecuária leiteira do Estado do Paraná, contando com a participação de Humberto Monardes (McGill), Jean Brisson (VALCTA), numa promoção da APCBRH/FAEP/SENAR, UFPR e McGill. Esta iniciativa recebeu também o apoio financeiro do Governo do Estado de Quebec, Canadá (figuras 33 e 34).

Em 2013 foi celebrado termo de cooperação técnica número 002/13 entre a UFPR e a APCBRH cujo objeto visou o desenvolvimento científico e tecnológico do laboratório de análise da qualidade do leite do Programa de Análise de Rebanhos Leiteiros do Paraná, gerido e de propriedade da APCBRH e que faz parte da Rede Brasileira de Laboratórios da Qualidade do Leite - RBQL do MAPA. Recebendo a

APCBRH em regime de comodato materiais e equipamentos adquiridos através de projetos aplicados pela UFPR junto ao MAPA, MCT- CTAgro, EMBRAPA, Fundo Paraná – SETI.

Em 23 de janeiro de 2013 o Vice – Reitor da UFPR Prof. Dr. Rogério Andrade Mulinari pela portaria nº 006/13 – PROPLAN, resolve designar o Prof. Newton Pohl Ribas do Departamento de Zootecnia para exercer a função de coordenador do termo de cooperação técnica número 002/13 entre a UFPR e a APCBRH.

Esta histórica cooperação técnica e científica entre a UFPR e APCBRH, desde 1991, permitiu a implantação do primeiro LQL do PARLPR no Brasil, ocasião em que foi estabelecido banco de dados sobre o desempenho produtivo, reprodutivo, da classificação para tipo e da qualidade do leite dos rebanhos controlados. Este banco de dados possibilitou aos estudantes, professores e pesquisadores da UFPR o desenvolvimento de linhas de pesquisa junto ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias da UFPR, nas áreas de gestão de rebanhos leiteiros, qualidade do leite e melhoramento genético com as publicações de:

- 1) uma tese de doutorado;
- 2) quinze teses de mestrado;
- 3) quarenta artigos completos publicados em periódicos;
- 4) vinte e um trabalhos completos publicados em anais de congressos;
- 5) sessenta e dois resumos publicados em anais de congressos;
- 6) supervisão de cento e vinte e três estágios curriculares e extracurriculares para alunos de graduação da UFPR; e,
- 7) um capítulo de livro publicado.



FIGURA 1 - EM 1985, INFORMATIZAÇÃO DO CONTROLE LEITEIRO, EMISSÃO DO PRIMEIRO RELATÓRIO “CERTIFICADO OFICIAL DE DESEMPENHO,” SUMÁRIO DA VIDA PRODUTIVA, REPRODUTIVA E DE CLASSIFICAÇÃO PARA TIPO DOS ANIMAIS CONTROLADOS. NO DESTAQUE, PROF. NEWTON POHL RIBAS (UFPR)



FIGURA 2 - EM 1990, VISITA DE DIRIGENTES DA UFPR, SEAB E APCBRH NO PATLQ DA MCGILL. NO DESTAQUE, PROF. NEWTON POHL RIBAS (UFPR), ADEMIR GRACIOTIN (SEAB), ARI ALADINO CANDIDO (APCBRH), PROF. HUMBERTO MONARDES (MCGILL), JOSÉ THEODORO LOPES DE OLIVEIRA (APCBRH) E JOÃO DIJKSTRA (APCBRH)



FIGURA 3 - EM 1990, COM APOIO DA SEAB, AQUISIÇÃO E REFORMAS NA FUTURA SEDE DO LQL DO PARLPR DA APCBRH. NO DESTAQUE ERNESTO RONCONI (APCBRH), PROF. NEWTON POHL RIBAS (UFPR), PROF. HUMBERTO MANARDES (MCGILL), PROF. HENRIQUE SOARES KOEHLER (UFPR) E JOSÉ AUGUSTO HORST (APCBRH)



FIGURA 4 - EM 1991, COM APOIO DA MCGILL/CIDA, INSTALAÇÃO DO PRIMEIRO ANALISADOR INFRAVERMELHO PARA COMPONENTES DO LEITE CRU NO LQL DO PARLPR DA APCBRH. NO DESTAQUE, ORLANDO BERTOLDI JR. (PRESIDENTE DA APCBRH), PROF. HUMBERTO MONARDES (MCGILL) E PROF. NEWTON POHL RIBAS (UFPR)



FIGURA 5 - EM 1991, COM APOIO DA MCGILL/ CIDA, INSTALAÇÃO DO PRIMEIRO CONTADOR DE CÉLULAS SOMÁTICAS DE LEITE CRU NO LQL DO PARLPR DA APCBRH. NO DESTAQUE, PROF. NEWTON POHL RIBAS (UFPR) E BRIAN CORRIGAN (PATLQ)



FIGURA 6 - EM 1991, CONCLUSÃO DAS REFORMAS NA SEDE LQL DO PARLPR DA APCBRH, CURITIBA-PR



FIGURA 7 - EM 20/05/1991, INAUGURAÇÃO DA SEDE LQL DO PARLPR DA APCBRH. NO DESTAQUE PAULO MIRANDA (CRMV-PR), OSMAR DIAS (SECRETÁRIO DA AGRICULTURA), PROF. HUMBERTO MONARDES (MCGILL), CARLOS ALBERTO FARACO (REITOR DA UFPR), ORLANDO BERTOLDI JR (PRESIDENTE DA APCBRH), SCYLLA CEZAR PEIXOTO FILHO (MAPA) E PROF. NEWTON POHL RIBAS (UFPR)



FIGURA 8 - EM 1992, SEDE DO LQL DO PARLPR DA APCBRH, ATENDENDO DEMANDAS DE PRODUTORES PARA CONTROLE LEITEIRO E DE INDÚSTRIAS DE LATICÍNIOS PARA ANÁLISE DE AMOSTRAS DE TANQUE, VISANDO O CONTROLE DA QUALIDADE DO LEITE



FIGURA 9 - EM 1992, POR OCASIÃO DA EXPOSUL CURITIBA-PR, MICHEL BARRE, REPRESENTANDO DIRETORES DO PATLQ DO CANADÁ, FAZ HOMENAGEM AO PROF. NEWTON POHL RIBAS (UFPR), PELA INSTALAÇÃO DO PRIMEIRO LABORATÓRIO DE ANÁLISE DA QUALIDADE DO LEITE NO BRASIL, FRUTO DA PARCERIA COM O PATLQ E MCGILL



FIGURA 10 - EM 1992, POR OCASIÃO DA CONVENÇÃO ANUAL DA APCBRH, PONTA GROSSA-PR. COMEMORAÇÃO DE UM ANO DA INAUGURAÇÃO DO LQL DO PARLPR DA APCBRH. NO DESTAQUE PROFS. ELLIOT BLOCK (MCGILL), HUMBERTO MONARDES (MCGILL) E NEWTON POHL RIBAS (UFPR)



FIGURA 11 - EM 1992, VISITA DOS DIRIGENTES DA SEAB, APCBRH E UFPR NA MCGILL UNIVERSITY - FACULTY OF AGRICULTURAL E ENVIRONMENTAL SCIENCES, MONTREAL-CANADÁ. NO DESTAQUE LUCAS RABBERS, PROF. NEWTON POHL RIBAS (UFPR), HANS JAN GROENWOLD, ADEMIR GRACIOTIN, RUBENS ARNS NEWMANN, OSMAR DIAS (SECRETÁRIO DA AGRICULTURA), PROF. HUMBERTO MONARDES (MCGILL), PAULO OLIDER CHIARARIA E VICENTE ROGMANHOLE



FIGURA 12 - EM 1992, VISITA DOS DIRIGENTES DA SEAB E DE INDÚSTRIAS DE LATICÍNIOS DO PARANÁ NO LABORATÓRIO DO PATLQ DA MCGILL. NO DESTAQUE OSMAR DIAS (SECRETÁRIO DA AGRICULTURA), ADEMIR GRACIOTIN (SEAB), PROF. HUMBERTO MONARDES (MCGILL), LUCAS RABBERS (CASTROLANDA) E PAULO OLIDER CHIARARIA (CATIVA)



FIGURA 13 - EM 1994, COM APOIO MCGILL/ CIDA, TREINAMENTO EM CONTROLE E GESTÃO DE REBANHOS LEITEIROS E QUALIDADE DO LEITE NO PATLQ. NO DESTAQUE OS PROFS. JAVIER BURCHARD (MCGILL), HUMBERTO MONARDES (MCGILL), NEWTON POHL RIBAS (UFPR) E DANIEL LEFEBVRE (PATLQ)



FIGURA 14 - EM 1994, COM APOIO DA MCGILL/ CIDA, TREINAMENTO EM CONTROLE E GESTÃO DE REBANHOS LEITEIROS E QUALIDADE DO LEITE NA MCGILL PARA TÉCNICOS DA UFPR, APCBRH, SEAB E INDÚSTRIAS DE LATICÍNIOS DO PARANÁ



FIGURA 15 - EM 1994, COM APOIO MCGILL/ CIDA, TREINAMENTO EM CONTROLE E GESTÃO DE REBANHOS LEITEIROS E QUALIDADE DO LEITE NO PATLQ, PARA TÉCNICOS DA UFPR, APCBRH, SEAB E INDÚSTRIAS DE LATICÍNIOS DO PARANÁ



FIGURA 16 - EM 1994, COM APOIO MCGILL/ CIDA, ESTUDANTES DA UFPR REALIZAM CURSO DE PÓS GRADUAÇÃO NA MCGILL. NO DESTAQUE, PROF. NEWTON POHL RIBAS, RODRIGO MIRA, CARLA MOLENTO E RODRIGO ALMEIDA



FIGURA 17 - EM 18/12/95, COM APOIO MCGILL/ CIDA, FOI INSTALADO ANALISADOR NIRS (NEAR INFRARED REFLECTANCE SPECTROSCOPY), PARA ANÁLISE DE ALIMENTOS E DE MATÉRIAS-PRIMAS NO LABORATÓRIO DE NUTRIÇÃO ANIMAL DO DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA DA UFPR, CURITIBA-PR. NO DESTAQUE, JAVIER BURCHARD (MCGILL), ELIOT BLOCK (MCGILL) E NEWTON POHL RIBAS (UFPR)



FIGURA 18 - EM 1998 E 2000, REALIZAÇÃO EM CURITIBA-PR, DOS PIONEIROS SIMPÓSIOS INTERNACIONAIS SOBRE QUALIDADE DO LEITE. OPORTUNIDADE EM QUE FOI CRIADO O CONSELHO BRASILEIRO DE QUALIDADE DO LEITE – CBQL E REALIZAÇÃO DO PRIMEIRO ENCONTRO ANUAL EM 2000



FIGURA 19 - EM 2000, O LQL DO PARLPR DA APCBRH, RECEBEU O CREDENCIAMENTO DA SECRETARIA DE DEFESA AGROPECUÁRIA DO MAPA. NO DESTAQUE, LUIZ CARLOS DE OLIVEIRA (SDA/ MAPA) E PROF. NEWTON POHL RIBAS (UFPR)



FIGURA 20 - EM 2002, POR OCASIÃO DA EXPOAGROLEITE, LQL DO PARLPR DA APCBRH, RECEBEU O TROFÉU AGROLEITE, EM RECONHECIMENTO AOS SERVIÇOS PRESTADOS EM ANÁLISE DA QUALIDADE DO LEITE PARA PRODUTORES E INDÚSTRIAS DE LATICÍNIOS. NO DESTAQUE PROF. NEWTON POHL RIBAS (UFPR) E NÉLIO RIBAS CENTA (PRESIDENTE APCBRH).



FIGURA 21 - EM 28/07/2006, INAUGURAÇÃO DA NOVA SEDE DO LQL DO PARLPR DA APCBRH. NO DESTAQUE NÉLIO RIBAS CENTA (PRESIDENTE DA APCBRH) E NEWTON POHL RIBAS (UFPR)



FIGURA 22 - EM 2006, INAUGURAÇÃO DA NOVA SEDE DO LQL DO PARLPR DA APCBRH. NO DESTAQUE, ORLANDO BERTOLDI JR (EX-PRESIDENTE DA APCBRH), NÉLIO RIBAS CENTA (PRESIDENTE DA APCBRH), SYLVIO ANTONIO RIBEIRO DEGASPERI (UFPR), EDGARD ALENCAR GUIMARÃES (PRESIDENTE DO CDT/APCBRH), HUMBERTO MONARDES (MCGILL) E NEWTON POHL RIBAS (UFPR).



FIGURA 23 - EM 2006, NOVAS INSTALAÇÕES DO LQL DO PARLPR DA APCBRH EM CURITIBA-PR. NO DESTAQUE NEWTON POHL RIBAS(UFPR), EDGARD GUIMARÃES FILHO (PRESIDENTE DO CDT/ APCBRH), JAVIER BURCHARD (MCGILL), HUMBERTO MONARDES (MCGILL) E JOSÉ AUGUSTO HORST (APCBRH)



FIGURA 24 - EM 2006, POR OCASIÃO DA INAUGURAÇÃO DA NOVA SEDE DO LQL DO PARLPR DA APCBRH, NO JANTAR DE CONFRATERNIZAÇÃO, FORAM HOMENAGEADOS PELA DIRETORIA DA APCBRH OS SENHORES ORLANDO PESSUTI (GOVERNADOR DO PARANÁ) E PROF. NEWTON POHL RIBAS (UFPR). NO DESTAQUE, NÉLIO RIBAS CENTA (PRESIDENTE DA APCBRH) ENTREGANDO AS PLACAS ALUSIVAS.



FIGURA 25 - EM 2007, COM APOIO DA SETI/ FUNDO PARANÁ, O LQL DO PARLPR DA APCBRH RECEBEU POR COMODATO DA UFPR, UM CONTADOR DE BACTÉRIAS TOTAL (CBT). PROJETO, "INCREMENTO E AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DO LEITE". NO DESTAQUE JOSÉ AUGUSTO HORST (APCBRH), ALTAIR ANTONIO VALLOTO (APCBRH), PROF. NEWTON POHL RIBAS (UFPR) E HANS JAN GROENWOLD (PRESIDENTE DA APCBRH).



FIGURA 26 - EM 2007, FOI APROVADO PELA SETI/ FUNDO PARANÁ A AQUISIÇÃO DE FRASCOS PARA COLETA DE AMOSTRAS DE LEITE NAS PROPRIEDADES PARTICIPANTES DO PROGRAMA "LEITE DAS CRIANÇAS" DO PROJETO GESTÃO DA PRODUÇÃO E QUALIDADE DO LEITE ENTRE UFPR/ FUNPAR/ APCBRH/ SEAB. NO DESTAQUE PROF. NEWTON POHL RIBAS (UFPR) E JOSÉ AUGUSTO HORST (APCBRH)



FIGURA 27 - EM 2007, FOI APROVADO PELA SETI/ FUNDO PARANÁ A AQUISIÇÃO DE INSUMOS PARA ANÁLISE DA QUALIDADE DO LEITE DE AMOSTRAS COLETADAS NAS PROPRIEDADES PARTICIPANTES DO PROGRAMA “LEITE DAS CRIANÇAS” DO PROJETO GESTÃO DA PRODUÇÃO E QUALIDADE DO LEITE ENTRE UFPR/FUNPAR/APCBRH/SEAB. NO DESTAQUE JOSÉ AUGUSTO HORST (APCBRH)



FIGURA 28 - EM 2010, COM APOIO DO MAPA-EMBRPA/ MCT-CTAGRO/ FINEP, O LQL DO PARLPR DA APCBRH RECEBEU POR COMODATO DA UFPR, UM CONTADOR COMBINADO DE CÉLULAS SOMÁTICAS E DETERMINAÇÃO DE COMPONENTES (FCM). PROJETO “CONSOLIDAÇÃO DA RBQL”, EM APOIO AO PNMQL DO MAPA. NO DESTAQUE, PROF. NEWTON POHL RIBAS (UFPR) E JOSÉ AUGUSTO HORST (APCBRH)



FIGURA 29 - EM 2011, COM APOIO DO MAPA-EMBRPA/ MCT-CTAGRO/ FINEP, O LQL DO PARLPR DA APCBRH RECEBEU POR COMODATO DA UFPR, UM CONTADOR AUTOMÁTICO DE BACTÉRIAS DE LEITE CRU (IBC). PROJETO, “CONSOLIDAÇÃO DA RBQL”. NO DESTAQUE, JOSÉ AUGUSTO HORST (APCBRH) E PROF. NEWTON POHL RIBAS (UFPR)



FIGURA 30 - EM 2008, POR OCASIÃO DO III CONGRESSO BRASILEIRO DO CBQL, RECIFE – PB, DIRIGENTES DA RBQL E CBQL, HOMENAGEARAM O RESPONSÁVEL PELO PROJETO NACIONAL, APROVADO NO COMITÊ GESTOR DO CTAGRO/ MCT, VISANDO A CONSOLIDAÇÃO DOS LABORATÓRIOS DA RBQL, EM APOIO AO PNMQL DO MAPA. NO DESTAQUE, PROFS. SEVERINO BENONE PAES BARBOSA (PRESIDENTE DO CONGRESSO) E NEWTON POHL RIBAS (UFPR)



FIGURA 31 - PROF. NEWTON POHL RIBAS (UFPR-PRESIDENTE DE HONRA DO IV CONGRESSO), ADIL KNACKFUSS VAZ (UDESC- PRESIDENTE DO IV CONGRESSO) E MARCOS VEIGA DOS SANTOS (PRESIDENTE DO CBQL), COORDENADORES DO IV CONGRESSO BRASILEIRO DE QUALIDADE DO LEITE. FLORIANÓPOLIS – SC, SETEMBRO, 2010



FIGURA 32 - EM SETEMBRO DE 2011, REALIZAÇÃO DO I WORKSHOP DE ATUALIZAÇÃO EM NUTRIÇÃO DE BOVINOS LEITEIROS E QUALIDADE DO LEITE COM APOIO DA APCBRH/ FAEP-SENAR/ UFPR/ MCGILL/ GOVERNO DE QUEBEC. NO DESTAQUE HUMBERTO MONARDES (MCGILL), DANIEL LEFEBVRE (VALCTA) E BRIAN CORRIGAN (VALACTA)



FIGURA 33 - EM SETEMBRO DE 2011, I WORKSHOP DE ATUALIZAÇÃO EM NUTRIÇÃO DE BOVINOS LEITEIROS E QUALIDADE DO LEITE COM APOIO DA APCBRH/ FAEP-SENAR/ UFPR/ MCGILL/ GOVERNO DE QUEBEC. NO DESTAQUE, TÉCNICOS DA APCBRH, UFPR E MCGILL



FIGURA 34 - EM MAIO DE 2012, II WORKSHOP DE ATUALIZAÇÃO EM NUTRIÇÃO DE BOVINOS LEITEIROS E QUALIDADE DO LEITE, COM APOIO DA APCBRH/ FAEP/ SENAR/ UFPR/ MCGILL/ GOVERNO DE QUEBEC. NO DESTAQUE PROFS. HUMBERTO MONARDES (MCGILL) E NEWTON POHL RIBAS (UFPR) E TÉCNICOS BRASILEIROS TREINADOS PELO CONVÊNIO UFPR/ APCBRH/ MCGILL UNIVERSITY/ CIDA



FIGURA 35 – EM MAIO DE 2012, OS PROFS. NEWTON POHL RIBAS (UFPR) E HUMBERTO MONARDES (MCGILL UNIVERSITY), COORDENADORES DO CONVÊNIO, CELEBRANDO 23 ANOS DO INÍCIO DAS ATIVIDADES EM 1989, PROJETO DE COOPERAÇÃO INTERNACIONAL QUE POSSIBILITOU EM 1991, INSTALAÇÃO DO PRIMEIRO LABORATÓRIO DE ANÁLISE DA QUALIDADE DO LEITE JUNTO AO PARLPR DA APCBRH, CURITIBA - PR

Segundo Dürr *et al.* 2011, informações de produção, manejo, reprodução, classificação para tipo e qualidade do leite, fornecem aos produtores e instituições, índices zootécnicos sobre a performance dos rebanhos, de forma que decisões poderão ser tomadas visando a gestão, avaliações genéticas, rastreabilidade de animais e de produtos lácteos e planejamento estratégico da cadeia láctea.

2.2 QUALIDADE DO LEITE

Segundo Fonseca e Santos (2000), 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.

Por ser um produto extremamente perecível, o valor nutritivo do leite pode ser facilmente deteriorado por higiene deficiente, manipulação excessiva e manejo inadequado dos animais em produção. A baixa qualidade do leite (propriedades nutricionais, composição e condições sanitárias) acarreta prejuízos na produção, no rendimento dos derivados lácteos, tempo de prateleira, estabilidade do UHT e composição do leite pasteurizado (MONARDES, 1998).

Na última década é notória a preocupação com a utilização de parâmetros da qualidade do leite para detectar problemas com as práticas de produção e determinar o valor econômico do leite. Países que desejam competir no mercado internacional de produtos lácteos devem demonstrar que a qualidade do leite ao nível interno também obedece aos padrões de alta qualidade. Além da demanda dos consumidores por produto de maior qualidade, também está ocorrendo uma mudança de responsabilidade do governo para os produtores de alimentos, assegurando esta qualidade, e portanto, os produtores e processadores são responsáveis pelo contínuo monitoramento da produção e industrialização dos produtos lácteos (BARBANO, 1992; GODKIN, 2000).

A qualidade e a segurança alimentar têm recebido maior atenção da população e das autoridades sanitárias, especialmente em relação à inocuidade e perigos microbiológicos presentes nos produtos e subprodutos de origem animal, entre eles o leite (NERO *et al.*, 2005, RIBEIRO *et al.*, 2009).

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

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.

Os parâmetros relacionados com a qualidade higiênica do leite são bastante variados, destacando-se a CCST, que é um dos requisitos que mais cresce em importância para determinação da qualidade e o pagamento do leite em diversos

países. A CCST está consagrada como indicador da qualidade do leite cru, possibilitando avaliação da gestão de programas que focam a saúde da glândula mamária (LIMA *et al.*, 2006; PANTOJA; REINEMANN; RUEGG, 2009; PETERS *et al.*, 2009).

Desde 1992, autoridades sanitárias de diversos países têm estabelecido limites regulatórios para CCST (Tabela 1).

TABELA 1 - LIMITES LEGAIS PARA CONTAGEM DE CÉLULAS SOMÁTICAS EM LEITE DE TANQUES (CCST), PRATICADOS POR 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: MONARDES (1998)

Os limites legais de células somáticas foram estabelecidos de maneira progressiva. Schukken *et al.* (1992a), Dekkers, Erp e Schukken (1996) e Sargeant, Chukken e Leslie (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.

O PNMQL através das IN51 (BRASIL, 2002) e 62/ MAPA, estabeleceu a CCST como um dos critérios de avaliação da qualidade do leite cru resfriado. A modernização do setor aconteceria em diferentes etapas, permitindo a adaptação de produtores e indústrias aos novos critérios (tabela 2).

Na tabela 2, observa-se que o limite legal de CCST estabelecido no Brasil em julho de 2002 de 1.000.000 células/ mL seria reduzido para 400.000 células/ mL em julho de 2011 (BRASIL, 2002). Todavia, atendendo demandas do setor através dos produtores e das indústrias de laticínios, tendo este considerado os parâmetros muito rígidos, fator que dificultaria o enquadramento da maioria dos produtores, o MAPA postergou o limite de CCST para julho de 2015 (BRASIL, 2011).

A nova regulamentação exige maior especialização do produtor e adequação da cadeia produtiva do leite às normas estabelecidas.

TABELA 2 – REQUISITOS DE CCST PARA O LEITE CRU RESFRIADO NO BRASIL, NSTRUÇÕES NORMATIVAS Nº 51 e 62 – MAPA

CCST células/ mL		
A partir de	A partir de	A partir de
01/07/2002 ²	01/07/2005 ²	01/07/2008 ²
01/07/2004 ³	01/07/2011 ³	01/07/2008 ³
01/01/2012	01/07/2014	01/07/2015
Máximo	Máximo	Máximo
1.000.000 ¹	750.000 ¹	400.000 ¹
600.000 ⁴	500.000 ⁴	400.000 ⁴

FONTE: BRASIL (2002), BRASIL (2011)

¹ IN 51

² Regiões Sul, Sudeste e Centro-Oeste

³ Regiões Nordeste e Norte

⁴ IN 62

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. Cerca de 90% a 95% dos casos de mastites é causada por microrganismos, caracterizando-se por alterações físicas, químicas e, em geral, bacteriológicas do leite e por alterações patológicas do tecido glandular, provocando alterações na concentração de lactose, proteína e gordura (BLOOD; RADOSTITS, 1991; FONSECA; SANTOS, 2000).

Fonseca e Santos (2000) consideram que a mastite é 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), 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; SANTOS, 2000). No Brasil, Fonseca e

Santos (2000) registram que possam ocorrer perdas na produção entre 12% e 15% em função da alta prevalência da mastite nos rebanhos.

A mastite pode ser dividida em dois grandes grupos quanto a sua forma de manifestação. Uma delas é a mastite clínica, caracterizada por 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; 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; 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 polimorfo nucleares, excretadas no leite.

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

A incidência de mastite subclínica apresenta 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 de CCS no leite, por meio 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: negativos, traços, um, dois ou três sinais positivos, os quais apresentam correlação com a CCS da amostra (FONSECA; SANTOS, 2000).

Segundo o NMC¹ (1999), citado por PAULA (2002), o CMT apresenta como desvantagens a possibilidade de erros nas dosagens de reagente e de leite, diminuindo 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 meio de diagnóstico de mastite subclínica no momento da ordenha e permite identificar rapidamente o quarto acometido.

Segundo o NMC (1999); Fonseca e Santos (2000), o WMT é um teste resultante do aprimoramento do CMT. 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 2mL 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; 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.

As células somáticas do leite são constituídas basicamente pelos leucócitos (glóbulos brancos do sangue) e pelas células epiteliais originadas na glândula mamária (BRITO, 1999). Alguns tipos de leucócitos (granulócitos, monócitos e alguns linfócitos) são formados na medula óssea e outros (linfócitos e plasmócitos), no tecido linfóide. Após sua formação, são transportados pelo sangue para as áreas de inflamação, fornecendo uma defesa rápida e potente contra qualquer agente infeccioso presente (NASCIF JR., 2001).

A CCS do 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; HOGAN, 1998; RIBAS, 1999).

A análise da CCS é realizada através de laboratórios de análise da qualidade do leite utilizando-se de equipamentos eletrônicos reconhecidos pelo IDF/FIL, os mais modernos e precisos na avaliação da saúde da glândula mamária de vacas individuais e do rebanho.

¹ NATIONAL MASTITIS COUNCIL (NMC). **Laboratory Handbook on Bovine Mastitis**. Madison: National Mastitis Council, 1999.

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
1	16	700	
	18	800	11
	20	900	
	22	1.000	12
2	25	1.200	>12

FONTE: NMC (1999)

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

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

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 as ordenhas, principalmente se houver falhas no funcionamento do sistema de ordenha. É caracterizada pela alta incidência de casos clínicos, geralmente de curta duração, frequentemente com a manifestação aguda e com maior concentração nos momentos de pré e pós-parto (FONSECA; SANTOS, 2000).

2.4 CONTAGEM DE CÉLULAS SOMÁTICAS

Células somáticas do leite são caracterizadas como 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 respondem por 98% a 99% das células encontradas no leite (PHILPOT; NICKERSON, 1991; MONARDES, 1994).

Segundo Harmon e Reneau (1993); Monardes (1994) e Harmon (1998b), os leucócitos incluem macrófagos, linfócitos e neutrófilos. Por ocasião de processo inflamatório, os neutrófilos podem passar a compor cerca de 90% das células do leite. Na tabela 4 podem-se observar as diferentes proporções de leucócitos no leite normal e no leite com mastite.

TABELA 4 - TIPOS DE CÉLULAS NO LEITE NORMAL E COM MASTITE

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. Assim, CCS do leite de animais sadios é normalmente menor que 300.000 células/ mL (PHILPOT, 1998b; NMC, 1999; MACHADO; PEREIRA; SARRÍES, 2000; NMC, 2001; FONSECA; SANTOS, 2000).

A CCST é uma medida indireta da prevalência do percentual de quartos de mamários infectados no rebanho apresentando relação positiva com a prevalência da mastite no rebanho. Em termos de metas para saúde da glândula mamária recomenda-se CCS do tanque menor que 250.000 células/ mL (SCHUKKEN *et al.*, 1993; WILSON *et al.*, 1997; SARGEANT; SCHUKKEN; LESLIE, 1998; WELLS; OTT, 1998; NMC, 1999; SMITH; HOGAN, 2001; SANTOS, 2006).

Segundo Santos (2006), pode-se classificar a CCST dos rebanhos em baixa (< 150.000 células/ mL), média (150.000 a 250.000 células/ mL) e alta (250.000 a 400.000 células/ mL), justificando que grande parte desta variação, pode ser explicada pelo manejo adotado.

Assim, rebanhos com baixa CCS apresentam melhores condições de higiene que os de alta CCS, reduzindo a exposição aos patógenos e sua transmissão durante a ordenha.

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

TABELA 5 - ESTIMATIVA DA PREVALÊNCIA DE INFECÇÃO E PERDAS NA PRODUÇÃO DE LEITE ASSOCIADAS COM ELEVADAS CCST

CCST (x 1.000 células/mL)	(%) QUARTOS INFECTADOS NO RABANHO	(%) ¹ PERDAS NA PRODUÇÃO DE LEITE
200	6	0
500	16	6
1.000	32	18
1.500	48	29

FONTE: HARMON e RENEAU (1993)

¹ As perdas de produção são calculadas como uma percentagem da produção esperada com a CCST de 200.000 células/mL

Segundo Santos e Fonseca (2002) a redução na produção de leite com aumento do escore de células somáticas ocorre devido ao dano físico nas células epiteliais secretoras da glândula mamária, assim como a alterações na permeabilidade vascular do alvéolo secretor.

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 1.000células/ mL)
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, Pereira e Sarríes (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.

Diversos autores têm relatado que a CCS do leite pode variar segundo diversos fatores, entre eles, idade do animal, estágio de lactação, estresse, mês do ano, ano, rebanho, região e idade da amostra.

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

2.5.1 Efeito do Mês de Análise

Na Holanda, Schukken *et al.* (1990), encontraram diferenças significativas no mês de análise sobre a CCST dos rebanhos estudados, observando maiores médias no outono e menores na primavera, justificando o aumento da variável quando as

vacas eram soltas para pastoreio, sugerindo que existe interferência de pastoreio, temperatura e umidade sobre a CCS.

Segundo Harmon e Reneau (1993) e Harmon (1998a), o verão é o período de maior incidência de mastite clínica, especialmente as de origem ambiental. O estresse de altas temperaturas e umidade aumenta a susceptibilidade às infecções e o número de patógenos aos quais os animais estão expostos.

Segundo Harmon (1994) e Philpot e Nickerson (2002), a CCS pode aumentar nos meses mais quentes do ano, em decorrência da menor produção de leite e conseqüentemente maior concentração das células somáticas. Aliando-se a estes fatos a maior probabilidade de ocorrência de infecção intramamária, isoladamente o principal fator responsável pela elevação da CCS.

Ostrensky (1999) estudando a CCS no Estado do Paraná, registrou maiores valores entre os meses de novembro a abril, justificado pela maior quantidade de vacas em final de lactação.

Ott, Wells e Smith (1999), nos Estados Unidos, analisando médias geométricas da CCST, encontraram os maiores valores no verão (agosto com 336.700 células/ mL) e os menores no inverno (novembro com 257.000 células/ mL).

Adkinson *et al.* (2001), analisando amostras mensais de CCST provenientes de 150 produtores dos Estados do Texas, Louisiana e Mississipi, nos Estados Unidos, durante o ano de 1998, encontraram as maiores médias de CCST nos meses de julho, agosto e setembro.

Noro (2004) encontrou nos meses de dezembro e janeiro os maiores ECS (3,72 e 3,75) e nos meses de abril, maio e junho os menores ECS (3,42, 3,47 e 3,48), justificados pelas condições ambientais desfavoráveis no verão, altas temperaturas e umidade.

Paula *et al.* (2004) e Magalhães *et al.* (2006) estudando amostras de tanques, encontraram diferenças significativas para o mês de análise, observando os maiores valores no verão e os menores no final do inverno e início da primavera, justificando estas diferenças pelo aumento na umidade, maior estresse térmico e maior susceptibilidade dos animais a infecções, favorecendo a incidência de mastite nos meses de verão.

2.5.2 Efeito do Ano de Análise

Este efeito tem sido sistematicamente estudado por diversos pesquisadores, apresentando significativa influência sobre a CCST.

Schukken *et al.* (1990), estudando a CCST de 27.000 rebanhos na Holanda durante seis anos consecutivos, observaram redução significativa de 375.000 células/ mL em 1982 para 300.000 células/ mL em 1987, justificando estes decréscimos pela implantação de cotas de produção de leite na Comunidade Européia.

Schukken *et al.* (1992a) e Schukken *et al.* (1993) analisaram dados de qualidade do leite de 9.500 fazendas em Ontário, Canadá, coletados durante o período de janeiro de 1985 a setembro de 1991. Estes registraram redução na CCST durante o período estudado e ainda observaram uma tendência sazonal significativa ($P < 0,001$). Tendência sazonal significativa ($P < 0,001$): menores médias de CCST em abril e as maiores em outubro, sendo assim, o efeito sazonal correu em todos os anos.

Sargeant, Schukken e Leslie (1998) também analisando dados de CCST de 9.500 fazendas em Ontário, Canadá, de março de 1985 a julho de 1994, encontrando resultados 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 à implantação do limite oficial de 500.000 células/ mL.

Pritchard, Anderson e Myers (2001), estudando CCST de rebanhos da Carolina do Norte, Estados Unidos, observaram que houve um declínio nos valores da CCST de 404.000 células/ mL para 375.000 células/ mL, respectivamente de 1995 para 1999.

Noro (2004) observou uma tendência de elevação do ECS com relação ao ano de controle, 1998 a 2003, passando de 3,08 a 3,58 respectivamente. Brito (2003) justificou aumentos na CCS ao longo dos anos ou estações por maiores índices de pluviosidade, expondo os tetos dos animais a uma maior quantidade de patógenos.

Paula *et al.* (2004) estudando amostras de tanques no Paraná, encontraram diferenças significativas entre anos de análise (1999 a 2001), observando maior média no ano de 2001 com 483.000 células/ mL, esperando uma redução na CCST com a implantação do limite legal estabelecido pelo PNMQL por meio da IN 51.

Magalhães *et al.* (2006), analisando a CCS de rebanhos no Estado de São Paulo, relataram que o ECS diminuiu no período de 2000 a 2002, justificando esta mudança por melhoria nas práticas de manejo dos rebanhos analisados no período.

Moscon *et al.* (2011), ao estudarem registros de CCS no período de 2007 a 2010 no Estado do Espírito Santo, encontraram valores elevados para o período analisado, registrando os maiores valores para os anos de 2007 e 2008 respectivamente 1.176.000 e 1.056.000 células/ mL e 5,96 e 6,05 para o ECS. Estes resultados superam o limite estabelecido de 750.000 células/ mL pela IN 51 (BRASIL, 2002). Justificaram estes resultados pela ineficiência de controle sanitário e baixas condições de manejo da ordenha, sugerindo alta prevalência de animais acometidos por mastite contagiosa.

2.5.3 Efeito de Região

Allore, Oltenacu e Erb (1997), analisando 3.450 rebanhos do nordeste dos Estados Unidos, em sete sub-regiões, no período de julho de 1993 a junho de 1994, observaram diferenças significativas para a variável CCST, justificadas pelas diferenças nos tamanhos dos rebanhos pertencentes a cada região. A maior média de CCST foi de 699.000 células/mL para a região com uma concentração maior de rebanhos pequenos. Estes autores concluíram que as regiões com maiores CCST devem ser avaliadas quanto à utilização deste leite para a industrialização.

Ott, Wells e Smith (1999), analisando médias geométricas da CCST, originárias de 43% dos produtores e 35% da produção dos Estados Unidos, encontraram diferenças significativas ($P < 0,05$) entre as regiões estudadas, no ano de 1997. Observaram menores médias de CCST para o Estado do Novo México, que apresenta clima seco, e maiores médias para os Estados do sul dos Estados Unidos, que se caracteriza por clima quente e úmido.

Norman *et al.* (2001), analisando a CCST de 539.577 rebanhos leiteiros nos Estados Unidos encontraram, também, diferenças significativas entre regiões,

observando menores médias de CCST nos Estados do oeste dos Estados Unidos e as maiores nos Estados do sul.

Noro (2004), estudando no Brasil o ECS entre regiões de diferentes cooperativas no Estado do Rio Grande do Sul, encontrou diferenças significativas, variando o escore entre 3,40 a 3,83. Estas foram justificadas pelo tamanho dos rebanhos e diferenças no sistema de produção.

Paula *et al.* (2004), estudando amostras de tanques em 21 microrregiões no Paraná, encontraram diferenças significativas na CCST, em que a menor média foi de 242.000 células/ mL e a maior de 602.000 células/ mL. Justificaram as diferenças entre regiões pelo nível tecnológico adotado, implantação dos programas de controle da saúde da glândula mamária e pagamento do leite por qualidade, estimulado pelas indústrias de laticínios.

2.5.4 Idade da Amostra

Kennedy² *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, ou seja, 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

² KENNEDY, B. W.; SETHAR, M. S.; TONG, A. K. W.; MOXLEY, J. E.; DOWNEY, B. R. Environmental factors influencing test-day somatic cell counts in Holsteins. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 65, n. 2, p. 275-280, 1982.

mantida sob-refrigeração, recomendando que as amostras devem ser mantidas sobre frigeração proporcionando uma maior segurança para o resultado da análise.

Ostrensky (1999), estudando alguns efeitos de ambiente sobre a CCS no Estado do Paraná de 1994 a 1998, observou que a idade da amostra influenciou significativamente ($P < 0,01$) a CCS e o ECS. Para amostras analisadas no mesmo dia da coleta, as estimativas de médias ajustadas para CCS e ECS foram de 593.000 células/ mL e 4,61, 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) e ECS (4,73). A partir do terceiro dia, as variáveis apresentaram queda em seus valores até o décimo dia, atingindo médias de 520.000 células/ mL e 4,38 para CCS e ECS respectivamente.

Paula *et al.* (2004), ao estudarem a idade das amostras de tanques no Paraná, observaram reduções de 531.000 para 469.000 células/ mL nos valores do primeiro ao quarto dia, bem como a apresentação de redução de 9,98% nas médias ajustadas para a CCS no sétimo dia em relação ao primeiro dia de análise. Embora a idade da amostra afete significativamente a CCS, apenas 29,2% das amostras foram analisadas até o terceiro dia e 78,8% até o sétimo dia.

Monardes *et al.* (1996) no Canadá, relataram que 93% das amostras foram analisadas até o terceiro dia. Registrando ainda que as amostras analisadas nos primeiros dias após a coleta são as que apresentam valores mais próximos do verdadeiro.

Kennedy *et al.* (1982) e Ostrensky (1999) também observaram declínio de 28% e 10,7% respectivamente do primeiro ao oitavo dia. Justificaram a diminuição da CCS com o avanço da idade da amostra devido à lise celular.

Meyer, Machado e Coldebella (2002) verificaram diminuição dos valores iniciais de CCS transformados para logaritmo em amostras de leite, mantidas sob diferentes temperaturas e analisadas com até 15 dias após a coleta.

Souza *et al.* (2005), analisando a CCS no Estado de Minas Gerais em função da temperatura (5°, 27°, 32° e 36°C) e do tempo de armazenamento (1, 3, 5 e 7 dias após a coleta), encontraram decréscimo dos valores iniciais da CCS como efeito mais intenso em amostras de leite classificadas como baixas (236.000) e médias (624.000) em relação às altas (1.320.000 células/ mL). Registraram

decréscimos de 57,6%, 58,5% e 27,9% nos valores iniciais da CCS para amostras mantidas a 27°, 32° e 36°C a partir do sétimo, quinto e terceiro dias, respectivamente. Desta forma, os valores reais da CCS poderiam estar subestimados, pois os efeitos do tempo e da temperatura de armazenamento são evidentes.

Os autores acima citados, não observaram diferenças significativas para amostras analisadas entre o primeiro e o sétimo dia após a coleta, bem como para aquelas amostras mantidas às temperaturas de (5°, 27°, 32° e 36°C), quando analisadas no primeiro dia, enfatizando a necessidade de se encaminhar as amostras de leite sob refrigeração para análise da CCS até sete dias após a coleta.

É consenso entre diversos pesquisadores, dentre eles PHILPOT (1998a) e MONARDES (1998), de que amostras de leite com conservante (Bronopol®) devem ser mantidas entre 2°C e 6°C e analisadas para CCS até o terceiro dia. Normas estabelecidas nos Estados Unidos (Marshall, 1993) recomendam que amostras de leite com conservante e mantidas de 0 a 4,4°C devem ser analisadas até 7 dias após a coleta.

No Brasil, dados dos laboratórios da RBQL mostram alta porcentagem de amostras analisadas com 5 ou mais dias após a coleta. Além do que, por dificuldade de logística, elevadas quantidades de amostras são enviadas aos laboratórios à temperatura ambiente, acarretando redução nos valores de CCST (BRITO *et al.*, 2003; RIBAS; PAULA; ANDRADRE, 2003).

2.6 TRANSFORMAÇÃO LOGARÍTMICA DA CONTAGEM DE CÉLULAS SOMÁTICAS

A transformação logarítmica da CCS em ECS tem sido utilizada para o monitoramento de rebanhos leiteiros, por apresentar propriedades estatísticas superiores às das CCS.

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

Segundo Shook (1982); Shook e Schutz, (1994) e NMC (1999) em diversos países, 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 médios da CCS em dez categorias, que vão de zero a nove, como pode ser observado na tabela 7. 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 em que 80% de seus rebanhos apresentem, no máximo, escore linear três, objetivando melhores pagamentos de leite por qualidade (RIBAS, 1999).

O logaritmo na base dois é utilizado nos programas de controle de rebanhos leiteiros (SHOOK; 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; ANDERTON, 1993).

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)

As vantagens de se utilizar as transformações logarítmicas da CCS são:

- 1) Resultados dos testes de hipóteses mais precisos para o ECS do que para a CCS. Os valores de F na análise de variância para o ECS são aproximadamente o dobro daqueles observados para a CCS. Os erros-padrão e os intervalos de confiança são relativamente menores para o ECS que para a CCS (SHOOK; RUEGG, 1999);
- 2) O ECS tem distribuição de frequência normal, o que é desejável nas análises estatísticas. Ao contrário, a distribuição de frequência da CCS é

fortemente aleatória, com a média substancialmente superior a mediana (HUNT; ANDERTON, 1993; SHOOK; SCHUTZ, 1994; SHOOK; RUEGG, 1999);

- 3) A média do ECS é próxima da mediana, ou seja, cerca de 50% dos valores estão posicionados de cada lado da média. Isto simplifica a interpretação das médias. Para 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; ANDERTON, 1993; SHOOK; SCHUTZ, 1994).

Ostrensky (1999), estudando a comparação entre CCS e ECS, bem como alguns fatores de ambiente que influenciavam a CCS no Estado do Paraná, encontrou os seguintes coeficientes de determinação (R^2) e de variação (CV) para a CCS (0,4282 e 121,07%) e ECS (0,6444 e 25,25%), também encontrou menores erros-padrão trabalhando com ECS.

Shook e Ruegg (1999) realizaram a comparação entre médias aritméticas da CCS em amostras de leite de tanques de 10.224 observações, provenientes de 852 rebanhos, durante 12 meses.

Paula *et al.* (2004) ao estudarem a distribuição de frequência das amostras de leite de tanques para as classes de ECS no Estado do Paraná, observaram que 64,6% das amostras de tanques analisadas se enquadraram no escore cinco ou mais. Estes resultados sugerem elevado nível de mastite nos rebanhos estudados.

2.7 CONTAGEM E ESCORE DE CÉLULAS SOMÁTICAS EM AMOSTRAS DE LEITE DE TANQUES E SUA INFLUÊNCIA NA COMPOSIÇÃO DO LEITE

Diversos autores, tal como Monardes (1998) e Wells e Ott (1998), relatam que altas CCS influenciam a composição do leite, afetando sua qualidade, alterando a permeabilidade dos vasos sanguíneos da glândula mamária e reduzindo a secreção dos componentes do leite sintetizados (proteína, gordura e lactose) pela ação direta dos patógenos ou de enzimas. Interferem no rendimento de derivados lácteos, caracterizados por diferença na textura, alteração nas características organolépticas, tempo de prateleira, estabilidade do UHT e composição do leite

pasteurizado, que resulta em produtos de baixa qualidade e acarreta prejuízos para a indústria de laticínios. Razões para monitorar a CCST incluem a demanda dos consumidores por produtos de alta qualidade e a pressão do mercado internacional (WELLS; OTT, 1998).

Altas CCS causam um aumento na concentração de proteínas séricas, como albuminas e imunoglobulinas, apresentando baixo valor para a indústria de derivados lácteos. Paralelamente, ocorre uma diminuição na concentração de caseína que são as frações mais interessantes do ponto de vista econômico (ROGERS *et al.*, 1989; FONSECA; SANTOS, 2000). Estes autores justificaram esse fenômeno por 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.

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; MITCHELL; BARTLEY, 1989; FONSECA; SANTOS, 2000).

O cálcio e o fósforo também sofrem diminuição com a mastite (ROGERS; MITCHELL; BARTLEY, 1989; FONSECA; SANTOS, 2000; SCHAEFFELBAUM, 2000; SANTOS, 2001). Segundo Fonseca e Santos (2000), isso pode ocorrer pela redução da síntese de caseína e a maioria do cálcio do leite estaria incorporada as micelas de caseína.

2.7.1 Porcentagem de Gordura

Animais com mastite sofrem 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 no leite (SANTOS, 2001).

Diversos pesquisadores têm demonstrado que altas CCST apresentam menores concentrações de gordura no leite, entre eles, Auldist, Coast e Rogers³ (1995), citados por Fonseca e Santos (2000).

Griinari *et al.*, (1998) destacam a influência de outros fatores na concentração de gordura no leite, entre esses, a dieta dos rebanhos. O teor de gordura do leite decresce em consequência da inibição da síntese na glândula mamária ou da escassez dos precursores lipídicos. A dieta pobre em fibras e que contém gordura insaturada, proporciona redução de até 30% do teor de gordura do leite comparativamente à dieta rica em fibras e com gordura saturada.

Segundo Pereira *et al.* (1999), a porcentagem de gordura do leite diminui em função do aumento das CCS. No entanto, diversos trabalhos mostram que a gordura pode estar concentrada no leite quando a produção é reduzida mais intensamente que a síntese de gordura.

Schaellibaum (2000), estudando os efeitos de altas CCS sobre a produção de queijos, encontrou alterações nos principais componentes do leite, observando uma diminuição da gordura de 3,74% para 3,13% quando a CCS aumentou de 100.000 para um milhão de células/ mL.

Pacheco (2011), estudando amostras de leite cru refrigerado em Pernambuco, registrou um coeficiente de correlação negativa de 0,20 entre CCS e Gordura do Leite.

Todavia, outros autores têm encontrado resultados contrários aos citados acima, como Pereira *et al.* (1999) observaram correlação positiva (0,069) entre o teor de gordura do leite e o ECS. Os teores de gordura aumentaram de 3,45 para 3,69% quando o ECS aumentou de zero (entre zero a 17.000 células/ mL) para oito (entre 2.263 a 4.525 mil células/ mL). Os resultados desta pesquisa foram semelhantes àqueles relatados anteriormente por Marques, Balbinotti e Fischer (2002).

Machado, Pereira e Sarrís (2000), estudando amostras de tanque nos Estados de São Paulo e Minas Gerais observaram acréscimos nas porcentagens de

³ AULDIST, M. J.; COATS, S.; ROGERS, G. L. *et al.* Changes in the composition of milk from healthy and mastitis dairy cows during the lactation cycle. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, Melbourne, v. 35, n. 4, p. 427-436, 1995.

gordura (3,58 a 4,15%) quando a CCST aumentou de 500.000 para acima de 1.500 mil células/ mL.

Noro (2004), estudando amostras de leite de diferentes cooperativas vinculadas ao Serviço de Análise de Rebanhos Leiteiros (SARLE/ UPF) no Rio Grande do Sul, observou que a porcentagem de gordura teve um aumento significativo em seus teores entre os escores zero e cinco. Da mesma forma, Marques, Balbinotti e Fischer (2002), na bacia leiteira de Santa Vitória do Palmar-RS, verificaram aumentos lineares no teor de gordura com o aumento da CCS.

Bueno *et al.* (2005), estudando amostras de tanque em Goiás, observaram diferença significativa apenas entre os teores do intervalo 1 (CCS menor ou igual a 200.000 células/ mL) e 2 (CCS entre 201.000 e 400.000 células/ mL), aumentando a gordura do leite de 3,71 para 3,75%, obtendo variação positiva de 0,27%. Registraram também a correlação linear positiva (0,04) entre os teores de gordura do leite e o ECS.

Moscon *et al.* (2011) estudando registros de CCS no Espírito Santo encontraram correlação positiva e de baixa magnitude (0,10) entre teores de gordura e ECS.

2.7.2 Porcentagem de Proteína

Diversos pesquisadores têm demonstrado que altas CCST apresentam menores concentrações de proteína, entre eles, Machado, Pereira e Sarríes (2000), que estudando amostras de tanque nos Estados de São Paulo e Minas Gerais, observaram redução nas porcentagens de proteína (3,22 a 3,18%) quando a CCST aumentou de 500.000 células/ mL para acima de 1.500.000 células/ mL.

Bueno *et al.* (2005), estudando amostras de tanque em Goiás, observaram diferenças significativas entre os teores de proteína quando a CCS aumentou de 200.000 para 1.000.000 células/ mL, diminuindo de 3,35 para 3,18% de proteína. Registrando ainda a correlação negativa (0,23) entre os teores de proteína e o ECS.

Segundo ainda os autores acima, a diferença de 0,17 unidades percentuais corresponde a uma redução da proteína bruta de 5,07%.

Esse percentual, baseando-se em uma produção anual de leite no Estado de Goiás de 2,36 bilhões de litros, representaria uma perda de aproximadamente 4.000

toneladas de proteína. Considerando ainda que 10 litros de leite com 3,35% de proteína seriam suficientes para produzir 1 kg de queijo mussarela, a quantidade de proteína perdida seria suficiente para produzir aproximadamente 12.000 toneladas desse queijo.

A infecção na glândula mamária ocasiona um aumento no pH, provocando mudanças na permeabilidade da membrana que separa o sangue do leite, levando ao aumento do influxo de albumina e de imunoglobulinas para o interior da glândula mamária, aumentando assim a concentração de proteína total do leite (WEAVER; KROGER, 1977; NG-KWAI-HANG *et al.*, 1982). No entanto, paralelamente ao aumento das proteínas séricas no leite, ocorre diminuição na concentração de caseína, devido principalmente à degradação da caseína pelas proteases de origem bacteriana, dos leucócitos e do sangue, e também devido a sua reduzida síntese (SANTOS; FONSECA, 2002; CUNHA *et al.*, 2008).

Todavia, outros autores têm encontrado resultados contrários aos citados acima, como Pereira *et al.* (1999), que observaram correlação baixa e positiva (0,12) entre o teor de proteína bruta do leite e o ECS. Os teores de proteína aumentaram de 3,16 para 3,34% quando o ECS passou de zero (entre zero a 17.000 células/ mL) para oito (entre 2.263 a 4.525.000 células/ mL). Os resultados desta pesquisa foram semelhantes àqueles relatados anteriormente por Marques, Balbinotti e Fischer (2002).

Noro (2004), estudando propriedades leiteiras no Rio Grande do Sul, registrou que a porcentagem de proteína do leite aumentou de 3,00 a 3,22% quando o escore linear de células somáticas passou de 0 para 9.

Moscon *et al.* (2011), estudando registros de CCS no Espírito Santo, encontraram correlação positiva e de baixa magnitude (0,18) entre teores de proteína e ECS.

2.7.3 Porcentagem de Lactose

Vacas com altas CCS apresentam diminuição na concentração de lactose no leite (ROGERS, MITCHELL; BARTLEY, 1989; SCHUKKEN *et al.*, 1992a;

SCHAELLIBAUM, 2000; SANTOS, 2001). Segundo Shuster⁴ *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, 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 provoca redução da 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.

Segundo Harmon (1994) a redução na concentração de lactose no leite com alta CCS equivale a 10% do valor normal. Brito e Dias (1998) mencionaram que esta intensidade da redução pode variar de 5% a 20%.

Silva *et al.* (2000), em amostras de leite de São Paulo, verificaram diminuição gradativa nos teores de lactose à medida que aumentava o ECS, diminuindo de 4,68% para 4,49%.

Schaellibaum (2000), estudando os efeitos de altas contagens de CCS sobre a produção de queijos encontrou alterações nos principais componentes do leite, observando uma diminuição da lactose de 4,90% para 4,21% quando a CCS aumentou de 100 mil para um milhão de células/ mL.

A elevada CCS está associada à diminuição da concentração de lactose e potássio no leite (POLITIS; NG-KEAI-HANG, 1988; CEBALLO; HERNADES, 2001). Outros autores também confirmam que há uma diminuição na concentração de lactose quando se trata de leite de vacas de alta CCS (FERNANDES; OLIVEIRA; TAVOLARO, 2004).

Marques, Balbinotti e Fischer (2002), na bacia leiteira de Santa Vitória do Palmar-RS, verificaram correlação negativa entre a CCS e o teor de lactose no leite. Da mesma forma, Machado, Pereira e Sarríes (2000), estudando amostras de tanque nos Estados de São Paulo e Minas Gerais, observaram diminuição nas porcentagens de lactose (4,53 a 4,43%) quando a CCST aumentou de 500.000 células/mL para acima de 1.500 mil células/ mL.

⁴ SHUSTER, D. E., HARMON, R. J., JACKSON, J. A. *et al.* Suppression of milk production during endotoxin-induced mastitis. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 74, n. 11, p. 3763-3774, 1991.

Noro (2004), estudando propriedades leiteiras no Rio Grande do Sul, constatou que a porcentagem de lactose diminuiu de 4,64% para 4,23% quando o escore de células somáticas variou de zero a nove.

Bueno *et al.* (2005), estudando amostras de tanque em Goiás, observaram diferenças significativas entre os teores de lactose quando a CCS aumentou de 200.000 para acima de 1.000.000 células/ mL, diminuindo de 4,60 para 4,36%, representando assim, uma variação de -5,22%.

Registraram ainda a correlação negativa (0,42) entre os teores de lactose e o ECS. Essa redução foi justificada pela lesão tecidual e também passagem do carboidrato do lúmen alveolar para a corrente sanguínea (HARMON, 1994; AULDIST; COATS; ROGERS, 1995).

Machado, Pereira e Sarríes (2000) justificaram a redução na porcentagem de lactose em função do aumento na CCS pela menor capacidade de síntese do epitélio mamário infectado, utilização da lactose pelos patógenos intramamários e da perda da lactose para a corrente sanguínea devido o aumento de permeabilidade de membrana.

Pacheco (2011), estudando amostras de leite cru refrigerado em Pernambuco, registrou um coeficiente de correlação negativo (0,35) entre CCS e a Lactose.

2.7.4 Porcentagem de Sólidos Totais

Diversos pesquisadores têm demonstrado que altas CCST apresentam menores concentrações de sólidos totais, entre eles, Brito e Dias (1998) registraram que a presença de mastite acarreta redução na concentração de sólidos totais em intensidade variável entre 3% e 12%.

Bueno *et al.* (2005), avaliando amostras de tanque em 2002 e 2003 no Estado de Goiás, registrou que quando a CCST aumentava de 200.000 para mais de 1.000.000 células/ mL os sólidos totais reduziam de 12,61% para 12,20%, justificadas por alterações observadas nos teores de proteína e lactose, representando uma redução de 3,25%. Também, registraram a correlação linear negativa (0,16) entre a concentração de sólidos totais e o ECS. Estes resultados estão de acordo com as reduções citadas por Brito e Dias (1998), porém, Machado,

Pereira e Sarríes (2000) e Silva *et al.* (2000) não observaram diferenças significativas. Essa ausência de significância, segundo os autores, decorre concomitantemente com o aumento da concentração de gordura, que poderia mascarar o efeito da redução dos teores de proteína e lactose sobre a concentração de sólidos totais.

Pacheco (2011), estudando amostras de leite cru refrigerado em Pernambuco, registrou um coeficiente de correlação negativo (0,19) entre CCS e sólidos totais.

Todavia, outros autores têm encontrado resultados contrários aos citados acima. Machado, Pereira e Sarríes (2000), estudando amostras de tanque nos Estados de São Paulo e Minas Gerais, observaram acréscimos nas porcentagens de sólidos totais (12,37 a 12,30%) quando a CCST aumentou de 500.000 células/ mL para acima de 1.500 mil células/ mL, todavia não verificaram diferenças significativas na concentração de sólidos totais à medida que ocorria elevação da CCST.

Hartmann (1999), estudando amostras de tanque no Estado do Paraná, Santa Catarina e São Paulo, observou aumento da concentração de sólidos totais segundo o ECS, aumentando de 12,20% a 12,41% quando o ECS variou de um a sete, justificado pelo autor pelo fato da redução da produção de leite ser mais acentuada que o decréscimo da produção de gordura, ocorrendo concentração desse componente, tendo em vista a alta incidência de mastite nos rebanhos estudados. Registrou ainda correlações positivas entre os teores de sólidos totais e a CCST (0,01) e com o ECS (0,02).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 MATERIAL DE ANÁLISE

3.1.1 Origem dos Dados

Os dados utilizados neste estudo são provenientes do banco de dados do LQL do PARLPR da APCBRH, fruto do convênio de cooperação entre a UFPR, APCBRH, McGill University e CIDA, credenciado pelo MAPA e pertencente a RBQL, localizado em Curitiba-PR.

Para o estudo da análise da CCST foram utilizadas 1.950.034 amostras de leite provenientes de propriedades leiteiras localizadas em 10 regiões no Estado do Paraná, analisadas no período de janeiro de 2005 a abril de 2012.

Segundo IPARDES (2004), na tabela 8 e figuras 36 a 39, observa-se a localização das 10 regiões, seus municípios sede, classificação climática, temperatura média anual e umidade relativa anual no Estado do Paraná.

As amostras refrigeradas de leite de tanques de expansão ou de imersão foram coletadas mensalmente nas propriedades leiteiras por pessoal treinado pelas indústrias de laticínios, segundo os procedimentos recomendados pelos manuais de Operações de Campo (HORST, 2008) e de Coleta de Amostras (HORST, 2010) do LQL do PARLPR da APCBRH. As amostras foram acondicionadas em frascos padronizados (70 mL), utilizando-se do conservante bronopol (2-bromo-2-nitropropano-1,3-diol) e enviadas ao LQL para análise dos componentes do leite e CCST.

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 a CCST, utilizando-se do equipamento Somacount 500®, por citometria de fluxo e para quantificar o percentual de gordura, proteína, lactose e sólidos totais através do equipamento automatizado Bentley 2000®, por leitura de absorção infravermelha.

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 (BENTLEY INSTRUMENTS, 1995b).

TABELA 8 - LOCALIZAÇÃO DAS REGIÕES, MUNICÍPIOS SEDE E CLASSIFICAÇÃO CLIMÁTICA, NO ESTADO DO PARANÁ

CÓDIGO REGIÃO	REGIÃO	MUNICÍPIO SEDE	CLASSIFICAÇÃO CLIMÁTICA
1	Noroeste	Umuarama	Cfa - Subtropical
2	Centro Ocidental	Campo Mourão	Cfa - Subtropical
3	Norte Central	Londrina	Cfa - Subtropical
4	Norte Pioneiro	Cornélio Procópio	Cfa - Subtropical
5	Centro Oriental	Ponta Grossa	Cfb - Temperado
6	Oeste	Cascavel	Cfa - Subtropical
7	Sudoeste	Francisco Beltrão	Cfa - Subtropical
8	Centro Sul	Guarapuava	Cfb - Temperado
9	Sudeste	Irati	Cfb - Temperado
10	Metropolitana de Curitiba	Curitiba	Cfb - Temperado

FONTE: Cartas Climáticas do Paraná: IAPAR (1999), Base Cartográfica: IAP (2002), adaptada por IPARDES (2004)

Segundo a classificação de Köppen (IAPAR, 1999) são identificados dois tipos climáticos no Estado do Paraná, Cfa e Cfb, descritos a seguir:

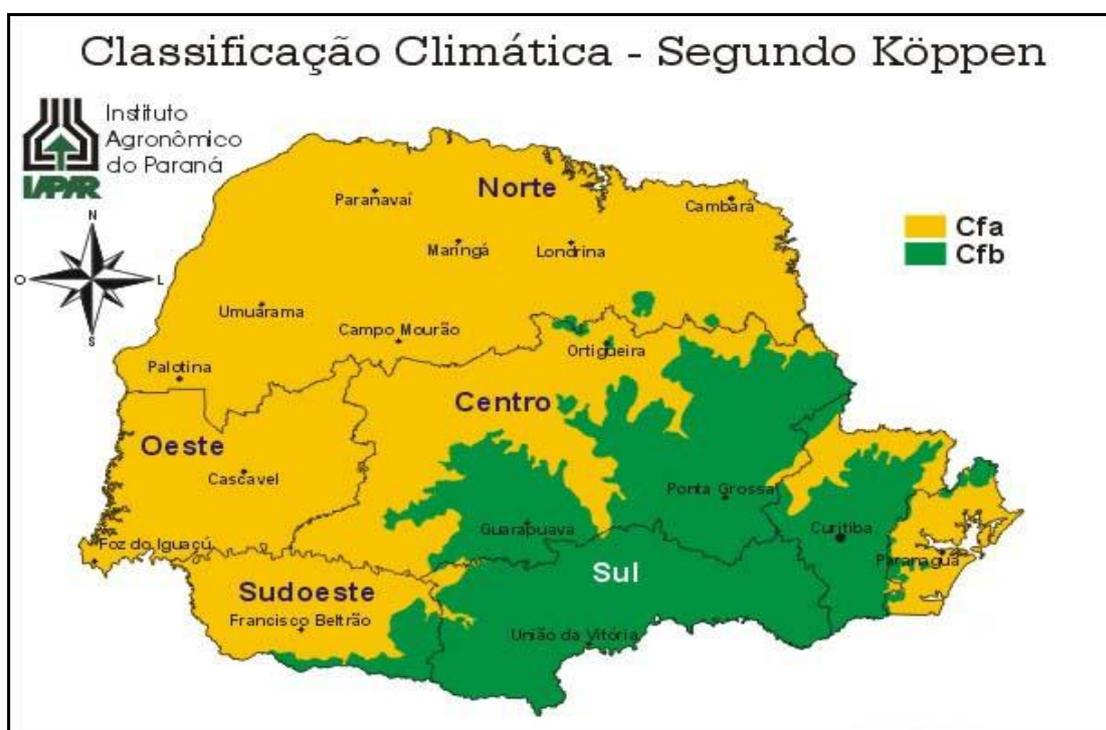
Cfa- Clima subtropical; temperatura média no mês mais frio inferior a 18°C (mesotérmico) e temperatura média no mês mais quente acima de 22°C, com verões quentes, geadas pouco frequentes e tendência de concentração das chuvas nos meses de verão, contudo sem estação seca definida.

Cfb- Clima temperado propriamente dito; temperatura média no mês mais frio abaixo de 18°C (mesotérmico), com verões frescos, temperatura média no mês mais quente abaixo de 22°C e sem estação seca definida.



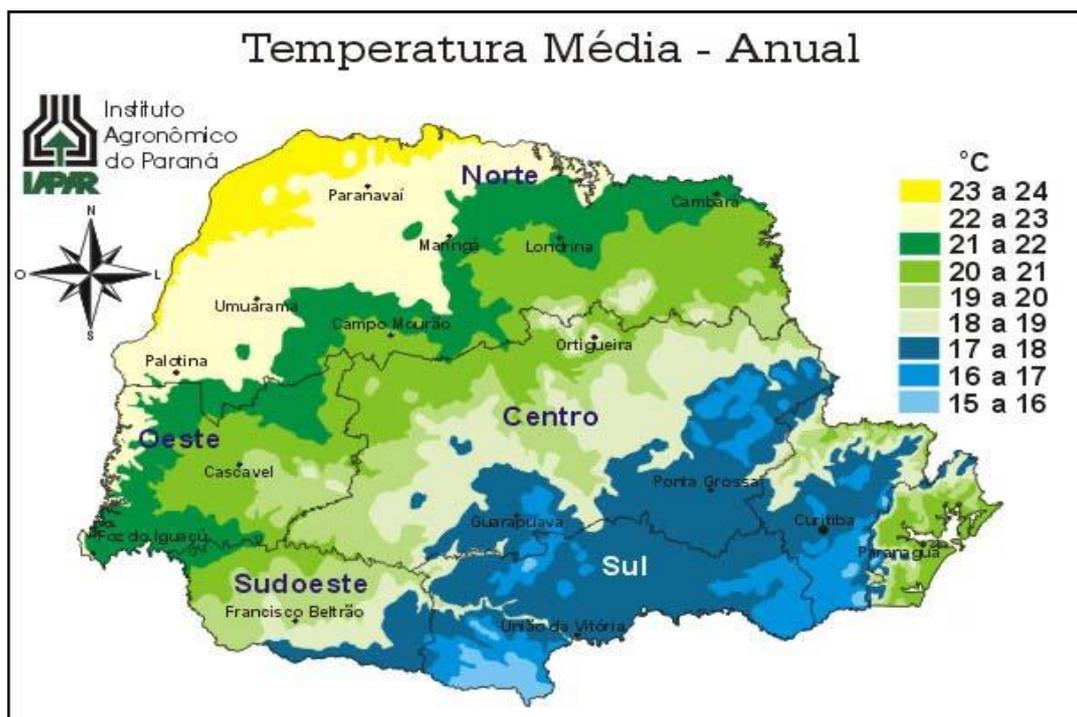
FONTE: Base Cartográfica: IAP (2002), adaptada por IPARDES (2004)

FIGURA 36 - DIVISÃO POLÍTICO-ADMINISTRATIVA E SUAS REGIÕES DO ESTADO DO PARANÁ



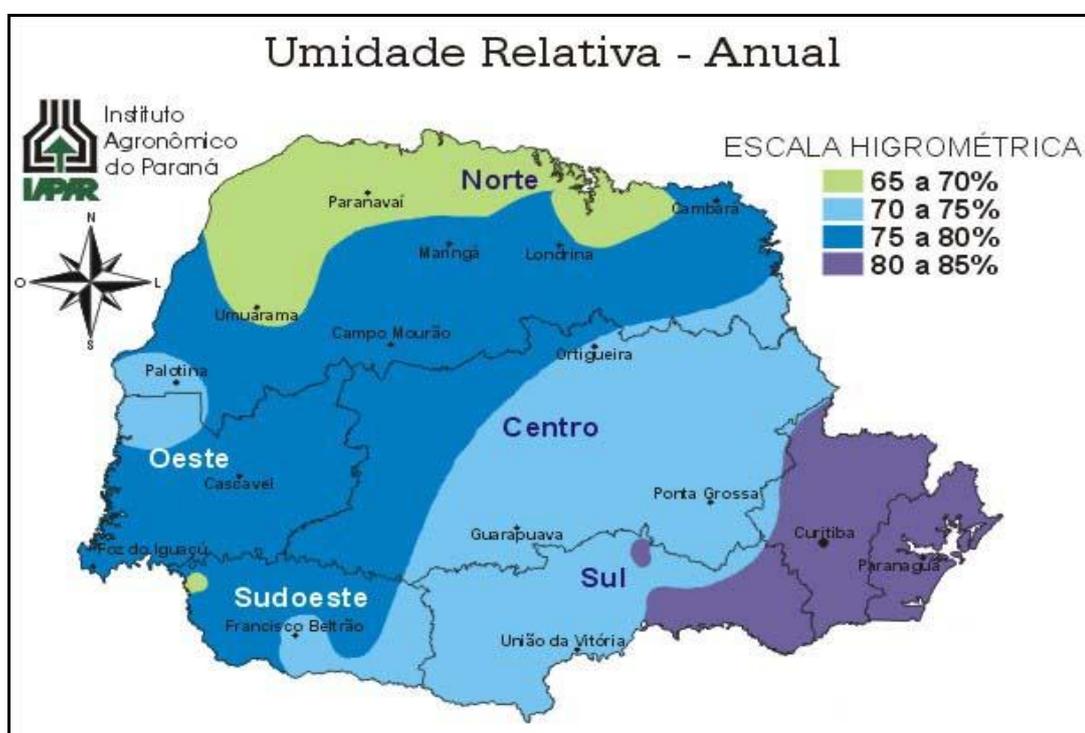
FONTE: Cartas Climáticas do Paraná: IAPAR (1999)

FIGURA 37 - CLASSIFICAÇÃO CLIMÁTICA, SEGUNDO AS DIFERENTES REGIÕES DO ESTADO DO PARANÁ



FONTE: Cartas Climáticas do Paraná: IAPAR (1999)

FIGURA 38 - TEMPERATURA MÉDIA ANUAL, SEGUNDO AS DIFERENTES REGIÕES DO ESTADO DO PARANÁ



FONTE: Cartas Climáticas do Paraná: IAPAR (1999)

FIGURA 39 - UMIDADE RELATIVA ANUAL, SEGUNDO AS DIFERENTES REGIÕES DO ESTADO DO PARANÁ

3.1.2 Preparação dos Dados

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

Segundo Hartmann (1999), Ostrensky (1999) e Paula *et al.* (2004), visando melhor acurácia das análises para amostras de leite de bovinos, as seguintes restrições foram impostas ao banco de dados:

- a) CCS menor ou igual a zero e maior que 4.525.000 células/ mL;
- b) Gordura menor que 1,5% e maior que 6,5%;
- c) Proteína menor que 1,5% e maior que 6,5%;
- d) Lactose menor que 1,5% e maior que 6,5%;
- e) Sólidos totais menor que 4,5% e maior que 18%;
- f) Idade de amostra menor que um e maior que sete dias.

3.1.3 Métodos de Análise

A preparação do banco de dados, triagem prévia dos dados e as análises estatísticas para porcentagens de gordura, proteína, lactose e sólidos totais e CCST foram realizadas no Departamento de Zootecnia do Setor de Ciências Agrárias da UFPR em Curitiba-PR.

A análise dos dados foi realizada adotando-se o programa computacional SAS® versão 9.3 (2011) pelo modelo estatístico tipo III.

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 Generalizados, 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;

d) PROC CORR, para a estimativa dos coeficientes de correlação entre as características estudadas.

As análises das características estudadas foram realizadas utilizando-se do seguinte modelo estatístico:

$$Y_{ijkl} = \mu + M_i + A_j + R_k + I_l + e_{ijkl}$$

Em que:

Y_{ijkl} = observação referente a CCST, ECS e porcentagens de gordura, proteína, lactose, sólidos totais, de amostras de leite de tanques, coletadas no mês i , no ano j , na região k , com idade da amostra l e erro aleatório associado a cada observação e_{ijkl} , onde:

μ = média geral;

M_i = efeito do mês de análise i , sendo $i = 1$ (jan), 2 (fev), ..., 12 (dez);

A_j = efeito do ano de análise j , sendo $j = 2005, 2006, \dots, 2012^*$;

R_k = efeito da região k , sendo $k = 1, 2, \dots, 10$;

I_l = efeito da idade da amostra em dias l , sendo $l = 1, 2, \dots, 7$;

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

*o ano de 2012 está representado apenas por amostras de leite coletadas nos quatro primeiros meses do ano.

A comparação entre médias foi realizada por meio do Teste de Tukey a 1% de probabilidade.

Para obter o estudo das relações dos componentes do leite (% de gordura, % de proteína, % de lactose e % de sólidos totais) com o escore de células somáticas (ECS) foi estabelecido novo modelo estatístico, onde as variáveis dependentes (componentes) foram avaliadas contra as variáveis independentes (mês, ano, região e idade) acrescido do ECS.

As variáveis dependentes avaliadas foram:

- a) CCS, resultado da leitura do equipamento por citometria de fluxo, Somacount 500® (BENTLEY INSTRUMENTS, 1995b), em mil células/mL;
- b) ECS, resultado da transformação logarítmica da CCS (ALI; SHOOK, 1980 e SHOOK, 1982), obtida pela equação $ECS = \log_2 (CCS/100) + 3$. Os valores de ECS correspondentes ao intervalo de CCS de zero a

12.000 células/ mL foram forçados a serem iguais a zero, para se evitarem números negativos;

- c) Concentração de gordura, proteína e lactose realizadas através do equipamento por leitura de absorção infravermelha, Bentley 2000® (BENTLEY INSTRUMENTS, 1995a);
- d) Concentração de sólidos totais é obtida pelo resultado da regressão calculada pelo equipamento citado no item anterior, simultaneamente a realização das leituras dos percentuais de gordura, proteína, lactose e cinzas.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 MEDIDAS DESCRITIVAS

As médias observadas, os respectivos desvios padrão e os coeficientes de variação da CCST, ECS e dos componentes do leite de tanques analisados no período de 2005 a 2012, encontram-se na tabela 9.

TABELA 9 - NÚMERO DE OBSERVAÇÕES (N), MÉDIAS OBSERVADAS, DESVIOS-PADRÃO (DP) E COEFICIENTES DE VARIAÇÃO (CV) DA CONTAGEM DE CÉLULAS SOMÁTICAS DE TANQUE (CCST), ESCORE DE CÉLULAS SOMÁTICAS (ECS), % GORDURA, % PROTEÍNA, % LACTOSE, % SÓLIDOS TOTAIS E IDADE DA AMOSTRA (DIAS)

CARACTERÍSTICAS	N	MÉDIA	±	DP	CV(%)
CCST*	1.950.034	553	±	545	96,10
ECS	1.950.034	4,83	±	1,52	30,06
% Gordura	1.950.034	3,74	±	0,69	17,57
% Proteína	1.950.034	3,22	±	0,27	8,12
% Lactose	1.950.034	4,40	±	0,23	4,61
% Sólidos Totais	1.950.034	12,29	±	0,85	6,79
Idade da Amostra (dias)	1.950.034	2,98	±	1,57	-

*(x 1.000 células/ mL)

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 deste trabalho também é superior às obtidas por Ott, Wells e Smith (1999), nos Estados Unidos, que encontraram médias variando de 257.000 células/ mL em novembro a 336.700 células/ mL em agosto. Pritchard, Anderson e Myers (2001), neste mesmo país, encontraram média de 375.000 células/ mL, em 1999.

No Brasil, Machado, Pereira e Sarríes (2000), trabalhando com número de dados menor, encontraram média e desvio-padrão para a CCST de 505.000 e 593.000 células/ mL respectivamente. Estimativas menores 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 à falta de estímulo por parte das indústrias em estabelecer programas de pagamento de leite por qualidade focando a CCS. Bem como o limite de 500 (x 1.000 células/ mL) encontrado nesta pesquisa, segundo Harmon e Reneau (1993), está associado com 16% de quartos infectados nos rebanhos e com 6% de perdas na produção de leite.

A CCST está consagrada como indicador da qualidade do leite cru, possibilitando avaliação da gestão de programas que focam a saúde da glândula mamária. Assim, no Brasil, o número de laticínios que se utilizam da CCST vem aumentando de forma significativa e, a partir de 2002, fazendo parte inclusive da regulamentação oficial e compulsória da qualidade do leite no país. Logo, esperamos que a partir de 2015, com a implementação da IN 62 (BRASIL, 2011), que estabelece o limite legal de 400.000 células/ mL, ocorra diminuição da CCST ao longo dos anos seguintes.

4.2 DISTRIBUIÇÕES DAS AMOSTRAS DE LEITE DE TANQUE EM CLASSES DE ESCORE DE CÉLULAS SOMÁTICAS

A distribuição das amostras de CCST em classes de ECS estimadas nesta pesquisa encontram-se na tabela 10.

TABELA 10 - CLASSES DE ESCORE DE CÉLULAS SOMÁTICAS (ECS), VARIAÇÃO DA CCST, NÚMERO DE OBSERVAÇÕES (N), NÚMERO DE OBSERVAÇÕES ACUMULADAS (%)

ECS	VARIAÇÃO DA CCST ¹	N	%
0	0 a 17	30.439	1,56
1	18 a 34	42.581	3,74
2	35 a 70	63.934	7,02
3	71 a 140	167.315	15,60
4	141 a 282	384.531	35,32
5	283 a 565	597.231	65,95
6	566 a 1.130	454.298	89,25
7	1.131 a 2.262	170.923	98,01
8	2.263 a 4.525	38.782	100,00
TOTAL		1.950.034	

¹(x 1.000 células/ mL)

Observa-se que 65,95% das amostras se enquadram no escore cinco ou menos. Estes resultados estão abaixo dos objetivos estabelecidos pelos serviços de controle de rebanhos leiteiros dos Estados Unidos e Canadá, que tem como meta atingir um nível tal que 80% de seus rebanhos apresentem, no máximo, escore três (RIBAS, 1999).

A grande frequência de amostras encontradas no ECS cinco ou mais reflete um elevado nível de mastite nos rebanhos analisados, mostrando a importância da implementação de políticas públicas como programas de pagamento do leite por qualidade pelas indústrias de laticínios e com a implementação da IN 62 (BRASIL, 2011) do MAPA, visando a redução dos limites legais de 600.000 células/ mL em 2012 para 400.000 células/ mL em 2015. Segundo Harmon e Reneau (1993), o ECS cinco ou mais obtido neste trabalho estaria associado com 16% de quartos infectados nos rebanhos estudados e com 6% de perdas na produção de leite.

4.3 EFEITOS QUE INFLUENCIARAM A CCS E O ECS EM AMOSTRAS DE LEITE DE TANQUES

O resumo da análise de variância para as duas características estudadas encontram-se na tabela 11.

TABELA 11 - RESUMO DA ANÁLISE DE VARIÂNCIA DA CONTAGEM DE CÉLULAS SOMÁTICAS DE TANQUE (CCST) E DO ESCORE DE CÉLULAS SOMÁTICAS (ECS), NO ESTADO DO PARANÁ

FONTE DE VARIÇÃO	GL	QUADRADOS MÉDIOS	
		CCST	ECS
Mês de análise	11	1.372.097,84**	1.193,58**
Ano de análise	7	3.448.788,21**	1.425,27**
Região	9	25.269.272,94**	37.404,30**
Idade de amostra	6	264.597,45**	350,56**
Resíduo	1.950.000	282.964,74**	2,113**
R ²		0,39	0,46
CV (%)		96,10	30,06

** (P<0,01)

R²: Variação total explicada pelos efeitos incluídos no modelo

Utilizou-se da transformação logarítmica da CCST para o cálculo do ECS em todos os efeitos estudados.

Foram obtidos os seguintes coeficientes de determinação (R²) e coeficientes de variação (CV) para a CCST (0,39 e 96,10%), para o ECS (0,46 e 30,06%). Os erros-padrão foram menores para o ECS, em todos os efeitos estudados. Os resultados desta pesquisa foram semelhantes àqueles relatados anteriormente por Shook e Ruegg (1999) e Ostrensky (1999), que observaram maiores R², menores CV e menores erros-padrão com o uso das transformações logarítmicas para a CCST.

Portanto, estes pesquisadores recomendam a utilização das transformações logarítmicas da CCST em ECS.

4.3.1 Efeito de Mês de Análise

O efeito de mês de análise influenciou significativamente as variáveis CCST e o ECS (P<0,01), como pode-se observar no resumo da análise de variância (tabela 11).

Na tabela 12 e figuras 40 e 41, observa-se que as maiores estimativas de médias ajustadas para CCST e ECS foram no verão, para os meses de janeiro a março (525.000 e 4,78 a 532.000 células/ mL e 4,80), respectivamente. Todavia, as menores estimativas foram encontradas no final do inverno e início da primavera,

para os meses de agosto a outubro (477.000 e 4,63 a 463.000 células/ mL e 4,60) respectivamente. Os resultados desta pesquisa foram semelhantes àqueles relatados anteriormente por Harmon e Reneau (1993); Harmon (1998b); Ott, Wells e Smith (1999) e Pritchard, Anderson e Myers (2001).

Segundo Harmon e Reneau (1993), Harmon (1998b), Paula *et al.* (2004) e Magalhães *et al.* (2006), o verão é o período com a maior incidência de mastite clínica, principalmente a de origem ambiental, justificado pelo estresse de altas temperaturas e umidade que aumentam a susceptibilidade às infecções e aumentam o número de patógenos aos quais as vacas estão expostas.

TABELA 12 - NÚMERO DE OBSERVAÇÕES (N), NÚMERO DE OBSERVAÇÕES ACUMULADAS (%), ESTIMATIVAS DAS MÉDIAS AJUSTADAS E ERROS-PADRÃO (EP) PELO MÉTODO DOS QUADRADOS MÍNIMOS DA CCST E ECS, SEGUNDO O MÊS DE ANÁLISE

MÊS DE ANÁLISE	N	%	CCST ¹			ECS		
			Média ²	±	EP	Média ²	±	EP
Janeiro	165.665	8,50	525 ^a	±	1,43	4,78 ^a	±	0,0039
Fevereiro	161.031	16,75	554 ^b	±	1,45	4,87 ^b	±	0,0039
Março	183.159	26,15	532 ^c	±	1,36	4,80 ^{ac}	±	0,0037
Abril	178.901	35,32	531 ^{cd}	±	1,37	4,81 ^{cd}	±	0,0037
Mai	170.074	44,04	516 ^e	±	1,40	4,77 ^{ae}	±	0,0038
Junho	153.014	51,89	491 ^f	±	1,48	4,69 ^f	±	0,0040
Julho	155.888	59,88	489 ^{fg}	±	1,47	4,68 ^{fg}	±	0,0040
Agosto	157.926	67,98	477 ^h	±	1,45	4,63 ^h	±	0,0039
Setembro	150.967	75,72	450 ⁱ	±	1,47	4,57 ⁱ	±	0,0040
Outubro	159.212	83,89	463 ^j	±	1,45	4,60 ^j	±	0,0039
Novembro	156.159	91,90	491 ^{fk}	±	1,46	4,67 ^{gk}	±	0,0040
Dezembro	158.038	100,00	500 ^l	±	1,46	4,70 ^{kl}	±	0,0039
TOTAL	1.950.034							

¹ (x 1.000 células/ mL)

² Médias seguidas de pelo menos uma mesma letra não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey (P<0,01)

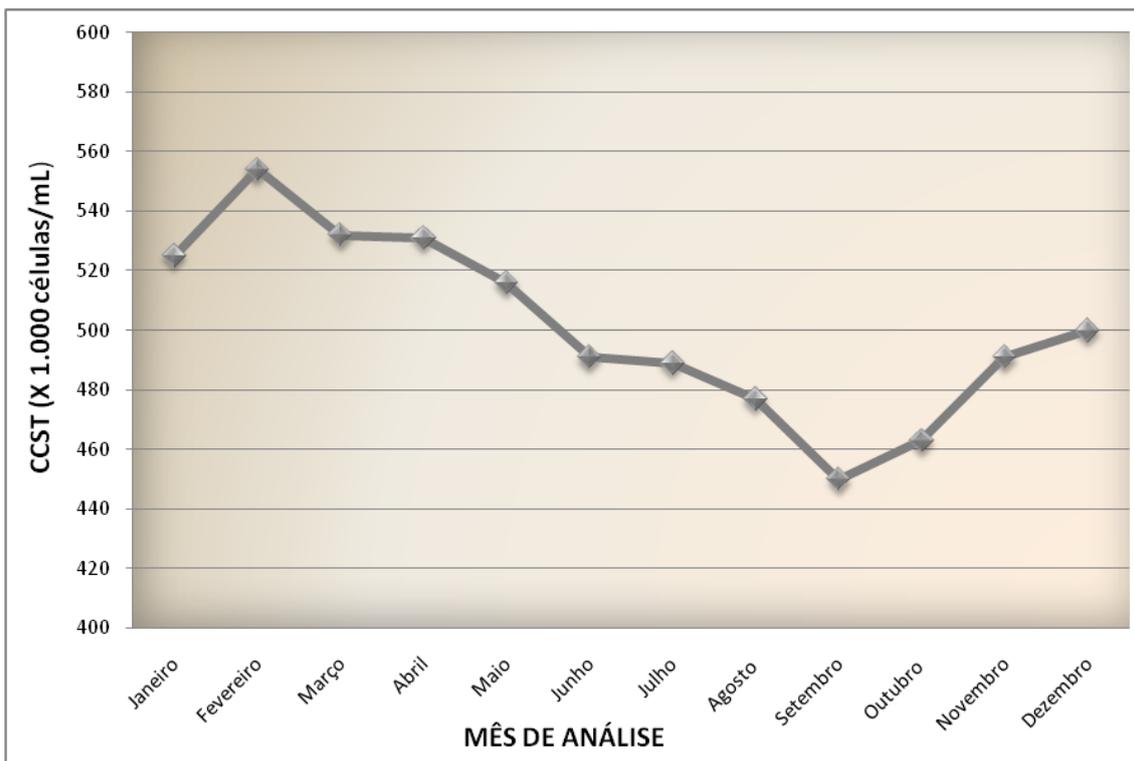


FIGURA 40 - A CONTAGEM DE CÉLULAS SOMÁTICAS (CCST) EM AMOSTRAS DE LEITE DE TANQUES, SEGUNDO O MÊS DE ANÁLISE

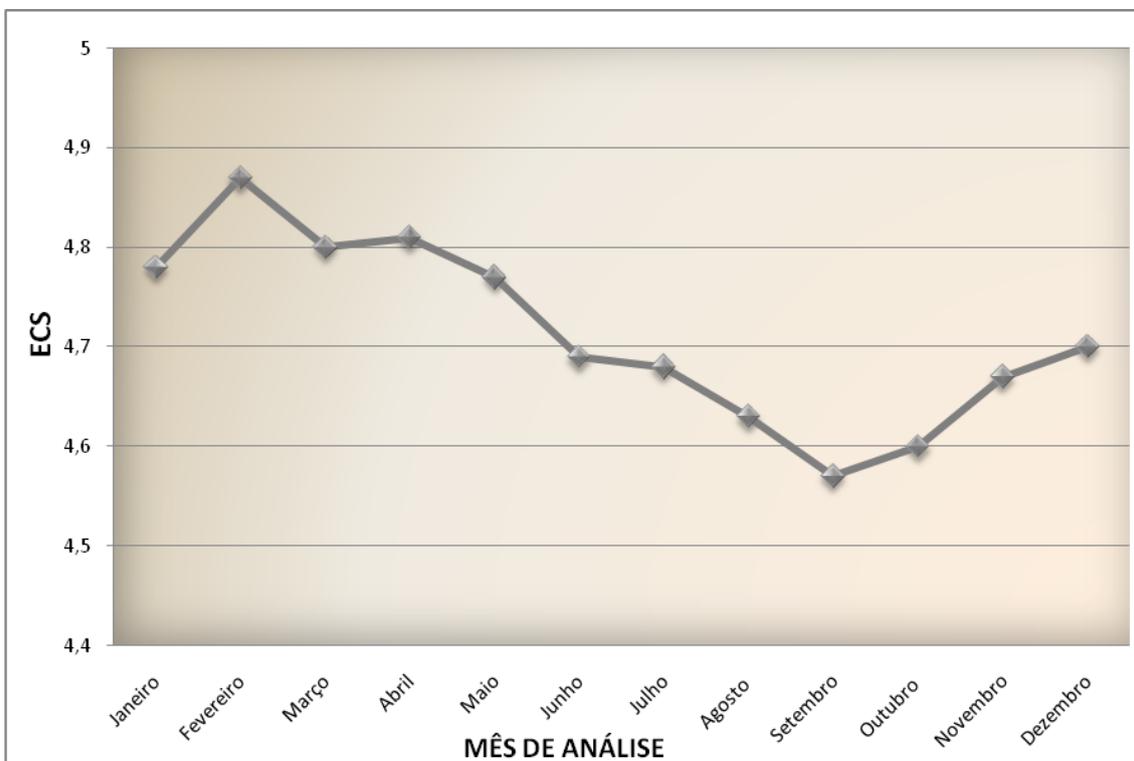


FIGURA 41 - O ESCORE DE CÉLULAS SOMÁTICAS (ECS) EM AMOSTRAS DE LEITE DE TANQUES, SEGUNDO O MÊS DE ANÁLISE

4.3.2 Efeito de Ano de Análise

O efeito de ano de análise influenciou significativamente as variáveis CCST e o ECS ($P < 0,01$), como pode-se observar no resumo da análise de variância (tabela 11).

Na tabela 13, encontram-se as médias ajustadas para CCST, em que os anos de 2006 e 2007 são semelhantes entre si. Todavia, para as médias ajustadas de ECS, os anos de 2008 e 2011 são semelhantes entre si ($P < 0,01$).

Analisando a CCST e o ECS (tabela 13), observa-se que as maiores estimativas das médias ajustadas foram para o ano de 2010 (567.000 células/ mL e 4,85) e as menores para o ano de 2012, registrando que neste ano a análise foi executada com somente quatro primeiros meses do ano (444.000 células/ mL e 4,65) respectivamente.

Nas figuras 42 e 43, fica evidente a tendência de aumento nas médias ajustadas para as variáveis estudadas no período de 2005 a 2010. Entretanto, caracteriza-se uma tendência de diminuir nos anos subsequentes de 2011 e 2012.

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; SCHUKKEN; LESLIE, 1998; GODKIN, 1999) registrando uma redução na CCST ao longo dos anos, justificada pela implantação de limites legais, programas de monitoramento da saúde da glândula mamária e pagamento por qualidade com foco na CCS.

Entretanto, Noro (2004), no Brasil, estudando o ECS entre os anos de 1998 e 2003 no Estado do Rio Grande do Sul, registrou uma tendência de elevação passando de 3,08 para 3,58 respectivamente.

Com a implantação do limite legal de 400.000 células/ mL previsto para 2015 pela IN 62 (BRASIL, 2011), espera-se que a CCST apresente reduções significativas ao longo dos anos, consolidando o PNMQL.

Frente aos resultados encontrados nesta pesquisa, fica evidente a necessidade por parte dos produtores de reavaliarem a gestão dos programas de controle da mastite que focam a saúde da glândula mamária. As indústrias envolvidas devem também reavaliar seus programas de pagamento do leite por

qualidade baseado na CCST e no ECS, relacionando com redução de perdas na produção e melhorando as oportunidades de maior remuneração do leite.

TABELA 13 - NÚMERO DE OBSERVAÇÕES (N), NÚMERO DE OBSERVAÇÕES ACUMULADAS (%), ESTIMATIVAS DAS MÉDIAS AJUSTADAS E ERROS-PADRÃO (EP) PELO MÉTODO DOS QUADRADOS MÍNIMOS DA CCST E ECS, SEGUNDO O ANO DE ANÁLISE

ANO DE ANÁLISE	N	%	CCST ¹			ECS		
			Média ²	±	EP	Média ²	±	EP
2005	125.257	6,42	459 ^a	±	1,63	4,60 ^a	±	0,0044
2006	186.438	15,98	495 ^b	±	1,33	4,72 ^b	±	0,0036
2007	262.332	29,44	493 ^{bc}	±	1,16	4,68 ^c	±	0,0031
2008	326.385	46,17	501 ^d	±	1,07	4,71 ^d	±	0,0029
2009	337.243	63,47	549 ^e	±	1,08	4,81 ^e	±	0,0029
2010	276.463	77,65	567 ^f	±	1,16	4,85 ^f	±	0,0031
2011	287.339	92,38	506 ^g	±	1,12	4,70 ^{dg}	±	0,0030
2012 ³	148.577	100,00	444 ^h	±	1,57	4,65 ^h	±	0,0043
TOTAL	1.950.034							

¹ (x 1.000 células/ mL)

² Médias seguidas de pelo menos uma mesma letra não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey (P<0,01)

³ 2012 está representado por apenas amostras de leite coletadas nos quatro primeiros meses do ano

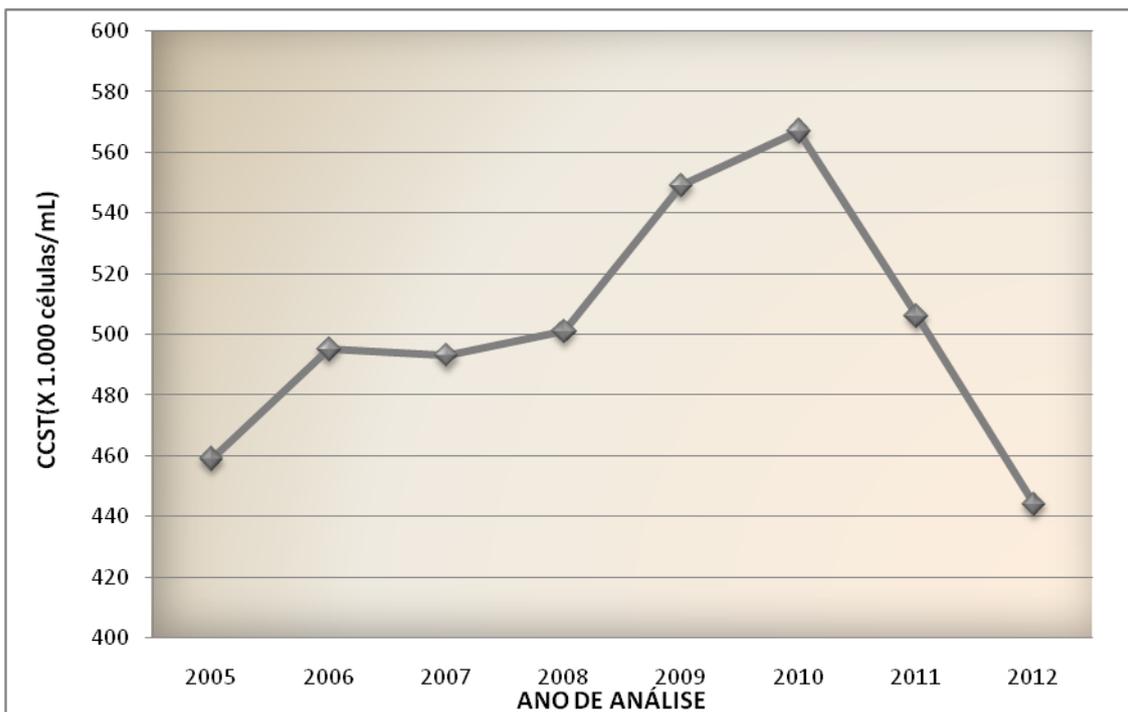


FIGURA 42 - A CONTAGEM DE CÉLULAS SOMÁTICAS (CCST) EM AMOSTRAS DE LEITE DE TANQUES, SEGUNDO O ANO DE ANÁLISE

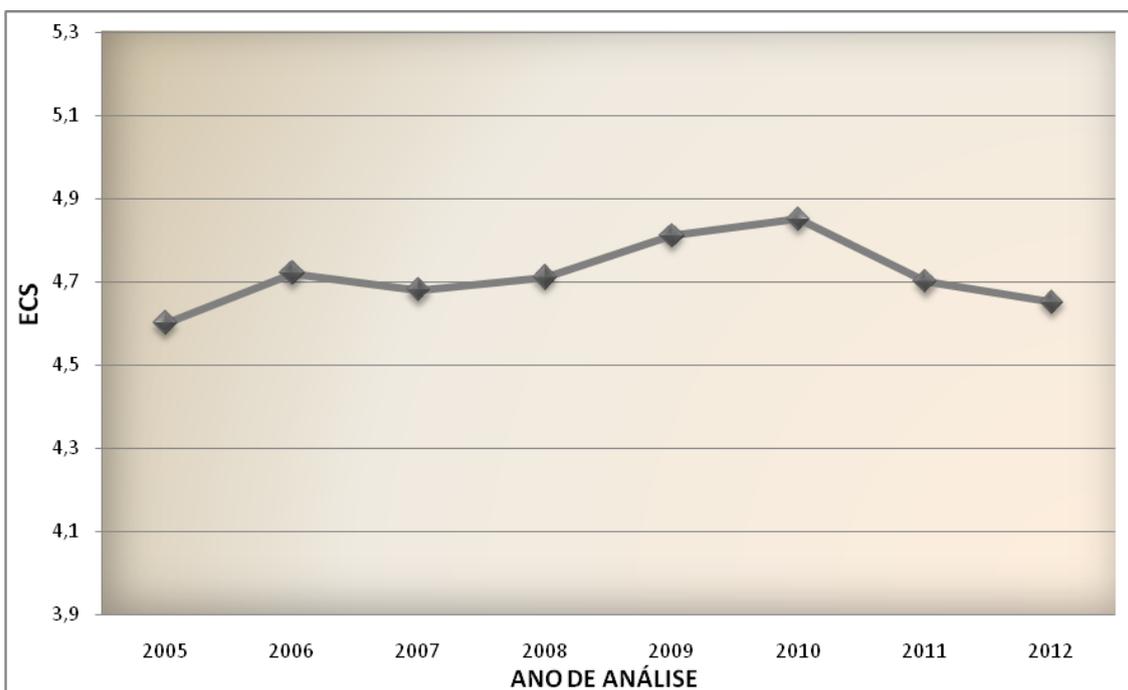


FIGURA 43 - O ESCORE DE CÉLULAS SOMÁTICAS (ECS) EM AMOSTRAS DE LEITE DE TANQUES, SEGUNDO O ANO DE ANÁLISE

4.3.3 Efeito de Região

O efeito de região influenciou significativamente as variáveis CCST e o ECS ($P < 0,01$), como pode-se observar no resumo da análise de variância (tabela 11).

As médias ajustadas e os respectivos erros-padrão para as dez regiões estudadas estão descritas na tabela 14 e figuras 44 e 45. Nestas, observam-se que as menores estimativas de médias ajustadas para CCST e ECS foram de 359.000 células/ mL e 4,20 (Sudoeste - Francisco Beltrão) e as maiores de 668.000 células/ mL e 5,28 (Centro Sul – Guarapuava), respectivamente.

Na tabela 14, observa-se ainda, que todas as médias ajustadas para ECS são diferentes entre si ($P < 0,01$). Todavia, as maiores médias de CCST estão representadas pelas regiões de Centro Sul - Guarapuava, Metropolitana de Curitiba e Sudeste – Irati, respectivamente com 668, 620 e 573 (x 1.000 células/ mL). Estas regiões, segundo a classificação de Köppen (IAPAR, 1999), apresentam clima do tipo Cfb temperado, com temperatura média no mês mais frio entre 15°C e 18°C, verões frescos, temperatura média no mês mais quente abaixo de 22°C, sem estação seca definida e umidade relativa anual entre 70 a 85%.

Os resultados desta pesquisa foram semelhantes àqueles relatados anteriormente por Ott, Wells e Smith (1999) e Norman *et al.* (2001), que nos Estados Unidos encontraram diferenças significativas na CCST entre as regiões estudadas, justificadas pela ocorrência de diferentes tipos de clima, em que as regiões de clima seco tiveram as menores CCST e as de clima quente e úmido as maiores.

Allore, Oltenacu e Erb (1997), trabalhando com sete sub-regiões no nordeste dos Estados Unidos, também encontraram diferenças estatísticas entre as sub-regiões estudadas para a variável CCST, justificadas pelas diferenças no tamanho dos rebanhos pertencentes a cada região.

Emanuelson e Funke (1991); Allore, Oltenacu e Erb (1997); Wells e Ott (1998); Ott, Wells e Smith (1999) e Norman *et al.* (2001), encontraram diferenças entre regiões, justificando-as pela contribuição dos rebanhos nas regiões estudadas sobre a CCST. Estes autores relataram que o nível de tecnologia, de produção e tamanho dos rebanhos influenciaram significativamente a CCST.

Os resultados desta pesquisa foram semelhantes àqueles relatados anteriormente Noro (2004) e Paula *et al.* (2004), no Brasil, justificando as diferenças

encontradas pelo tamanho dos rebanhos, sistema de produção, nível tecnológico adotado, implantação dos programas de controle da saúde da glândula mamária e pagamento do leite por qualidade estimulado pelas indústrias de laticínios daquelas regiões.

Segundo Noro (2004), diferenças significativas entre rebanhos aninhados por cooperativa sobre a CCS são esperadas em função das diferenças genéticas, manejo, alimentação, condições econômicas da exploração, intensidade de descarte, tamanho dos rebanhos e assistência técnica disponível aos produtores pelas cooperativas.

TABELA 14 - NÚMERO DE OBSERVAÇÕES (N), NÚMERO DE OBSERVAÇÕES ACUMULADAS (%), ESTIMATIVAS DAS MÉDIAS AJUSTADAS E ERROS-PADRÃO (EP), PELO MÉTODO DOS QUADRADOS MÍNIMOS DA CONTAGEM DE CÉLULAS SOMÁTICAS DE TANQUE (CCST) E DO ESCORE DE CÉLULAS SOMÁTICAS (ECS), SEGUNDO A REGIÃO

REGIÃO MUNICÍPIO SEDE	N	%	CCST ¹			ECS		
			Média ²	±	EP	Média ²	±	EP
1. Noroeste Umuarama	61.991	3,18	442 ^a	±	2,18	4,48 ^a	±	0,0059
2. Centro Ocidental Campo Mourão	414.991	24,46	405 ^b	±	0,85	4,23 ^b	±	0,0023
3. Norte Central Londrina	145.630	31,93	520 ^c	±	1,46	4,76 ^c	±	0,0039
4. Norte Pioneiro Cornélio Procópio	35.372	33,74	533 ^d	±	2,85	4,80 ^d	±	0,0078
5. Centro Oriental Ponta Grossa	138.721	40,86	435 ^{ae}	±	1,50	4,53 ^e	±	0,0041
6. Oeste Cascavel	135.252	47,79	461 ^f	±	1,50	4,66 ^f	±	0,0041
7. Sudoeste Francisco Beltrão	73.903	51,58	359 ^g	±	2,00	4,20 ^g	±	0,0054
8. Centro Sul Guarapuava	502.468	77,35	668 ^h	±	0,87	5,28 ^h	±	0,0023
9. Sudeste Irati	51.142	79,97	573 ⁱ	±	2,40	5,02 ⁱ	±	0,0065
10. Metropolitana de Curitiba	390.564	100,00	620 ^j	±	0,94	5,18 ^j	±	0,0025
TOTAL	1.950.034							

¹(x 1.000 células/ mL)

² Médias seguidas de pelo menos uma mesma letra não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey (P<0,01)

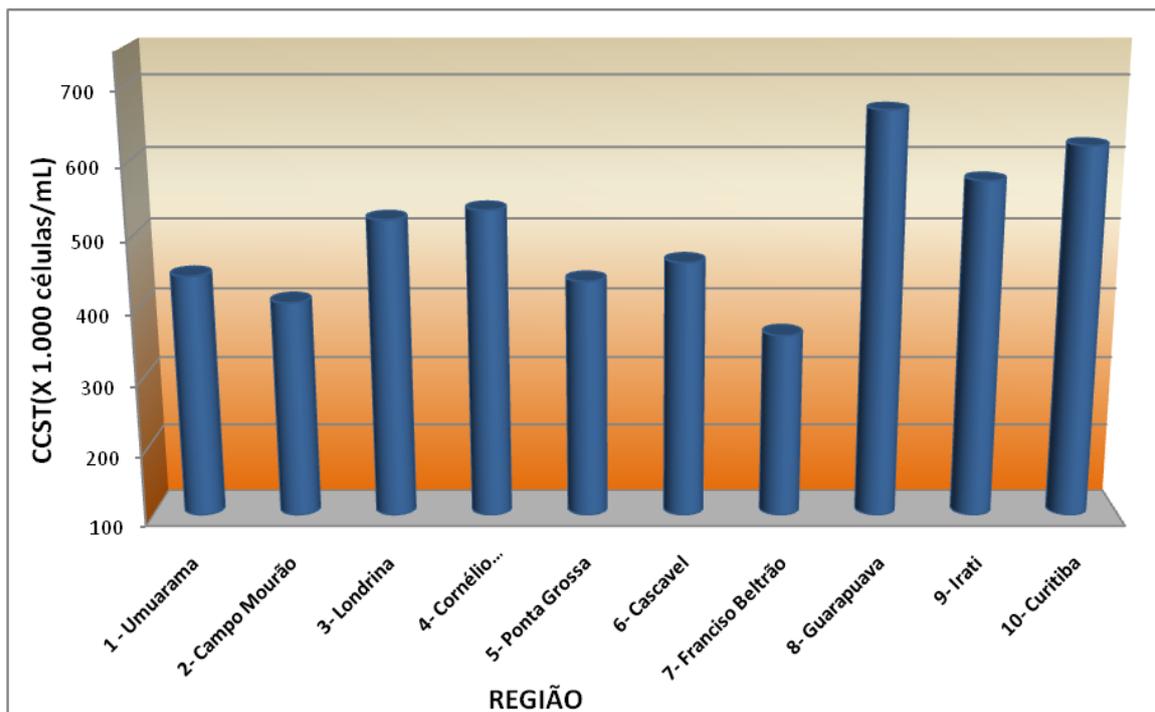


FIGURA 44 - A CONTAGEM DE CÉLULAS SOMÁTICAS (CCST) EM AMOSTRAS DE LEITE DE TANQUES, SEGUNDO A REGIÃO E MUNICÍPIO SEDE

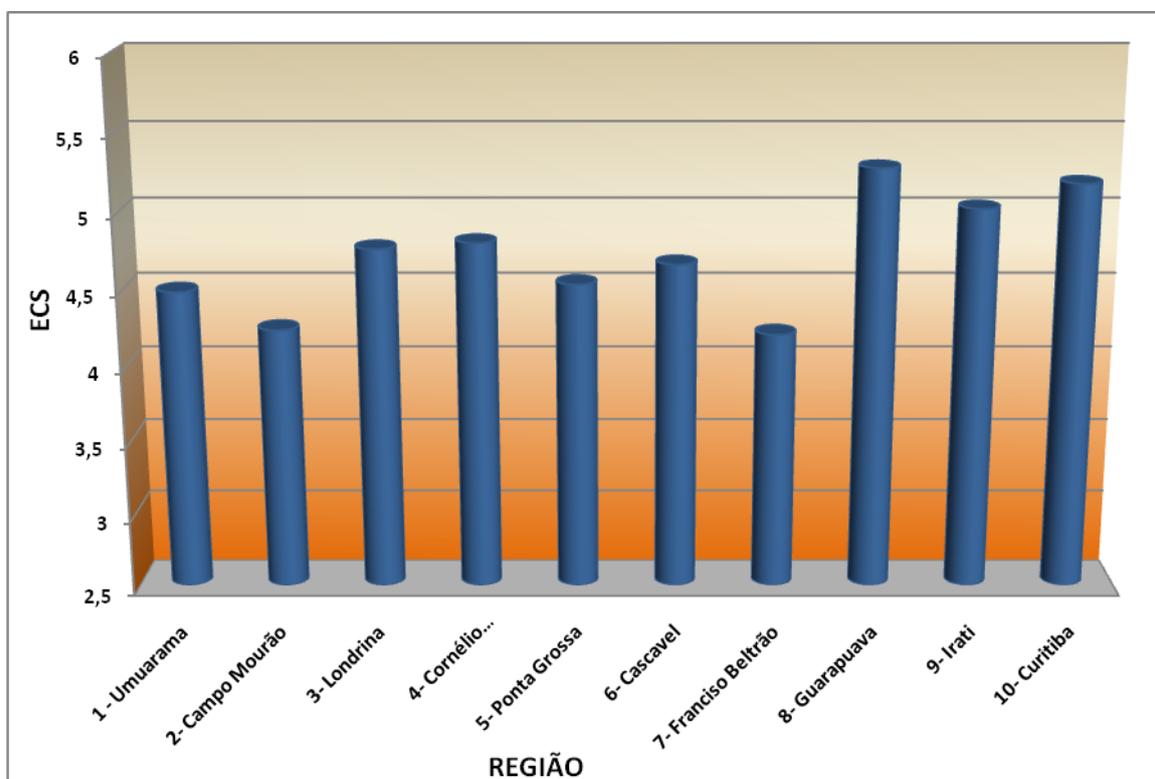


FIGURA 45 - O ESCORE DE CÉLULAS SOMÁTICAS (ECS) EM AMOSTRAS DE LEITE DE TANQUES, SEGUNDO A REGIÃO E MUNICÍPIO SEDE

4.3.4 Efeito de Idade da Amostra

No resumo da análise de variância (tabela 11), nota-se que o efeito de idade da amostra influenciou significativamente as variáveis CCST e o ECS ($P < 0,01$).

Estes resultados contrastam com aqueles obtidos por Monardes *et al.* (1996), que não observaram efeito significativo da idade de amostra sobre a CCS.

Na tabela 15, apresentamos as médias ajustadas para CCST. Estas nos mostram que a idade da amostra com dois dias é semelhante a três, assim como quatro, cinco e seis dias são semelhantes entre si ($P < 0,01$).

Porém, como tendência, quando a idade da amostra aumenta de um dia para sete, a CCST diminuiu de 518 para 472 ($\times 1.000$ células/ mL). Entretanto, o ECS diminuiu de 4,75 para 4,66 do primeiro ao quinto dia, apresentando tendência de aumento a partir do sexto dia (tabela 15 e figuras 46 e 47). Os resultados desta pesquisa foram semelhantes àqueles relatados anteriormente por Paula *et al.* (2004), contrastando com Kennedy⁵ *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.

Kennedy⁶ *et al.* (1982), citados por Ostrensky (1999), assim como neste estudo, também observaram que a CCS reduziu com o aumento da idade da amostra. Observaram também um declínio de 28% na CCS e Ostrensky (1999) de 10,7% para a CCS e de 5,5% para o ECS, do primeiro ao oitavo dia.

Na tabela 15 observa-se que 68,07% das amostras de CCST desta pesquisa foram analisadas até o terceiro dia, enquanto que 96,42% foram analisadas até o sexto dia. Monardes *et al.* (1996) relataram que no Canadá 93% das amostras foram analisadas até o terceiro dia e 99% até o sétimo dia.

⁵ KENNEDY, B. W.; SETHAR, M. S.; TONG, A. K. W.; MOXLEY, J. E.; DOWNEY, B. R. Environmental factors influencing test-day somatic cell counts in Holsteins. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 65, n. 2, p. 275-280, 1982.

⁶ *Idem*

TABELA 15 - NÚMERO DE OBSERVAÇÕES (N), NÚMERO DE OBSERVAÇÕES ACUMULADAS (%), ESTIMATIVAS DAS MÉDIAS AJUSTADAS E ERROS-PADRÃO (EP), PELO MÉTODO DOS QUADRADOS MÍNIMOS DA CCST E DO ECS, SEGUNDO A IDADE DA AMOSTRA

IDADE AMOSTRA (EM DIAS)	N	%	CCST ¹			ECS		
			Média ²	±	EP	Média ²	±	EP
1	282.619	14,49	518 ^a	±	1,08	4,75 ^a	±	0,0029
2	685.983	49,67	513 ^b	±	0,75	4,71 ^b	±	0,0020
3	358.766	68,07	511 ^{bc}	±	0,99	4,67 ^c	±	0,0027
4	258.364	81,32	500 ^d	±	1,13	4,70 ^d	±	0,0030
5	206.047	91,88	499 ^{de}	±	1,29	4,66 ^e	±	0,0035
6	88.496	96,42	498 ^{df}	±	1,87	4,70 ^{bdf}	±	0,0051
7	69.759	100,00	472 ^g	±	2,14	4,80 ^g	±	0,0058
TOTAL	1.950.034							

¹ (x 1.000 células/ mL)

² Médias seguidas de pelo menos uma mesma letra não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey (P<0,01)

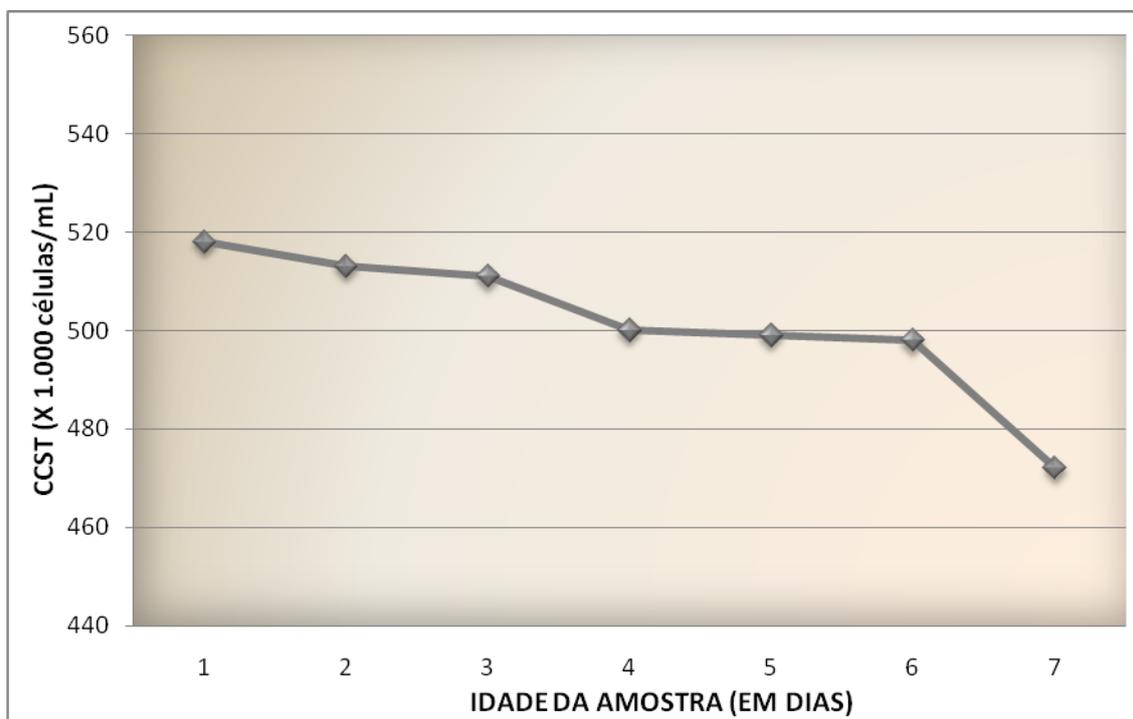


FIGURA 46 - CONTAGEM DE CÉLULAS SOMÁTICAS (CCST) EM AMOSTRAS DE TANQUE, SEGUNDO A IDADE DA AMOSTRA (EM DIAS)

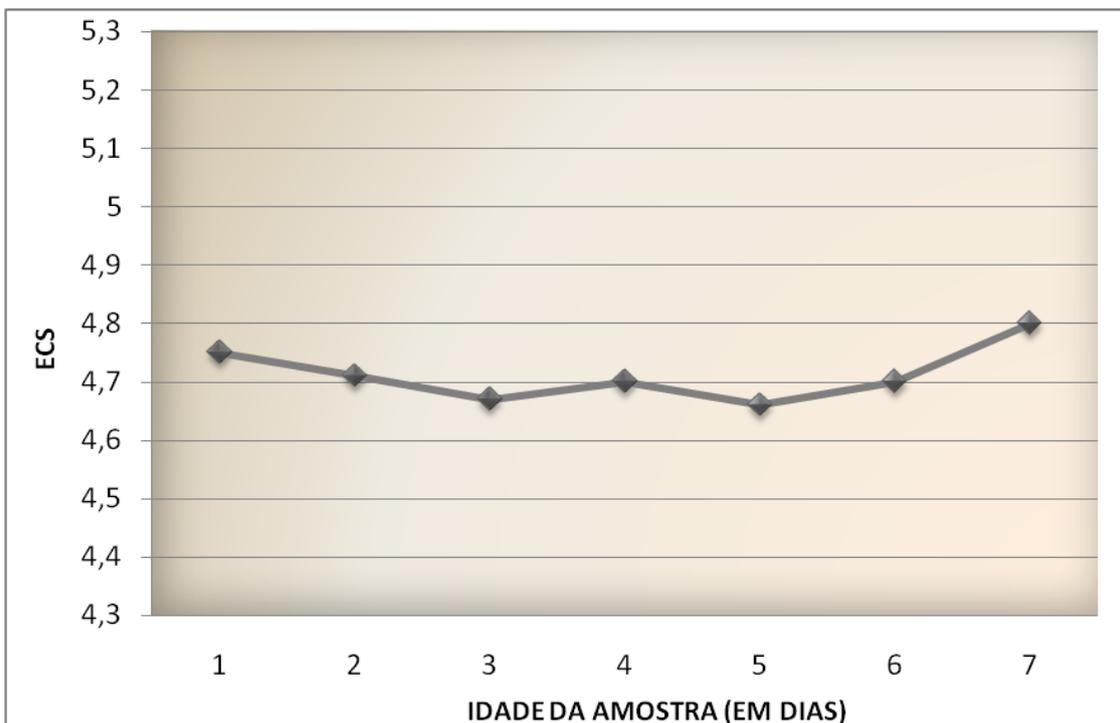


FIGURA 47 - ESCORE DA CONTAGEM DE CÉLULAS SOMÁTICAS (ECS) EM AMOSTRAS DE TANQUE, SEGUNDO A IDADE DA AMOSTRA (EM DIAS)

4.4 ESCORE DE CÉLULAS SOMÁTICAS (ECS) EM AMOSTRAS DE LEITE DE TANQUES E SUA INFLUÊNCIA NA COMPOSIÇÃO DO LEITE

Autores, tal como Rogers *et al.* (1989b); Monardes (1998); Wells e Ott (1998); Fonseca e Santos (2000) e Schaellibaum (2000), têm relatado que altas CCS do leite influenciam a composição, afetando a qualidade, alterando a permeabilidade dos vasos sanguíneos da glândula mamária e reduzindo a secreção dos componentes do leite sintetizados (proteína, gordura e lactose) pela ação direta dos patógenos ou de enzimas sobre os componentes secretados no interior da glândula mamária. Interferem no rendimento de derivados lácteos, caracterizados por diferenças na textura, alteração das características organolépticas, no tempo de prateleira, na estabilidade do UHT e na composição do leite pasteurizado, resultando em produtos de baixa qualidade, acarretando prejuízos para a indústria de laticínios.

As médias estimadas, respectivos desvios padrão e coeficientes de variação foram: % de gordura ($3,74 \pm 0,69$; 17,57%), % de proteína ($3,22 \pm 0,27$; 8,12%), % de lactose ($4,40 \pm 0,23$; 4,61%) e % de sólidos totais ($12,29 \pm 0,85$; 6,79%) de

tanques analisados no período de 2005 a 2012. A idade da amostra apresentou média de $2,98 \pm 1,57$ dias (tabela 9).

O efeito de ECS influenciou significativamente as quatro variáveis estudadas (% de gordura, % de proteína, % de lactose e % de sólidos totais) ($P < 0,01$). Na tabela 34, apresentamos os coeficientes de correlação de Pearson obtidos entre os componentes do leite e o ECS.

TABELA 16 - COEFICIENTES DE CORRELAÇÃO DE PEARSON ENTRE AS PORCENTAGENS DE GORDURA, PROTEÍNA, LACTOSE, SÓLIDOS TOTAIS E O ESCORE DE CÉLULAS SOMÁTICAS (ECS)

Características	ECS
	Correlação (r)
%Gordura	0,207*
%Proteína	0,029*
%Lactose	-0,420*
%Sólidos Totais	0,039*

*($P < 0,01$)

4.4.1 Porcentagem de Gordura

Na tabela 16 pode-se observar que a porcentagem de gordura apresentou correlação média e positiva com o ECS (0,207). Foi estimado que o valor esperado de gordura esteja relacionado com o ECS ($P < 0,01$).

Na tabela 17 e figura 48, apresentamos as relações entre o ECS variando de 0 a 8 com as respectivas médias ajustadas para porcentagem de gordura. Quando o ECS variou de zero para oito (de zero a 4.525.000 células/ mL) a porcentagem de gordura aumentou de 3,28 para 3,96%, respectivamente.

Outros autores, estudando as mesmas características, registraram também correlações médias e positivas com aumento da porcentagem de gordura do leite, entre eles, Pereira *et al.* (1999), Machado, Pereira e Sarríes (2000), Marques, Balbinotti e Fischer (2002) e Noro (2004), justificando que com os elevados níveis de mastite nos rebanhos, a gordura pode estar concentrada no leite quando a produção é reduzida mais intensamente que a síntese de gordura.

TABELA 17 - CLASSES DE ESCORE DE CÉLULAS SOMÁTICAS (ECS), VARIAÇÃO DA CCST, NÚMERO DE OBSERVAÇÕES (N), NÚMERO DE OBSERVAÇÕES ACUMULADAS (%), ESTIMATIVAS DAS MÉDIAS AJUSTADAS E ERROS-PADRÃO (EP) PELO MÉTODO DOS QUADRADOS MÍNIMOS, SEGUNDO A PORCENTAGEM DE GORDURA

ECS	VARIAÇÃO DA CCST ¹	N	%	% GORDURA ²	±	EP
0	0 a 17	30.439	1,56	3,28 ^a	±	0,0038
1	18 a 34	42.581	3,74	3,42 ^b	±	0,0032
2	35 a 70	63.934	7,02	3,47 ^c	±	0,0027
3	71 a 140	167.315	15,60	3,57 ^d	±	0,0017
4	141 a 282	384.531	35,32	3,68 ^e	±	0,0012
5	283 a 565	597.231	65,95	3,75 ^f	±	0,0010
6	566 a 1.130	454.298	89,25	3,82 ^g	±	0,0012
7	1.131 a 2.262	170.923	98,01	3,90 ^h	±	0,0017
8	2.263 a 4.525	38.782	100,00	3,96 ⁱ	±	0,0034
		1.950.034				

¹ (x 1.000 células/ mL)

² Médias seguidas de pelo menos uma mesma letra não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey (P<0,01)

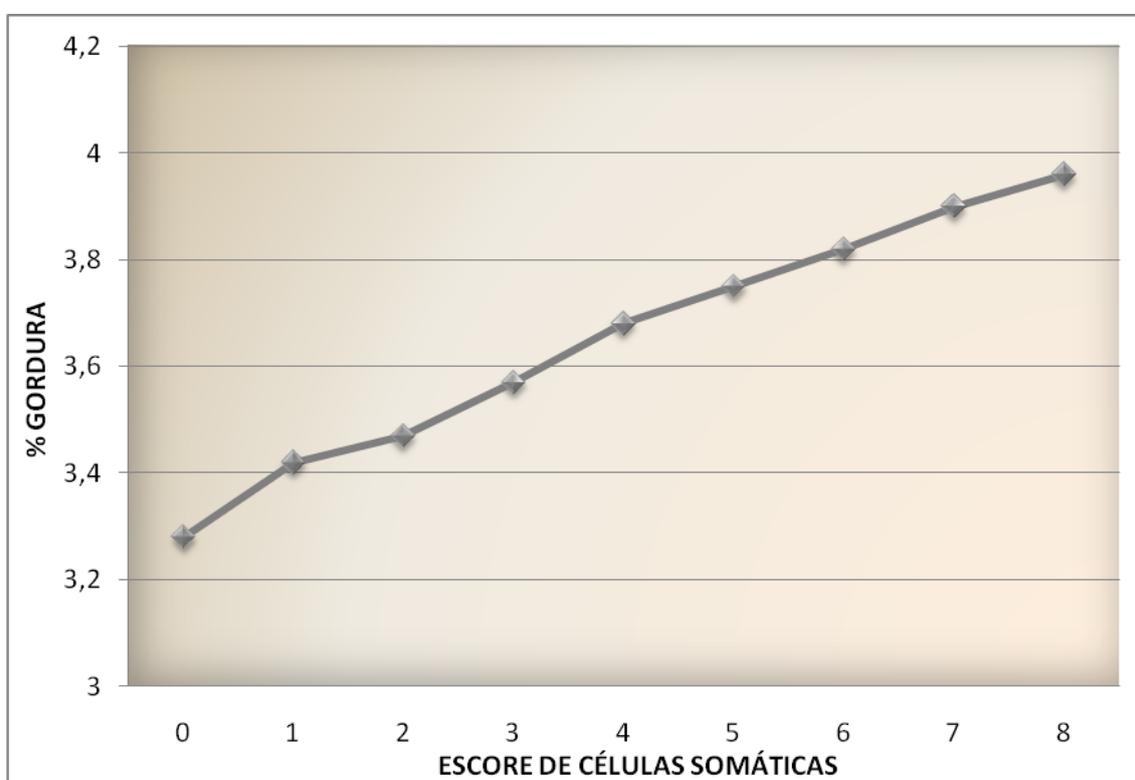


FIGURA 48 - PORCENTAGEM DE GORDURA, SEGUNDO AS CLASSES DE ESCORE DE CÉLULAS SOMÁTICAS (ECS)

4.4.2 Porcentagem de Proteína

Na tabela 16, observa-se que a porcentagem de proteína apresentou correlação baixa e positiva com o ECS (0,029), sendo encontrada forte evidência estatística ($P < 0,01$) de que o valor esperado esteja relacionado com o ECS.

Na tabela 18 e figura 49, apresentamos as relações entre o ECS variando de zero a oito com as respectivas médias ajustadas para porcentagem de proteína. Quando o ECS variou de zero a oito (zero a 4.525.000 células/ mL) a porcentagem de proteína aumentou de 3,15 para 3,28%, respectivamente.

Segundo Weaver e Kroger (1977) e NG-KWAI-HANG *et al.* (1982), estes resultados são justificados por infecção na glândula mamária ocasionando um aumento no pH, mudanças na permeabilidade da membrana que separa o sangue do leite, levando a aumento do influxo de albumina e de imunoglobulinas para o interior da glândula mamária, aumentando a concentração de proteína total do leite.

No entanto, paralelamente ao aumento das proteínas séricas no leite, ocorre diminuição na concentração de caseína, devido principalmente à degradação da caseína pelas proteases de origem bacteriana, dos leucócitos e do sangue, e também devido a sua reduzida síntese justificada por Santos e Fonseca (2002) e Cunha *et al.* (2008).

Outros autores também estimaram correlações baixas e positivas, com aumento da porcentagem de proteína do leite quando o ECS variou de zero a nove, entre eles, Pereira *et al.* (1999), Marques, Balbinotti e Fischer (2002), Noro (2004), Bueno *et al.* (2005) e Moscon *et al.* (2011). Entretanto, contrariando os resultados desta pesquisa, Machado, Pereira e Sarríes (2000), estudando amostras de tanque nos Estados de São Paulo e Minas Gerais, observaram redução nas porcentagens de proteína (3,22 a 3,18%) quando a CCST passou de até 500.000 células/ mL para acima de 1.500.000 células/ mL.

TABELA 18 - CLASSES DE ESCORE DE CÉLULAS SOMÁTICAS (ECS), VARIAÇÃO DA CCST, NÚMERO DE OBSERVAÇÕES (N), NÚMERO DE OBSERVAÇÕES ACUMULADAS (%), ESTIMATIVAS DAS MÉDIAS AJUSTADAS E ERROS-PADRÃO (EP) PELO MÉTODO DOS QUADRADOS MÍNIMOS, SEGUNDO A PORCENTAGEM DE PROTEÍNA

ECS	VARIAÇÃO DA CCST ¹	N	%	% PROTEÍNA ²	±	EP
0	0 a 17	30.439	1,56	3,15 ^a	±	0,0015
1	18 a 34	42.581	3,74	3,17 ^b	±	0,0013
2	35 a 70	63.934	7,02	3,21 ^c	±	0,0010
3	71 a 140	167.315	15,60	3,23 ^d	±	0,0006
4	141 a 282	384.531	35,32	3,23 ^e	±	0,0004
5	283 a 565	597.231	65,95	3,22 ^f	±	0,0004
6	566 a 1.130	454.298	89,25	3,23 ^{eg}	±	0,0004
7	1.131 a 2.262	170.923	98,01	3,24 ^h	±	0,0007
8	2.263 a 4.525	38.782	100,00	3,28 ⁱ	±	0,0013
		1.950.034				

¹ (x 1.000 células/ mL)

² Médias seguidas de pelo menos uma mesma letra não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey (P<0,01)

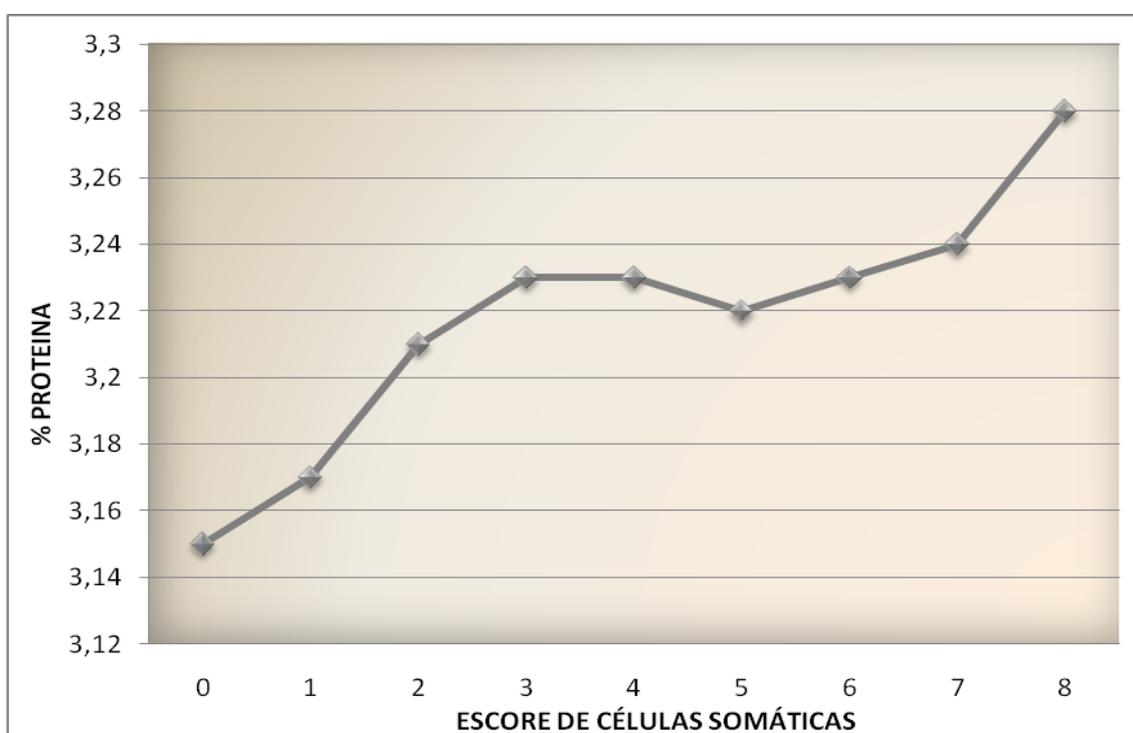


FIGURA 49 - PORCENTAGEM DE PROTEÍNA, SEGUNDO AS CLASSES DE ESCORE DE CÉLULAS SOMÁTICAS (ECS)

4.4.3 Porcentagem de Lactose

Na tabela 16, observa-se que a porcentagem de lactose apresentou correlação alta e negativa com o ECS (0,420), encontrado forte evidência estatística ($P < 0,01$) de que o valor esperado esteja relacionado com o ECS.

Na tabela 19 e figura 50, apresentamos as relações entre o ECS variando de 0 a 8 com as respectivas médias ajustadas para porcentagem de lactose. Quando a ECS variou de zero a oito (zero a 4.525.000 células/ mL) a porcentagem de lactose diminuiu de 4,63 para 4,14%, respectivamente.

Outros autores encontraram também correlações altas e negativas, com o aumento da porcentagem de lactose do leite, entre eles, Bueno *et al.* (2005) e Pacheco (2011).

Segundo Rogers, Mitchell e Bartley (1989), Shuster, Harmon e Jackson (1991), Schukken *et al.* (1992a), Schaellibaum (2000) e Santos (2001), vacas com altas CCST e ECS apresentam diminuição na concentração de lactose no leite devido à passagem da mesma para o sangue, que pode ser comprovado pelas elevadas concentrações de lactose no sangue e na urina de vacas com mastite. Assim como a lesão tecidual ocasionada pela mastite provoca redução da 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.

Os resultados desta pesquisa foram semelhantes àqueles relatados anteriormente por: Harmon (1994), Brito e Dias (1998), Silva *et al.* (2000), Schaellibaum (2000), Marques, Balbinotti e Fischer (2002), Machado, Pereira e Sarríes (2000) e Noro (2004).

TABELA 19 - CLASSES DE ESCORE DE CÉLULAS SOMÁTICAS (ECS), VARIAÇÃO DA CCST, NÚMERO DE OBSERVAÇÕES (N), NÚMERO DE OBSERVAÇÕES ACUMULADAS (%), ESTIMATIVAS DAS MÉDIAS AJUSTADAS E ERROS-PADRÃO (EP) PELO MÉTODO DOS QUADRADOS MÍNIMOS, SEGUNDO A PORCENTAGEM DE LACTOSE

ECS	VARIAÇÃO DA CCST*	N	%	% LACTOSE ²	±	EP
0	0 a 17	30.439	1,56	4,63 ^a	±	0,0011
1	18 a 34	42.581	3,74	4,60 ^b	±	0,0010
2	35 a 70	63.934	7,02	4,56 ^c	±	0,0008
3	71 a 140	167.315	15,60	4,51 ^d	±	0,0005
4	141 a 282	384.531	35,32	4,46 ^e	±	0,0003
5	283 a 565	597.231	65,95	4,41 ^f	±	0,0003
6	566 a 1.130	454.298	89,25	4,34 ^g	±	0,0003
7	1.131 a 2.262	170.923	98,01	4,25 ^h	±	0,0005
8	2.263 a 4.525	38.782	100,00	4,14 ⁱ	±	0,0010

1.950.034

*(x 1.000 células/ mL)

² Médias seguidas de pelo menos uma mesma letra não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey (P<0,01)

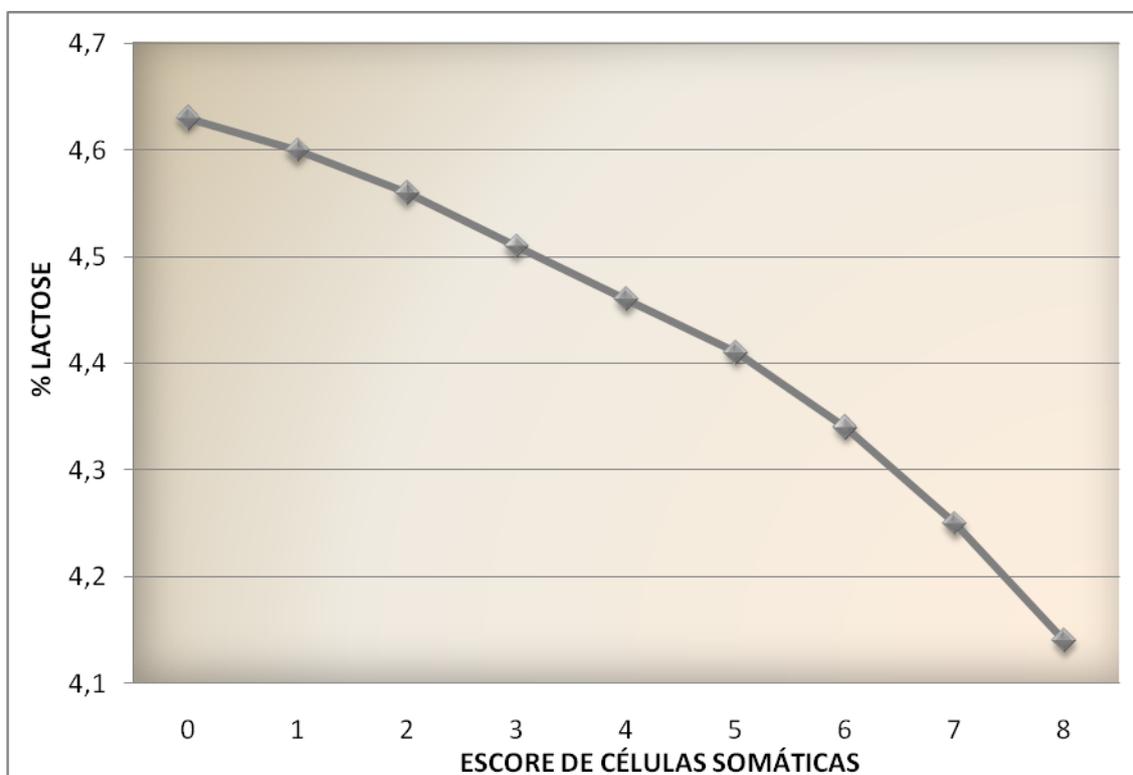


FIGURA 50 - PORCENTAGEM DE LACTOSE, SEGUNDO AS CLASSES DE ESCORE DE CÉLULAS SOMÁTICAS (ECS)

4.4.4 Porcentagem de Sólidos Totais

As concentrações de sólidos totais apresentaram correlação baixa e positiva com o ECS (0,039), encontrando forte evidência estatística ($P < 0,01$) de que o valor esperado esteja relacionado com o ECS (tabela 16).

Na tabela 20 e figura 51, apresentamos as relações entre o ECS variando de zero a oito com as respectivas médias ajustadas para porcentagem de sólidos totais. Quando o ECS variou de zero a oito (zero a 4.525.000 células/ mL) a porcentagem de sólidos totais aumentou de 12,03 para 12,27%, respectivamente.

Este aumento pode ser atribuído ao fato da redução da produção de leite ser mais acentuada que o decréscimo da produção de gordura, ocorrendo concentração desse componente, tendo em vista a alta incidência de mastite nos rebanhos estudados.

Hartmann (1999) registrou também correlação baixa e positiva, com aumento da porcentagem de sólidos totais do leite quando o ECS passou de zero a nove. Porém, Bueno *et al.* (2005) e Pacheco (2011), contrariando os resultados desta pesquisa encontraram correlações baixas e negativas.

Os resultados desta pesquisa foram semelhantes àqueles relatados anteriormente por Machado, Pereira e Sarríes (2000) e Hartmann (1999), acréscimos nas porcentagens de sólidos totais, com aumento da CCST e ou ECS. Entretanto, esta pesquisa encontrou resultados contrários aos relatados por: Brito e Dias (1998), Bueno *et al.* (2005) e Pacheco (2011).

TABELA 20 - CLASSES DE ESCORE DE CÉLULAS SOMÁTICAS (ECS), VARIAÇÃO DA CCST, NÚMERO DE OBSERVAÇÕES (N), NÚMERO DE OBSERVAÇÕES ACUMULADAS (%), ESTIMATIVAS DAS MÉDIAS AJUSTADAS E ERROS-PADRÃO (EP) PELO MÉTODO DOS QUADRADOS MÍNIMOS, SEGUNDO A PORCENTAGEM DE SÓLIDOS TOTAIS

ECS	VARIAÇÃO DA CCST ¹	N	%	% SÓLIDOS TOTAIS ²	±	EP
0	0 a 17	30.439	1,56	12,03 ^a	±	0,0049
1	18 a 34	42.581	3,74	12,16 ^b	±	0,0041
2	35 a 70	63.934	7,02	12,20 ^c	±	0,0034
3	71 a 140	167.315	15,60	12,28 ^d	±	0,0022
4	141 a 282	384.531	35,32	12,31 ^e	±	0,0015
5	283 a 565	597.231	65,95	12,32 ^{ef}	±	0,0013
6	566 a 1.130	454.298	89,25	12,30 ^g	±	0,0015
7	1.131 a 2.262	170.923	98,01	12,30 ^{gh}	±	0,0022
8	2.263 a 4.525	38.782	100,00	12,27 ^{di}	±	0,0043
		1.950.034				

¹ (x 1.000 células/ mL)

² Médias seguidas de pelo menos uma mesma letra não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey (P<0,01)

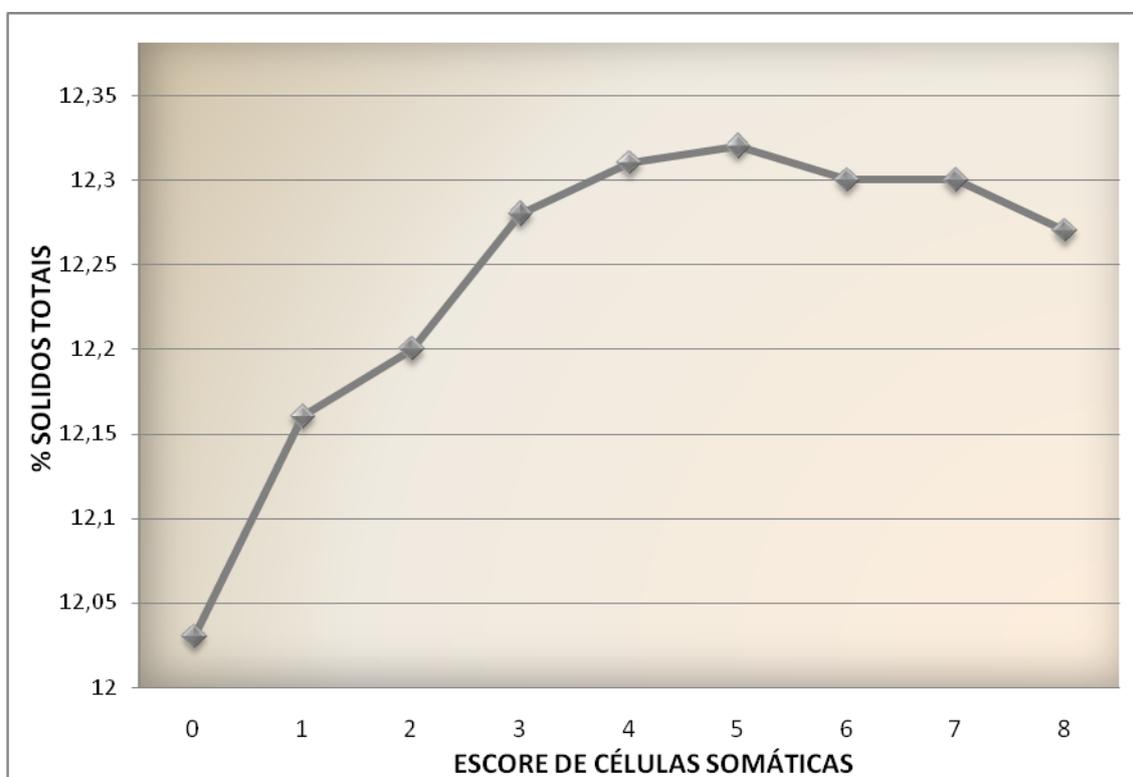


FIGURA 51 - PORCENTAGEM DE SÓLIDOS TOTAIS, SEGUNDO AS CLASSES DE ESCORE DE CÉLULAS SOMÁTICAS (ECS)

5 CONCLUSÃO

A grande frequência de amostras encontradas no ECS cinco ou menos (65,95%), sugerem um elevado nível de mastite nos rebanhos estudados, associado com significativa quantidade de quartos infectados e perdas na produção de leite.

A transformação logarítmica do CCST para ECS mostrou maior precisão nas análises estatísticas, apresentando maior coeficiente de determinação, menor coeficiente de variação e menores erros-padrão.

Os efeitos de meio influenciaram significativamente as características estudadas.

As correlações de Pearson entre componentes do leite e ECS foram de magnitude média e positiva para porcentagem de gordura, baixa e positiva para porcentagem de proteína e sólidos totais, porém, magnitude alta e negativa para porcentagem de lactose.

Frente aos resultados encontrados, fica evidente a necessidade por parte dos produtores de reavaliarem a gestão dos programas de controle da mastite que focam a saúde da glândula mamária. As indústrias envolvidas devem também reavaliar seus programas de pagamento do leite por qualidade baseado na CCST e no ECS, relacionando com redução de perdas na produção e melhorando as oportunidades de maior remuneração do leite.

REFERÊNCIAS

- ADKINSON, R. W.; GOUGH, R. H.; GRAHAM, R.; YLMAZ, A. Implications of proposed changes in bulk tank somatic cell count regulations. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 84, n. 2, p. 370-374, 2001.
- ALI, A. K. A.; SHOOK, G. E. Na optimum transformation for matic cell concentration in milk. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 63, p. 487-490, 1980.
- 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. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 80, n. 11, p. 3040-3049, 1997.
- AULDIST, M. J.; COATS, S.; ROGERS, G. L. *et al.* Changes in the composition of milk from healthy and mastitis dairy cows during the lactation cycle. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, Melbourne, v. 35, n. 4, p. 427-436, 1995.
- BARBANO, D. Raw milk quality: milk quality improvement in the United States. **Australian Journal of Dairy Technology**, Highett, v. 47, p. 89-90, 1992.
- BENTLEY INSTRUMENTS. 1995a. Bentley 2000 Operator's Manual. Chaska. p.77.
- BENTLEY INSTRUMENTS. 1995b. Somacount 300 Operator's Manual. Chaska. p.12.
- BLOOD, D. C.; RADOSTITS, O. M. **Clínica Veterinária**. 7. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1991.
- BRASIL. Ministério da Agricultura e do Abastecimento. Altera a Instrução Normativa n. 51/2002. Estabelece novos prazos e limites para a redução de CBT e CCS até o ano de 2016, chegando aos valores de 100 mil/mL e 400 mil/mL, respectivamente. Suprime os Regulamentos Técnicos de Identidade e Qualidade dos leites tipos "B" e "C". Portaria n. 62, de 30 de dezembro de 2011. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, n. 251, 30 dez. 2011.
- BRASIL. Ministério da Agricultura e do Abastecimento. Aprova os regulamentos técnicos de produção, identidade e quantidade do leite tipo A, do leite tipo B, do leite tipo C, do leite pasteurizado e do leite cru refrigerado e o regulamento técnico da coleta de leite cru refrigerado e seu transporte a granel, em conformidade com os anexos a esta Instrução Normativa. Portaria n. 51, de 18 de setembro de 2002. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, n. 321, 20 set. 2002.
- BRASIL. Ministério da Agricultura e do Abastecimento. Submete à consulta pública os regulamentos Técnicos discriminados, em conformidade aos Anexos desta Portaria. Portaria n. 56, de 7 de dezembro de 1999. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, n. 234, p. 41, 8 dez. 1999. Seção 1.

BRITO, J. R. F. O que são e como surgem as células somáticas no leite. In: MINAS LEITE: Qualidade do leite e produtividade dos rebanhos leiteiros, 1., 1999, Juiz de Fora. **Anais...** Juiz de Fora, 1999. p. 35-39.

BRITO, J. R. F.; DIAS, J. C. **A qualidade do leite**. Juiz de Fora: Embrapa/Tortuga, 1998.

BRITO, J. R. F.; SOUZA, G. N.; BRITO, M. A. V. P.; RUBIALE, L.; SILVA, M. R.. Panorama da Qualidade do leite na região Sudeste: Espírito Santo, Minas Gerais e Rio de Janeiro. In: BRITO, J. R. F.; PORTUGAL, J. A. B. **Diagnóstico da qualidade do leite, impacto para a indústria e a questão dos resíduos de antibióticos**. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite; Epamig/CT/ILCT, 2003. p. 47-61.

BUENO, V. F. F.; MESQUITA, A. J.; NICOLAU, E. S.; OLIVEIRA, A. N.; OLIVEIRA, J. P.; NEVES, R. B. S.; MANSUR, J. R. G.; THOMAZ, L. W. Contagem celular somática: relação com a composição centesimal do leite e período do ano no Estado de Goiás. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 35, n. 4, p. 848-854, jul./ago. 2005.

CEBALLO, P. P.; HERNANDEZ, R. Propriedades físico-químicas do leite e sua associação com transtornos metabólicos e alterações na glândula mamária. In FELIX, H. D. (Ed.). **Uso do leite para monitorar a nutrição e o metabolismo de vacas leiteiras**. Porto Alegre: Gráfica da UFRGS, 2001. p. 61-72.

CUNHA, R. P. L.; MOLINA, L. R.; CARVALHO, A. U.; FACURY FILHO, E. J.; FERREIRA, P. M.; GENTILINI, M. B. Mastite subclínica e relação da contagem de células somáticas com número de lactações, produção e composição química do leite em vacas da raça Holandesa. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 60, n. 1, p. 19-24, 2008.

DEKKERS, J. C. M.; ERP, T. V.; SCHUKKEN, Y. H. Economic benefits of reducing somatic cell count under the Milk quality program of Ontario. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 79, n. 3, p. 396-401, 1996.

DÜRR, J. W.; RIBAS, N. P.; COSTA, C. N.; HORST, J. A.; BONDAN, C. Milk recording as an indispensable procedure to assure Milk quality. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 40, p. 76-81, 2011.

EMANUELSON, U.; FUNKE, H. Effect of milk yield on relationship between bulk milk somatic cell count and prevalence of mastitis. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 74, n. 8, p. 2479-2483, 1991.

EMBRAPA LEITE, 2012 - Estatísticas do leite, Produção Mundial e Produção Nacional. Disponível em: <http://www.cnpqgl.embrapa.br/nova/informacoes/estatisticas/producao/producao.php>
> Acesso em: 15/03/2012.

FERNANDES, A. M.; OLIVEIRA, C. A. F.; TAVOLARO, P. The relationship between composition and somatic cells counts of milk from individual Holstein cows. **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v. 71, n. 2, p. 163-166, 2004.

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.

FONSECA, L. F. L.; SANTOS, M. V. **Qualidade do leite e controle de mastite**. São Paulo: Lemos editorial, 2000.

FRANKS, B. **International Milk quality**. 2001. Disponível em: <<http://www.2nzdairy.co.nz:82/suppliernews/july2001.pdf>>. Acesso em: 24/03/2012.

GODKIN, A. Monitoring and controlling mastitis: progress in Ontario. In: NATIONAL MASTITIS COUNCIL REGIONAL MEETING, 1999, Waterloo. **Proceedings...** Madison: National Mastitis 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. 9-20.

GRIINARI, J. M.; DWYER, D. A.; McGUIRE, M A.; BAUMAN, D. E.; PALMQUIST, D. L.; NURMELA, K. V. Trans-octadecenoic acids and milk fat depression in lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 81, n. 5, p. 1251-1261, 1998.

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. Physiology of mastitis and factors affecting somatic cell counts. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 77, n. 7, p. 2103-2112, 1994.

HARMON, R. J. Somatic cell counts: Mysths vs reality. In: NATIONAL MASTITIS COUNCIL REGIONAL MEETING, 37., 1998, Bellevue. **Proceedings...** Madison: National Mastitis Council, 1998b. p. 40-50.

HARMON, R. J.; RENEAU, J. K. Factors affecting somatic cell counts in milk. In: NATIONAL MASTITIS COUNCIL ANNUAL MEETING, 32., 1993, Arlington. **Proceedings...** Madison: National Mastitis Council, 1993. p. 48-57.

HARTMANN, W. **Sólidos totais em amostras de leite de tanques**. 56 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Veterinárias) – Curso de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias, Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1999.

HORST, J. A. **Manual de Coleta de Amostras**: Componentes e CCS. Curitiba: Programa de Análise de Rebanhos Leiteiros do Paraná - APCBRH, 2010.

HORST, J. A. **Manual de Operações de Campo**. Curitiba: Programa de Análise de Rebanhos Leiteiros do Paraná - APCBRH, 2008.

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**, Philadelphia, v. 9, n. 3, p. 579-580, 1993.

INSTITUTO AGRONÓMICO DO PARANÁ (IAPAR). **Cartas climáticas do Paraná**. Londrina: IAPAR, 1999.

INSTITUTO PARANAENSE DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL (IPARDES). **Caracterização da indústria de processamento e transformação do leite no Paraná**. Curitiba, 2010.

INSTITUTO PARANAENSE DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL (IPARDES). **Caracterização Socioeconômica da Atividade Leiteira no Paraná**. Curitiba, 2009.

INSTITUTO PARANAENSE DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL (IPARDES). **Leituras regionais: Regiões geográficas paranaenses: sumário**. Curitiba, 2004.

KENNEDY, B. W.; SETHAR, M. S.; TONG, A. K. W.; MOXLEY, J. E.; DOWNEY, B. R. Environmental factors influencing test-day somatic cell counts in Holsteins. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 65, n. 2, p. 275-280, 1982.

LIMA, M. C. G.; SENA, M. J.; MOTA, R. A.; MENDES, E. S.; ALMEIDA, C. C.; SILVA, R. P. P. E. Contagem de células somáticas e análises físico-químicas e microbiológicas do leite cru tipo C produzido na região Agreste do Estado de Pernambuco. **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v. 73, n. 1, p. 89-95, jan./mar. 2006.

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

MAGALHÃES, H. R.; FARO, L. E.; CARDOSO, V. L.; PAZ, C. C. P.; CASSOLI, L. D.; MACHADO, P. F. Influência de fatores de ambiente sobre a contagem de células somáticas e sua relação com perdas na produção de leite de vacas da raça Holandesa. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 35, n. 2, p. 415-421, 2006.

MARQUES, L. T.; BALBINOTTI, M.; FISCHER, V. Variação da composição química do leite de acordo com a contagem de células somáticas. In: CONGRESSO PANAMERICANO DE QUALIDADE DO LEITE E CONTROLE DE MASTITE, 2., 2002, Ribeirão Preto. **Anais...** 1 CD ROM.

MARSHALL, R. T. **Standard methods for the examination of dairy products**. Baltimore: American Public Health Association, 1993.

MEYER, P. M.; MACHADO, P. M.; COLDEBELLA, A. *et al.* D. Methods of milk storage and age of samples on milk components percentage, somatic cells count and urea nitrogen. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 85, suppl. 1, p. 285, 2002.

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.

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. 1-19.

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

MOSCON, L. A.; BELTRAME, R. T.; RIGO, T.; QUIRINO, C. R. Caracterização da Contagem de Células Somáticas em uma Propriedade no Município de Colatina – ES. **Revista de Veterinária e Zootecnia**, Rio de Janeiro, v. 18, n. 4, Supl. 3, p. 1064-1067, 2011.

NASCIF JR., I. A. **Diagnóstico da mastite subclínica bovina pela condutividade elétrica do leite, cmt e contagem de células somáticas**: influência das estações do ano, fases da lactação e ordenhas da manhã e da tarde. 47 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2001.

NATIONAL MASTITIS COUNCIL (NMC). **Laboratory Handbook on Bovine Mastitis**. Madison: National Mastitis Council, 1999.

NATIONAL MASTITIS COUNCIL (NMC). **Guidelines on normal and abnormal raw milk based on somatic cell counts and sings of clinical mastitis**. 2001. Disponível em: <<http://www.nmconline.org/docs/abnmilk.pdf>>. Acesso em: 21/07/2012.

NERO, L. A.; MATTOS, M. R.; BELOTI, V.; BARROS, M. A. F.; PINTO, J. P. A. N.; ANDRADE, N. J.; SILVA, W. P.; FRANCO, B. D. G. M. Leite cru de quatro regiões leiteiras brasileiras: perspectivas de atendimento dos requisitos microbiológicos estabelecidos pela Instrução Normativa 51. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, n. 25, v. 1, p. 191-195, 2005.

NG-KWAI-HANG, F. K.; HAYES, J. F.; MOXLEY, J. E.; MONARDES, H. G. Environmental influences on protein content and composition of bovine milk. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 65, n. 10, p. 1933-1998, 1982.

NORMAN, H. D.; MILLER, R. H.; WRIGHT, J. R.; WIGGANS, G. R. **Herd and state means for somatic cell count for dairy herd improvement**. 2001. Disponível em: <<http://www.nalusda.gov/ttic/tektran/data/0000106436.html>>. Acesso em: 03/06/2012.

NORO, G. **Fatores ambientais que afetam a produção e a qualidade do leite em rebanhos ligados a cooperativas gaúchas**. 92 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Veterinárias) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2004.

OSTRENSKY, A. **Efeitos de ambientes sobre a contagem de células somáticas no leite de vacas da raça holandesa no Paraná.** 114 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Veterinárias) – Curso de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias, Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1999.

OTT, S. L.; WELLS, S. J.; SMITH, M. A. Bulk tank somatic cell counts of U.S. Milk supply, 1997. In: NATIONAL MASTITIS COUNCIL ANNUAL MEETING, 38., 1999, Arlington. **Proceedings...** Madison: National Mastitis Council, 1999. p.154-156.

PACHECO, M. S. **Leite cru refrigerado do Agreste Pernambucano: caracterização da qualidade e do sistema de produção.** 87 p. Dissertação (Mestrado em Ciências e Tecnologia de Alimentos) – Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife: 2011.

PANTOJA, J. C. F.; REINEMANN, D. J.; RUEGG, P. L. Associations among Milk quality indications in raw bulk Milk. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 92, n. 10, p. 4978-4987, 2009.

PAULA, M. C. **Contagem de células somáticas em amostras de leite de tanques.** 45 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Veterinárias) – Curso de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias, Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2002.

PAULA, M. C.; RIBAS, N. P.; MONARDES, H. G.; ARCE, J. E.; ANDRADE, U. V. C. Contagem de Células Somáticas em Amostras de Leite. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 33, n. 5, p. 1303-1308, 2004.

PEREIRA, A. R.; PRADA E SILVA, L. F.; MOLON, L. K.; MACHADO, P. F.; BARANCELLI, G. Efeito do nível de células somáticas sobre os constituintes do leite I – gordura e proteína. **Brazilian Journal Veterinary Research and Animal Science**, São Paulo, v. 36, n. 3, p. 429-433, 1999.

PETERS, M. D. P.; HONORATO, L. A.; GONÇALVES, B. P.; LOURENÇO, L. A.; FONSECA, A. S.; PEDROSO, C. E. S.; BARBOSA SILVEIRA, I. D. Incidência e composição do leite com instabilidade da caseína e leite mastítico. In: CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 18., 2009, Pelotas; ENCONTRO DE PÓS-GRADUAÇÃO, 11., 2009, Pelotas. **Anais...** Disponível em: <http://www.ufpel.edu.br/cic/2009/cd/pdf/CA/CA_00445.pdf>. Acesso em: 13/04/2012.

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.

PHILPOT, W. N. Programa de qualidade do leite no mundo. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE QUALIDADE DO LEITE, 1., 1998, Curitiba. **Anais...** Curitiba, 1998a. p. 1-6.

PHILPOT, W. N.; NICKERSON, S.C. **Mastitis: counter attack**. Naperville: Babson Bros, 1991.

PHILPOT, W. N.; NICKERSON, S. C. **Vencendo a luta contra a mastite**. Piracicaba: Westfalia Surge/ Westfalia Land Technik do Brasil, 2002.

POLITIS, I.; NG-KWAI-HANG, F. K. Effects of somatic cell counts and milk composition on the coagulating properties of milk. **Jornal of Dairy Science**, Champaign, v. 71, p. 1740-1746, 1988.

PRITCHARD, D. E.; ANDERSON, K. L.; MYERS, Z. H. **Seasonal patterns of bulk tank milk somatic cell counts**. 2001. Disponível em: <http://www.cals.ncsu.edu/na_sci/extension/dairy/winter%202000%20word%20version%202.htm>. Acesso em: 03/08/2012.

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.

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: INTERLEITE: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE PRODUÇÃO INTENSIVA DE PRODUÇÃO DE LEITE, 4., 1999, Caxambu. **Anais...** São Paulo, 1999. p. 77-87.

RIBAS, N. P.; PAULA, M. C.; ANDRADE, U. V. C. Contagem e escore de células somáticas em amostras de leite de tanques nos Estados de Santa Catarina, Paraná e São Paulo. In: BRITO, J. R. F.; PORTUGAL, J. A. B. **Diagnóstico da qualidade do leite, impacto para a indústria e a questão dos resíduos de antibióticos**. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite; Epamig/ CT/ ILCT, 2003. p. 27-38.

RIBEIRO, M. G.; GERALDO, J. S.; LANGONI, H.; LARA, G. H. B.; SIQUEIRA, A. K.; SALERNO, T.; FERNANDES M. C. Microorganismos patogênicos, celularidade e resíduos de antimicrobianos no leite bovino produzido no sistema orgânico. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, Rio de Janeiro, v. 29, n. 1, p. 52-58, 2009.

ROGERS, S. A.; MITCHELL, G. E.; BARTLEY, J. P. The relationship between somatic cell count, composition and manufacturing properties of bulk milk 4. nonprotein constituents. **Australian Journal of Dairy Technology**, Highett, v. 44, n. 2, p.53-56, 1989.

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. **Australian Journal of Dairy Technology**, Highett, v. 44, n. 2, p.49-52, 1989.

RUEGG, P. L. Relationship between bulk tank Milk somatic cell count and antibiotic residues. In: NATIONAL MASTITIS COUNCIL ANNUAL MEETING, 44, 2005, Orlando. **Proceedings...** Madison: National Mastitis Council, 2005. p. 28-35.

RYSANEK, D.; BABAK, V. Bulk tank Milk somatic cell count as an indicator of the hygiene status of primary Milk production. **Journal of Dairy Research**, Cambridge, v. 72, p. 1-6, 2005.

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.

SANTOS, M. V. O uso da CCS em diferentes países. In: MESQUITA, A. J.; DÜRR, J. W.; COELHO, K. O. **Perspectivas e avanços da qualidade do leite no Brasil**. Goiânia: Talento, 2006. p. 181-197. Disponível em: <<http://www.milkpoint.com.br/radar-tecnico/qualidade-do-leite/o-uso-da-ccs-em-diferentes-paises-parte-3-33497n.aspx>>. Acesso em: 03/07/2012.

SANTOS, M. V.; FONSECA, L. F. L. **Contagem de células somáticas e qualidade industrial do leite**. In: CURSO ONLINE SOBRE A QUALIDADE DO LEITE, 2., 2002. Disponível em: <<http://www.milkpoint.com.br>>. Acesso em: 20/04/2012.

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

SAS® System for Linear Models, version 9.3. Cary: SAS institute, 2011.

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. **Journal of Dairy Science**, Champaign, 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. **Journal of Dairy Science**, Champaign, 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. **Journal of Dairy Science**, Champaign, 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. **Canadian Journal of Veterinary Research**, Ottawa, v. 57, p. 131-135, 1993.

SECRETARIA DE ESTADO DA AGRICULTURA E DO ABASTECIMENTO (SEAB). Departamento de Economia Rural (DERAL). **Valor Bruto da Produção Agrícola**

Paranaense em **2010**. Disponível em: <<http://www.agricultura.pr.gov.br/arquivos/File/deral/analise1002.pdf>>, 2010. Acesso em: 15/03/2012.

SHOOK, G. E. Approaches to summarizing somatic cell count which improve interpretability. In: NATIONAL MASTITIS COUNCIL ANNUAL MEETING, 21., 1982, Pennsylvanis. **Proceedings...** Madison: National Mastitis Council, 1982. p. 150-166.

SHOOK, G. E.; RUEGG, P. Geometric mean somatic cell counts: what they are; what they do. In: NATIONAL MASTITIS COUNCIL ANNUAL MEETING, 38., 1999, Arlington. **Proceedings...** Madison: National Mastitis 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. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 77, n. 2, p. 648-658, 1994.

SHUSTER, D. E., HARMON, R. J., JACKSON, J. A. *et al.* Suppression of milk production during endotoxin-induced mastitis. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 74, n. 11, p. 3763-3774, 1991.

SILVA, A. R. P.; OLIVEIRA, A. I. G.; GALVÃO, R. J. D.; MARTINEZ, M. L.; FREITAS, A. F.; NEIVA, R. S. Avaliação do desempenho produtivo de rebanhos da raça Pardo-Suiça no estado de São Paulo. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 24, n. 2, p. 458-467, 2000.

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

SMITH, K. L.; HOGAN, J. S. Milk quality: a worldwide perspective. In: NATIONAL MASTITIS COUNCIL ANNUAL MEETING, 37., 1998, St. Louis. **Proceedings...** Madison: National Mastitis Council, 1998. p. 3-9.

SMITH, K. L.; HOGAN, J. S. **The World of mastitis**. 2001. Disponível: <<http://www.nmconline.org/articles/wrdmast.htm>>. Acesso em: 30/08/2012.

SOUZA, G. N.; SILVA, M. R.; SOBRINHO, F. S.; COELHO, R. O.; BRITO, M. A. V. P.; BRITO, J. R. F. Efeito da temperatura e do tempo de armazenamento sobre a contagem de células somáticas no leite. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 57, p. 830-834, 2005.

WEAVER, J. C.; KROGER, M. Protein, casein, and non casein protein percentages in milk with haigh somatic cells counts. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 60, n. 6, p. 878-881, 1977.

WELLS, S. J.; OTT, S. L. What is the current milk quality in the US? In: NATIONAL MASTITIS COUNCIL ANNUAL MEETING, 37., 1998, St. Louis. **Proceedings...** Madison: National Mastitis 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. **Journal of the American Veterinary Medical Association**, Schaumburg, v. 210, n. 10, p. 1499-1502, 1997.