

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE PONTA GROSSA
SETOR DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA

LETÍCIA BARRETTA DO PRADO

INFLUÊNCIA DOS FATORES GENÉTICOS E AMBIENTAIS NA CONTAGEM DE
CÉLULAS SOMÁTICAS EM VACAS DA RAÇA HOLANDESA

PONTA GROSSA
2016

LETÍCIA BARRETTA DO PRADO

INFLUÊNCIA DOS FATORES GENÉTICOS E AMBIENTAIS NA CONTAGEM DE
CÉLULAS SOMÁTICAS EM VACAS DA RAÇA HOLANDESA

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
como requisito para aprovação na disciplina de
Orientação de Trabalho de Conclusão de Curso
na Universidade Estadual de Ponta Grossa, Área
de Zootecnia.

Orientador (a): Prof. Dr. Victor Breno Pedrosa

PONTA GROSSA
2016

Dedico à minha família, meus pais, Luiz do Prado e Márcia Madalena Barretta Prado e meu irmão, Marciano do Prado que são meu alicerce.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, por mais uma etapa concluída, por me guiar e iluminar por todo o caminho percorrido.

Aos meus pais, Luiz do Prado e Márcia Madalena Barreta Prado e meu irmão, Marciano do Prado, que em todos os momentos estiveram do meu lado, me apoiaram, incentivaram, e mesmo com todas as dificuldades se mantiveram firmes me dando força.

Prof. Dr. Victor Breno Pedrosa, pela orientação, ensinamentos, dedicação, exemplo de profissional, pela confiança depositada em mim e amizade.

Aos meus amigos, que ganhei na faculdade ou de infância, que me apoiaram e ajudaram.

À Fundação Araucária, pela concessão da bolsa de estudos.

À Associação Paranaense de Criadores de Bovinos da Raça Holandesa (APCBRH), pela disponibilização do banco de dados.

A todos que contribuíram de forma direta ou indireta para elaboração deste trabalho.

Obrigada!

A conquista da liberdade é algo que faz tanta poeira,
que por medo da bagunça, preferimos,
normalmente, optar pela arrumação.

(Carlos Drummond de Andrade)

RESUMO

A bovinocultura leiteira é uma atividade de grande importância econômica no Brasil, e a CCS é uma das ferramentas usadas para avaliar a qualidade do leite. Com isso, objetivou-se estimar a herdabilidade da característica contagem de células somáticas em vacas da raça Holandesa, utilizando três modelos distintos, além de analisar o efeito da idade da vaca ao parto e os dias em lactação no aumento da CCS. Para esta pesquisa, utilizou-se o banco de dados da Associação Paranaense de Criadores de Bovinos da Raça Holandesa (APCBRH), com informações de fêmeas de primeiro parto, considerando os períodos entre 2008 a 2014, para a característica de CCS. Foram considerados três modelos de análise distintos, sendo o primeiro incluindo os efeitos ambientais de dias em lactação (DEL) e idade da vaca ao parto (IDV) como efeitos quadráticos, o segundo utilizando os mesmos efeitos, porém em caráter linear e o terceiro desconsiderando os referidos efeitos ambientais no modelo. A média obtida para o escore de células somáticas foi de 2,49, com herdabilidades de 0,19; 0,18 e 0,18, respectivamente para os modelos considerando o efeito quadrático, o efeito linear e desconsiderando os efeitos. Pode-se concluir que o modelo que considerou os efeitos ambientais como quadráticos, apresentaram melhor resultado em comparação aos demais modelos.

Palavras-chave: Bovinocultura leiteira. Mastite. Qualidade do leite.

ABSTRACT

Dairy cattle is an activity of great economic importance in Brazil, and the SCC is one of the tools used to assess the quality of milk. Thus, the main goal was to estimate the heritability for somatic cell count in Holstein cattle, utilizing three different models, and, moreover, evaluate the effects of dam age and days in milk on the mentioned trait. For this research, it was used the database from Paraná Holstein Association of Cattle Breeders (APCBRH), with information of female first parity, considering the period between 2008-2014, for the SCC trait. It was considered three different models of analysis, the first including the environmental effects of days in milk (DEL) and cow age at calving (IDV) as a quadratic effect, the second using the same effects, but in linear character and the third disregarding those environmental effects in the model. The average obtained for somatic cell score was 2.49, with heritability of 0.19; 0.18 and 0.18, respectively, for the models considering the quadratic effect, linear effect and excluding the effects. It can be concluded that the model that considered the environmental effects as quadratic effect, showed better results compared to other models.

Keywords: Dairy Cattle. Mastitis. Milk quality.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

- Figura 1 – Efeito dos dias em lactação (DEL) sobre o escore de células somáticas (ECS) no leite de vacas da raça holandesa.....16
- Figura 2 - Efeito da idade da vaca ao parto (IDV) sobre o escore de células somáticas (ECS) no leite de vacas da raça holandesa.....17

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Relação entre escore de células somáticas (ESC) e contagem de células somáticas (CCS).....	14
Tabela 2 - Análise de variância dos escores de células somáticas (ECS) pelo método de quadrados mínimos.....	15
Tabela 3 - Estimativas de variância genética aditiva (σ^2_a), variância residual (σ^2_e), variância fenotípica (σ^2_p) e herdabilidade (h^2) para o escore de células somáticas (ECS), considerando os dias em lactação e da idade da vaca ao parto como efeitos quadráticos, lineares ou desconsiderando estes efeitos.....	17

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

APCBRH	Associação Paranaense de Criadores de Bovinos da Raça Holandesa
CCS	Contagem de Células Somáticas
DEL	Dias em Lactação
ECS	Escore de Células Somáticas
GC	Grupo Contemporâneo
h^2	Herdabilidade
IDV	Idade da Vaca ao Parto
LeMA	Laboratório de Estudos em Melhoramento Animal
REML	Máxima Verossimilhança Restrita
σ_a^2	Variância Genética Aditiva
σ_e^2	Variância Residual
σ_p^2	Variância Fenotípica

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	11
2. MATERIAL E MÉTODOS	12
3. RESULTADOS E DICUSSÃO	13
4. CONCLUSÃO	18
5. REFERÊNCIAS	19

1. INTRODUÇÃO

No Brasil, a bovinocultura se faz presente desde os primórdios da colonização, estabelecendo marcas no processo histórico e geográfico de ocupação e desenvolvimento do País. A bovinocultura partiu de uma base técnica rudimentar para, com o tempo, incorporar inovações. Em meados dos anos de 1970, já representava uma das mais importantes atividades econômicas da agropecuária brasileira (FERRAZ & ELER, 2010).

A bovinocultura de leite também está distribuída por todo o país, com grande heterogeneidade do processo produtivo (HOTT & CARVALHO, 2007). A exploração leiteira é praticada em todo o Brasil, em cerca de um milhão de propriedades rurais. Somente na produção primária, a atividade gera acima de três milhões de empregos e agrega mais de seis bilhões ao valor da produção agropecuária nacional (IBGE, 2014).

Para a cadeia láctea mundial, é de grande relevância identificar os sistemas de manejo e produção de rebanhos leiteiros que favoreçam a obtenção de leite com maior qualidade, ao longo das diferentes estações do ano (BODENMÜLLER FILHO et al., 2010). O mercado está se tornando cada vez mais exigente em relação à qualidade do leite, graças à percepção do papel exercido pelos alimentos e seus componentes sobre a saúde dos consumidores.

O leite de qualidade deve apresentar composição química, microbiológica, organoléptica e contagem de células somáticas (CCS) que atendam aos parâmetros exigidos por lei (BRASIL, 2011). Na qualidade do leite, do ponto de vista legal e prático, considera-se a composição – que inclui os teores de gordura, proteína e sólidos totais – e os aspectos higiênico-sanitários, que englobam padrões internacionais relacionados à CCS e à contagem bacteriana total (CBT) (VARGAS et al., 2013, 2014).

A CCS no leite é o indicador mais usado em programas de controle e prevenção da mastite em todo o mundo. A mastite é reconhecida como a principal doença nos rebanhos leiteiros, pelas perdas econômicas tanto para o produtor como indústria de laticínios, decorrentes tanto da diminuição da produção leiteira como da qualidade do leite (LANGONI, 2013). Vários fatores podem influenciar a variação da CCS, sendo citadas a ordem de parto, período de lactação, mês e estação do ano (CUNHA et al., 2008). Quando o leite de todas as vacas num rebanho é misturado, como no tanque de expansão, a contagem de células somáticas numa amostra composta é um bom indicador da prevalência de mastite no rebanho (TOZZETTI et al., 2008).

A mastite pode se manifestar nas formas subclínica ou clínica, sendo mais comum a mastite subclínica, que é acompanhada por um aumento na CCS (DE ANDRADE et al.,

2007). A clínica se caracteriza por sinais visíveis de inflamação: aumento de volume e temperatura do quarto mamário afetado, dor, vermelhidão e mudanças na aparência e constituição do leite. Na mastite subclínica, não há alterações visíveis no leite e no úbere, o processo inflamatório da glândula mamária pode ser detectado por exame laboratorial, em que se observam alterações na composição físico-química do leite e elevação da contagem de CCS no leite e, neste caso, também ocorre diminuição da produção (ZHAO & LACASSE, 2008).

A CCS é relativamente fácil de ser registrada e possui herdabilidade maior do que a mastite clínica. Porém, como são necessários exames laboratoriais para o seu registro, nem sempre os criadores realizam estas medidas no cotidiano. Já a mastite clínica pode ser mensurada pelos criadores durante o manejo da ordenha. Dessa forma, ambas as características poderiam ser usadas conjuntamente nos modelos, em estudos relacionados ao aumento da resistência genética dos animais a esta doença (Oliveira, 2015).

Nas avaliações genéticas, a CCS vem sendo mais empregada, tornando-se de extrema importância o seu controle e monitoramento, pois, além de fazer parte das exigências normativas de órgãos fiscalizadores do Brasil e de diversos outros países do mundo, este indicador está relacionado com a composição do leite e, para os produtores, é uma importante ferramenta no controle da saúde da glândula mamária, qualidade da matéria-prima e perda de produção (WICKSTRÖM et al., 2009; BUENO et al., 2005). Desta maneira, o objetivo do presente trabalho foi estimar a herdabilidade da característica contagem de células somáticas em vacas da raça Holandesa, utilizando três modelos distintos, além de analisar o efeito da idade da vaca ao parto e os dias em lactação no aumento da CCS.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizados neste estudo dados de 41.045 registros de vacas primíparas pertencentes ao banco de dados da Associação Paranaense de Criadores de Bovinos da Raça Holandesa (APCBRH), entre os períodos de 2008 a 2014. Os arquivos de dados foram processados na Universidade Estadual de Ponta Grossa, no laboratório de estudos em Melhoramento Animal – LeMA, alocado no departamento de Zootecnia da Universidade Estadual de Ponta Grossa.

A característica avaliada foi a CCS, com o intuito de compreender as relações entre características pertinentes a saúde e produção. Para a formação dos arquivos de dados, foram mantidas lactações com, no mínimo, três controles leiteiros subsequentes contendo informação de CCS. Por não apresentar distribuição normal, a CCS foi transformada para uma

escala logarítmica em escore de células somáticas (ECS), conforme recomendado por Sechrist (1985), com base no procedimento desenvolvido por Shook (1982): $ECS = \log_2 (CCS/100) + 3$. A média do ECS foi obtida pela média aritmética dos ECS de todos os controles da lactação.

Foram considerados três modelos de análise distintos, sendo o primeiro incluindo os efeitos ambientais de dias em lactação (DEL) e idade da vaca ao parto (IDV) como efeitos quadráticos, o segundo utilizando os mesmos efeitos, porém em caráter linear e o terceiro desconsiderando os referidos efeitos ambientais no modelo.

Foram considerados, para os três modelos, os efeitos fixos de grupo contemporâneo (GC) e os efeitos aleatórios genético aditivo. A variável GC foi gerada considerando-se as interações dos efeitos de rebanho e ano do parto e, além disto, foram eliminados do arquivo de dados os GC com menos de três observações.

Para a estimativa dos componentes de variância foi considerado o modelo animal, que em formato matricial pode ser representado por:

$$y = Xb + Za + e;$$

Em que: y = vetor da característica analisada; b = vetor de soluções para os efeitos fixos contendo grupo contemporâneo e as covariáveis idade ao parto e duração da lactação; a = vetor de soluções para o efeito aleatório genético aditivo; X e Z = matrizes de incidência para os efeitos fixos e genético-aditivo, respectivamente; e = vetor de resíduos aleatórios.

Os componentes dos modelos considerados na análise podem ser simplesmente representados por:

$$E \begin{bmatrix} y \\ a \\ e \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} Xb \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}; e V \begin{bmatrix} a \\ e \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} G & 0 \\ 0 & R \end{bmatrix}$$

Os componentes de (co)variância e os parâmetros genéticos foram estimados pelo método REML utilizando os programas VCE6 (GROENEVELD, KOVAC, MIELENZ, 2008) e PEST (GROENEVELD, KOVAC, MIELENZ, 2009).

3. RESULTADOS E DICUSSÃO

A média observada para ECS neste estudo foi baixa (2,49). Os valores de células somáticas e seus equivalentes em contagem de células somáticas encontram-se na tabela 1. Desta maneira entende-se que os rebanhos utilizados no presente estudo exercem um bom controle genético e, principalmente ambiental, desta relevante característica.

Tabela 1. Relação entre escore de células somáticas (ECS) e contagem de células somáticas (CCS).

CCS (1000 s/ml)	
ECS	Amplitude
0	0 – 17
1	18 – 34
2	35 – 70
3	71 – 140
4	141 – 282
5	283 – 565
6	566 – 1130
7	1131 – 2262
8	2263 – 4525
9	4526 >

Fonte: National Mastitis Council (2016).

Escores de células somáticas baixos estão associados a menores taxas de infecções a mastite, indicando rebanhos saudáveis e com produto de maior qualidade (ROMANO, 2016), além de que altos ECS resultam em quedas significativas na produção de leite (HARTMANN et al., 2009). Além disto, a mastite pode interferir em componentes importantes para a indústria de derivados lácteos, podendo resultar em aumento do tempo de coagulação do leite, diminuição da firmeza do coágulo, maior perda de componentes do leite para o soro, menor rendimento de fabricação, defeitos de textura e alteração das características organolépticas (SANTOS; MA; BARBANO, 2003).

O resultado de análise de variância dos ECS pelo método de quadrados mínimos está apresentado na Tabela 2. Todos os efeitos incluídos para a avaliação do ECS foram significativos ($p < 0,05$), apresentando efeito linear e quadrático para DEL e IDV, sendo que o efeito quadrático foi menos evidente em IDV do que em DEL. O coeficiente de variação para ECS foi de 52,75%, que, considerando o fato desta característica naturalmente sofrer grande oscilação, pode-se mencionar que a presente variação encontra-se dentro da amplitude biologicamente esperada.

Tabela 2 - Análise de variância dos escores de células somáticas (ECS) pelo método de quadrados mínimos.

Causas de Variação		ECS	
		Grau de liberdade	Quadrado médio
Grupo de Contemporâneos		1472	11,038**
Dias em lactação	Linear	1	590,013**
	Quadrático	1	107,903**
Idade ao parto	Linear	1	323,310**
	Quadrático	1	8,292*
Resíduo		39569	1,73

** Significativo ($p < 0,01$); * Significativo ($p < 0,05$)

Os coeficientes de regressão linear e quadrático dos ECS sobre os dias em lactação foram, respectivamente, de 0,0015 e - 0,3498, podendo ser visualizada uma tendência de aumento dos ECS com o aumento do DEL (Figura 1). Barbosa et al. (2007) explicam que a quantidade de células somáticas no leite também aumenta gradualmente a medida que a lactação avança do meio para o fim. Segundo Oliveira et al. (2013) a medida que os animais envelhecem, há a diminuição da imunidade, juntamente com o relaxamento dos ligamentos do úbere e do esfíncter do teto, o que pode causar lesões e maior facilidade de penetração dos microrganismos potencialmente causadores da mastite. Os animais ficam mais velhos se tornam mais susceptíveis e são expostos com maior frequência à infecção (MAGALHÃES et al., 2006).

De Andrade et al. (2007) analisando o efeito de DEL para ECS não encontraram efeito significativo, o que pode ser justificado pela baixa variação deste efeito para o trabalho em questão. Uma baixa variação do ECS em função do DEL não é esperada, visto que este efeito é muitas vezes explorado pelos criadores como forma de captação máxima do potencial produtivo de uma vaca em determinada lactação. Devido ao rebanho do presente estudo ser consideravelmente superior geneticamente ao do trabalho citado, espera-se que neste seja observado a resposta mais fiel da realidade dos rebanhos comerciais.

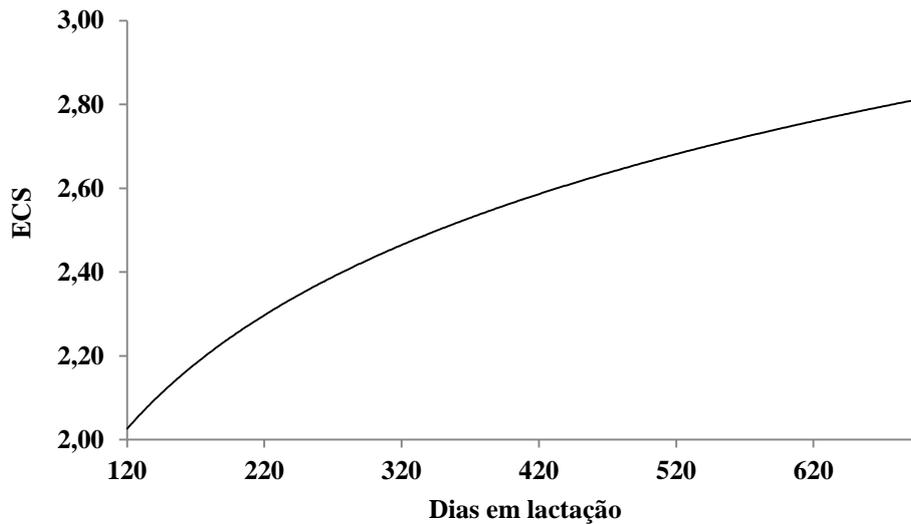


Figura 1 - Efeito dos dias em lactação (DEL) sobre o escore de células somáticas (ECS) no leite.

Quanto à idade da vaca ao parto, também houve aumento do ECS com o aumento da idade (Figura 2), demonstrando o mesmo comportamento do efeito do DEL. Os coeficientes de regressão linear e quadrático da ECS sobre a idade da vaca ao parto foram, respectivamente, de 0,0593 e 0,2379. Devido ao efeito significativo de IDV sobre ECS no presente trabalho, reforça-se a importância do manejo com as novilhas, pois, quanto mais uma novilha demora a parir, maior é o tempo que esta fica exposta a agentes infecciosos, visto que há uma tendência de que apenas vacas paridas permanecem em ambientes mais limpos, sujeitas a um constante manejo higiênico de ordenha e geralmente estas se encontram em grupos, tornando maior o contato de umas com as outras, que podem resultar em mamada cruzadas, havendo maior contaminação.

Como pode ser observado na Figura 2, há visualmente, uma tendência de formação linear na regressão entre ECS e IDV. Isto reforça o fato de que estatisticamente a significância do efeito quadrático para DEL ter sido mais evidente do que o mesmo efeito para a característica IDV.

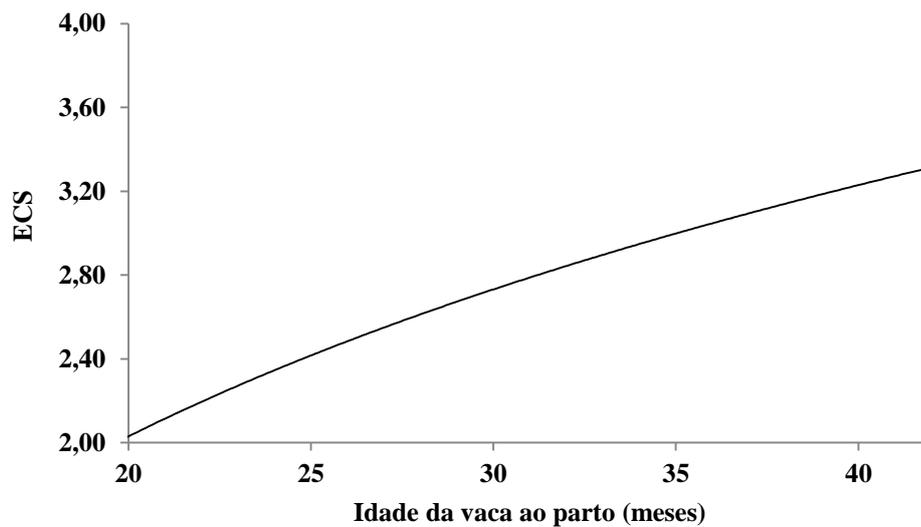


Figura 2 - Efeito da idade da vaca ao parto (IDV) sobre o escore de células somáticas (ECS) no leite.

As variâncias e os parâmetros genéticos para o ECS podem ser visualizados na Tabela 3. A variância fenotípica foi maior que a genética aditiva, ou seja, existe uma maior influência do ambiente, portanto os ganhos genéticos para esta característica são menores. O manejo inadequado, a inexistência de treinamento dos ordenhadores, a não utilização de serviços laboratoriais para identificação dos patógenos e o uso de equipamentos de ordenha sem manutenção periódica (COENTRÃO et al., 2008), tendem a elevar os valores de escores de células somáticas como resposta a infecção mamária, que é mais frequente em locais com excesso de umidade, acúmulo de sujidades, com presença de lama, terra e dejetos (DOMINGUES et al., 2008), caracterizando o microrganismo como agente ambiental causador da mastite bovina (RADOSTITS et al., 2007).

Tabela 3. Estimativas de variância genética aditiva (σ^2_a), variância residual (σ^2_e), variância fenotípica (σ^2_p) e herdabilidade (h^2) para o escore de células somáticas (ECS), considerando os dias em lactação e da idade da vaca ao parto como efeitos quadráticos, lineares ou desconsiderando estes efeitos.

	Escore de células somáticas		
	Efeitos quadráticos	Efeitos lineares	Desconsiderando os efeitos
σ^2_a	0,32	0,31	0,31
σ^2_e	1,37	1,39	1,41
σ^2_p	1,69	1,70	1,73
h^2	0,19	0,18	0,18

As herdabilidades estimadas para característica de ECS foram de 0,19; 0,18 e 0,18, respectivamente, para os modelos considerando o efeito quadrático, o efeito linear e desconsiderando os efeitos. Apesar dos valores se apresentarem semelhantes, o modelo com o efeito quadrático apresentou o maior valor de variância genética aditiva e menor valor de variância residual, caracterizando-se, portanto como mais preciso, e indicando um menor impacto do efeito ambiental no resultado da estimativa de herdabilidade.

Na literatura valores similares foram encontrados, também utilizando o DEL e IDV como efeitos quadráticos nos modelos aplicados para mesma característica, como observado por Miglior et al. (2007), Koeck et al. (2012), Costa; Freitas; Cobuci (2010), Wijga et al. (2012), Pritchard et al. (2013) e Jamrozik e Schaeffer (2012), que, obtiveram valores que variaram de 0,14 a 0,19, condizentes portanto com os valores aqui obtidos, ressaltando a influência ambiental sobre esta característica. Cabe ressaltar que apesar da elevada influência ambiental sobre esta característica, deve se selecionar indivíduos superiores geneticamente, objetivando o progresso genético desta, mesmo que de forma modesta a curto prazo. Huijps; L-am; Hogeveen (2008) destacam que importantes perdas econômicas na bovinocultura leiteira são causadas devido a mastite (subclínicas e clínicas) resultando em gastos que variam entre U\$120,00 e U\$330,00 por vaca, dependendo do número de CCS.

Herdabilidade moderada foram relatadas por Wasana et al. (2015) para escore de células somáticas (0,22) em rebanhos da Coreia do Sul, uma maior tecnificação desses rebanhos, podem ter resultado da baixa variação ambiental em que esses animais eram expostos (ROMANO, 2016). Desta maneira, as vacas manifestam melhor o seu potencial genético. Rebanhos que são mais selecionados tendem a ter maior herdabilidade para a CCS, já que em países economicamente desenvolvidos, a CCS é praticada rotineiramente e adotada na avaliação como índice no melhoramento dos rebanhos leiteiros. Com tendência de implantação de sistemas de pagamento por qualidade no país (ROMA et al., 2009), entre eles a CCS.

4. CONCLUSÃO

Os efeitos ambientais avaliados foram significativos para o escore de células somáticas, evidenciando o impacto ambiental existente sobre esta característica. De acordo com os componentes de variância obtidos e as estimativas de herdabilidade, pode-se concluir que o modelo que considerou os efeitos ambientais como quadráticos, apresentou melhor

resultado em comparação aos demais modelos, sendo, portanto, recomendado para estimar os parâmetros genéticos para a característica em questão, em rebanhos da raça Holandesa.

5. REFERÊNCIAS

BARBOSA, S. B. P., et al. Avaliação da contagem de células somáticas na primeira lactação de vacas holandesas no dia do controle mensal. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, n. 1, p. 94-102, 2007.

BODENMÜLLER FILHO, A., et al. dos. Tipologia de sistemas de produção baseada nas características do leite. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, p. 1832-1839, 2010.

BRASIL. Instrução normativa nº 62, de 29 de dezembro de 2011 - Regulamento Técnico de Produção, Identidade e Qualidade do Leite tipo A, Leite Cru Refrigerado, Leite Pasteurizado, Leite Cru Refrigerado e seu Transporte a Granel. **Diário Oficial da União**, Brasília, 2011.

BUENO, V. F. F., et al. Contagem celular somática: relação com a composição centesimal do leite e período do ano no Estado de Goiás. **Ciência Rural**, v. 35, n. 4, p. 848-854, 2005.

COENTRÃO, C. M., et al. Fatores de risco para mastite subclínica em vacas leiteiras. **Arquivo brasileiro de medicina veterinária e zootecnia**, v. 60, n. 2, p. 283-288, 2008.

COSTA, C. N., et al. Genetic parameters for test day somatic cell score in Brazilian Holstein cattle. **Genetics and Molecular Research**, v. 14, n. 4, p. 19117-19127, 2015.

CUNHA, R. P. L., et al. Mastite subclínica e relação da contagem de células somáticas com número e lactações, produção e composição química do leite em vacas da raça Holandesa. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 60, p. 19-24, 2008.

DE ANDRADE, L. M., et al. Efeitos genéticos e de ambiente sobre a produção de leite e a contagem de células somáticas em vacas holandesas1. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, n. 2, p. 343-349, 2007.

DOMINGUES, P. F., et al. Mastite em bezerra por *Arcanobacterium pyogenes* - Relato de Caso. **Revista de Veterinária e Zootecnia.**, v. 15, p. 257-262, 2008.

FERRAZ, J. B. S., ELER, J. P. Parceria público x privada no desenvolvimento de pesquisa em melhoramento genético animal. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, p. 216-222, 2010.

GROENEVELD, E., KOVAC, M., AND MIELENZ, N. VCE User's guide and reference manual. Version 6.0. Department of Animal Science, University of Illinois, Urbana, IL, 2008.

GROENEVELD, E., M. KOVAC., AND N. MIELENZ. PEST2 User's guide and reference manual. Version 2.0. Department of Animal Science, University of Illinois, Urbana, IL, 2009.

HARTMANN, W. **Características físico-químicas, microbiológicas, de manejo e higiene na produção de leite bovino na região oeste do Paraná: ocorrência de listeria monocytogenes**, Curitiba, PR, 2009. **Tese de Doutorado** - Curso de Pós-Graduação em Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal do Paraná., 2009.

HOTT, M. C., CARVALHO, G. R., DE ARRUDA, Av. Dr. J. S. Análise espacial da concentração da produção de leite no Brasil e potencialidades geotecnológicas para o setor. **SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO**, v. 13, p. 2729-2736, 2007.

HUIJPS, K., LAM, T. J. G. M., HOGEVEEN, H. Costs of mastitis: facts and perception. **Journal of Dairy Research**, v. 75, n. 01, p. 113-120, 2008.

IBGE 2014. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. Disponível em <<http://www.ibge.gov.br/home/>> acesso em: 18 mai. 2016.

JAMROZIK, J., SCHAEFFER, L. R. Test-day somatic cell score, fat-to-protein ratio and milk yield as indicator traits for sub-clinical mastitis in dairy cattle. **Journal of Animal Breeding and Genetics**, v. 129, n. 1, p. 11-19, 2012.

KOECK A., et al. Health recording in Canadian Holsteins: Data and genetic parameters. **Journal of Dairy Science**, v. 95, n. 7, p. 4099-4108, 2012.

LANGONI H. Qualidade do leite: utopia sem um programa sério de monitoramento da ocorrência de mastite bovina. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v. 33, p. 620-626, 2013.

MAGALHÃES, H. R., et al. 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**, v. 35, n. 2, p. 415-421, 2006.

MIGLIOR, F., et al. Genetic analysis of milk urea nitrogen and lactose and their relationships with other yield traits in Canadian Holstein cattle. **Journal of Dairy Science**, v. 90, n. 5, p. 2468-2479, 2007.

NMC 2016. **National Mastitis Council**. Disponível em < <https://nmconline.org/dhiscc.htm> > acesso em: 04 nov. 2016.

OLIVEIRA, E. J., et al. Genetic association between clinical mastitis occurrence and milk yield in Holstein cows. **Ciência Rural**, v. 45, n. 12, p. 2187-2192, 2015.

OLIVEIRA, E. J., et al. Ocorrência da mastite clínica e fatores ambientais que favorecem sua incidência. **Boletim da Indústria Animal**, v. 70, n. 2, p. 132-139, 2013.

PRITCHARD, T., et al. Genetic parameters for production, health, fertility and longevity traits in dairy cows. **Animal**, v. 7, n. 01, p. 34-46, 2013.

RADOSTITS, O. M., et al. A textbook of the diseases of cattle, horses, sheep, pigs and goats. **Veterinary medicine**, v. 10, p. 2045-2050, 2007.

ROMA JÚNIOR, L. C., et al. Sazonalidade do teor de proteína e outros componentes do leite e sua relação com programa de pagamento por qualidade. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 61, n. 6, p. 1411-1418, 2009.

ROMANO, G. S. **Estudo das associações genéticas entre contagem de células Somáticas e características produtivas na raça holandesa**. Salvador, Bahia, 2016. 53p. Dissertação de mestrado – Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Escola de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Federal da Bahia, 2016.

SANTOS, M. V., MA, Y., BARBANO, D. M. Effect of somatic cell count on proteolysis and lipolysis in pasteurized fluid milk during shelf-life storage. **Journal of Dairy Science**, v. 86, n. 8, p. 2491-2503, 2003.

SECHRIST, R. S. Summary of NCDHIP policies. National cooperative dairy herd improvement program handbook, Fact Sheet B-3 Ext. Serv., USDA, Washington, 1985.

SHOOK, G. E. Approaches to summarizing somatic cell count which improve interpretability. In: Proc. 21 st Annual Meeting of the National Mastitis Council, 1982.

TANGORRA, F. M., et al. Milk electrical conductivity and mastitis status in dairy goats: Results from a pilot study. **Small ruminant research**, v. 90, n. 1, p. 109-113, 2010.

TOZZETTI, D. S., et al. "Prevenção, controle e tratamento das mastites bovinas–revisão de literatura." **Revista Científica Eletrônica de Medicina Veterinária**, v. 6,n. 10, 2008.

VARGAS, D. P. de., et al. Correlações entre contagem bacteriana total e parâmetros de qualidade do leite. **Revista Brasileira de Ciência Veterinária**, v. 20, p. 241-247, 2013.

VARGAS, D. P. de., et al. Correlações entre contagem de células somáticas e parâmetros físico-químicos e microbiológicos de qualidade do leite. **Ciência Animal Brasileira**, v. 15, p. 473-483, 2014.

WASANA, N., et al. Genetic Relationship of Productive Life, Production and Type Traits of Korean Holsteins at Early Lactations. **Asian-Australasian Journal of Animal Sciences**, v. 28, n. 9, p. 1259, 2015.

WICKSTRÖM, E., et al. Relationship between somatic cell count, polymorphonuclear leucocyte count and quality parameters in bovine bulk tank milk. **Journal of Dairy Research**, v. 76, n. 2, p. 195-201, 2009.

WIJGA, S., et al. Genomic associations with somatic cell score in first-lactation Holstein cows. **Journal of Dairy Science**, v. 95, n. 2, p. 899-908, 2012.

ZHAO, X., LACASSE, P. Mammary tissue damage during bovine mastitis: causes and control. **Journal Animal Science**, v. 86, p. 57- 65, 2008.