

**UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA  
ESCOLA DE MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA**

**ESTIMATIVAS GENÉTICO-QUANTITATIVAS DA QUALIDADE DO LEITE EM  
REBANHOS DA RAÇA HOLANDESA**

**GABRIELI DE SOUZA ROMANO**

**SALVADOR- BAHIA  
FEVEREIRO-2016**



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA  
ESCOLA DE MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA**

**ESTIMATIVAS GENÉTICO-QUANTITATIVAS DA QUALIDADE DO LEITE EM  
REBANHOS DA RAÇA HOLANDESA**

**GABRIELI DE SOUZA ROMANO**

Zootecnista

**SALVADOR- BAHIA  
FEVEREIRO-2016**

**GABRIELI DE SOUZA ROMANO**

**ESTIMATIVAS GENÉTICO-QUANTATIVAS DA QUALIDADE DO  
LEITE EM REBANHOS DA RAÇA HOLANDESA**

Dissertação apresentada ao  
Programa de Mestrado em  
Zootecnia, da Universidade  
Federal da Bahia como requisito  
parcial para obtenção do título de  
Mestre em Zootecnia.

Área de Concentração:  
Melhoramento Genético Animal

Orientador: Prof. Dr. Victor Breno Pedrosa

Co-orientador: Prof. Dr. Luis Fernando Batista Pinto

**SALVADOR-BAHIA  
FEVEREIRO-2016**

## Sistemas de Bibliotecas - UFBA

Romano, Gabrieli de Souza.

Estimativas genético-quantitativas da qualidade do leite em rebanhos da raça Holandesa /  
Gabrieli de Souza Romano. - 2016.  
56 f.

Orientador: Prof. Dr. Victor Breno Pedrosa

Co-orientador: Prof. Dr. Luis Fernando Batista Pinto.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal da Bahia, Escola de Medicina Veterinária e  
Zootecnia, Salvador, 2016.

1. Bovino. 2. Bovino - Melhoramento genético. 3. Bovino de leite - Melhoramento genético.  
4. Bovino - Raças. 5. Holandês (Bovino). 6. Gado holandês. I. Pedrosa, Victor Breno. II. Pinto, Luis  
Fernando Batista. III. Universidade Federal da Bahia. Escola de Medicina Veterinária e Zootecnia.  
III. Título.

CDD - 636.2

CDU - 636.2

**ESTIMATIVAS GENÉTICO-QUANTITATIVAS DA QUALIDADE DO LEITE EM  
REBANHOS DA RAÇA HOLANDESA**

**Gabrieli de Souza Romano**

**Dissertação defendida e aprovada para obtenção do grau de  
Mestre em Zootecnia**

**Salvador, 29 de fevereiro de 2016**

**Comissão examinadora:**



---

**Dr. Victor Breno Pedrosa**  
**UEPG**  
**Orientador / Presidente**



---

**Dr. Luís Fernando Batista Pinto**  
**UFBA**



---

**Dr. Severino Benone Paes Barbosa**  
**UFRPE**

## DEDICATÓRIA

À Deus, por mais uma etapa concluída, sempre me iluminando e guiando para as escolhas certas, colocando no meu caminho pessoas que fizeram a diferença.

Aos meus pais, Neusa de Souza Romano e Aristides Romano, que foram a minha principal estrutura, suportando juntos diversas dificuldades, mas mostrando sempre fortes perante todas elas, me apoiando nos momentos difíceis com força, confiança, amor, ensinando a persistir nos meus objetivos e ajudando a alcançá-los.

A minha avó Piedade (*in memoriam*), que mesmo não estando mais presente em nosso dia a dia, sempre será um exemplo de coragem e superação.

## AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Dr. Victor Breno Pedrosa, pela dedicada orientação, ajuda, incentivo, ensinamentos transmitidos, pelo exemplo de profissional, pela minha formação profissional e pessoal, pelos conselhos, pela amizade e pela confiança depositada para a realização desse trabalho.

Ao Prof. Dr. Luís Fernando, pela co-orientação, oportunidade, ajuda e valiosas sugestões.

À Prof. Dra. Thereza Bittencourt, pela orientação no início do mestrado, pela ajuda e por toda colaboração.

À Associação Paranaense de Criadores de Bovinos da Raça Holandesa (APCBRH), pela disponibilização do banco de dados e apoio, que possibilitou a viabilização deste trabalho.

À Universidade Federal da Bahia (UFBA), em especial ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, pela oportunidade de realização deste trabalho.

À Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado da Bahia (FAPESB), pela concessão da bolsa de estudos.

Aos professores e alunos da pós-graduação em Zootecnia em especial aos colegas Ana Carla Borges, Jonathan del Solar Velarde, Mayara Sabedot, Eva Clícia, Caio Carvalho pela ajuda, pelo companheirismo, pelas trocas de informações e por toda colaboração.

Ao Programa de Pós Graduação em Genética e Biodiversidade, em especial à Moema, coordenadora e professora do programa que possibilitou a realização das disciplinas, aos professores Flora Fernandes, José Geraldo, Laila Civatti, Alessandra Schnadelbach, e Henrique Batalha e aos colegas Jaciene Santos, Naira Costa, Maíra Miele, pela amizade, paciência, e todo ensinamento.

À minha irmã, Juliana e cunhado Alessandro, por todo apoio, compreensão e por acreditar no meu potencial em todos os momentos.

À Lays Luchi, Clara Rodrigues, Maria José Silva, Fernanda Kubiaki e Amanda Miléo, sem palavras para definir todos os momentos, foram muitas risadas, choros, almoços, doces, enfim, obrigada por serem minha família.

À Bruna Oliveira, Renato Roskosz, Rodrigo Rossetim, Karen Francini, Rodrigo Roskosz, Camila Estevam, Bruno Dias, Elber Godoy, Fabíola Corral, Marcelo Romano, Ciça Soldeira, Dayane Camargo, Caroline Thomaz, Renan Zappia, Michelli Sieklicki e Raphael Moreira pelos momentos de descontração e todo apoio.

A todos que de forma direta ou indireta contribuíram para a realização desse trabalho.

**Muito Obrigada!**

**LISTA DE TABELAS**

	<b>Página</b>
<b>Tabela 1</b> - Análise descritiva das variáveis utilizadas nas estimativas de parâmetros genéticos.....	26
<b>Tabela 2</b> - Estimativa dos componentes de variância genética aditiva ( $\sigma^2_a$ ), residual ( $\sigma^2_r$ ) e fenotípica ( $\sigma^2_p$ ) herdabilidade ( $h^2$ ) e erro padrão (EP) para as características avaliadas. ....	29
<b>Tabela 3</b> - Estimativas de correlação genética (acima da diagonal principal) e correlações fenotípicas (abaixo da diagonal principal) entre as características analisadas. ....	32

**SUMÁRIO**

	<b>Página</b>
Resumo.....	9
Abstract .....	10
1. Introdução.....	11
2. Revisão De Literatura.....	13
2.1 Perspectiva de Crescimento da Pecuária Leiteira .....	13
2.2 Gado Holandês .....	14
2.3 Mastite: Característica Avaliada para Qualidade do Leite .....	15
2.4 Contagem de Células Somáticas como Critério de Seleção para Redução da Mastite.....	17
2.5 Parâmetros Genéticos para Características de Produção e Qualidade do Leite .....	19
3. Material E Métodos .....	23
4. Resultados E Discussão.....	25
5. Conclusões.....	38
Referência Bibliográfica .....	40

ROMANO, Gabrieli de Souza. 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.

## RESUMO

A intensiva pressão de seleção objetivando o aumento da produção de leite tem sido eficaz, no entanto, é importante considerar outras características que possam tornar o sistema economicamente viável, como a produção de gordura e proteína, bem como suas porcentagens, além de outras características como as de saúde. Destaca-se a mastite como uma doença do úbere, frequente e custosa, e que, eventualmente, ocasiona o descarte involuntário e prematuro de vacas, além da diminuição da produção e qualidade de leite. Com isso, objetivou-se avaliar as estimativas de (co) variância e parâmetros genéticos para as características de escore de células somáticas (ECS), produção de leite (PL), produção de gordura (PG), produção de proteína (PP), porcentagem de gordura (%G) e porcentagem de proteína (%P) na raça Holandesa. Foram utilizadas 56.718 vacas primíparas pertencentes ao banco de dados da Associação Paranaense dos Criadores de Bovinos da Raça Holandesa – APCBRH, entre os períodos de 2005 a 2014. Os efeitos incluídos no modelo de análise foram os efeitos fixos de grupo contemporâneo (rebanho, ano e estação do parto), como covariável a idade da vaca ao parto, sendo testados os efeitos linear e quadrático e o efeito aleatório genético aditivo. Para a estimativa dos componentes de variância foi considerado o modelo animal multivariado e os parâmetros genéticos foram estimados pelo método REML utilizando o programa VCE 6.0. Foram encontradas estimativas de herdabilidade de 0,22 para PL, 0,26 para PG, 0,18 para PP, 0,61 para %G, 0,65 para %P e 0,19 para ECS. As estimativas de correlação genética entre as características variaram de -0,50 a 0,82. A baixa herdabilidade encontrada para contagem de células somáticas sugere que a seleção para esta característica irá resultar em benefícios relacionados à saúde animal e qualidade do leite, todavia em longo prazo. A baixa correlação genética entre características produtivas e SCS permite concluir que a sua inclusão em programas de melhoramento genético permite avanços genéticos para essa característica sem interferir negativamente na seleção genética para produção de leite ou as demais características de qualidade.

**Palavra Chave:** escore de células somáticas, herdabilidade, correlação genética, melhoramento animal;

## ABSTRACT

The intense selection pressure aiming to increase of the milk yield has been effective, however, it is important to consider other features that can become the system economically viable, as the production of fat and protein as well as their percentages, besides other characteristics like those of health. It stands out mastitis like a disease of the udder, frequent and costly, and that eventually causes involuntary and premature cull cows, beyond the reduction of production and quality of milk. Thereby, aimed to evaluate the estimates of (co) variance and genetic parameters for the characteristics somatic cell score (SCS), milk yield (MY), fat yield (FY), protein yield (PY), fat percentage (%F) and protein percentage (%P) in the Holstein breed. It was used 56718 information of primiparous cows belonging to the database of the Paraná Holstein Breeders Association- APCBRH, between the periods 2005-2014. The effects included in the analysis model were the fixed effects of contemporary group (herd, year and calving season) as a covariate age of cow at calving, linear and quadratic effects and additive genetic random effect being tested. For the estimation of the variance components was considered the animal model multivariate and genetic parameters were estimated by REML using the VCE 6.0 program. It was estimated variance components and genetic parameters considering the multivariate animal model by REML method. The estimates of the heritability were 0.22 for MY, 0.26 for FY, 0.18 for PY, 0.61 for %F, 0.65 for %P, and 0.19 for SCS and the estimates of genetic correlations among analyzed traits ranged between -0.50 to 0.82. The low heritability found for score of somatic cell represent that the selection for this trait will result in benefits related to animal health and milk quality, but, in the long run. The low genetic correlation between productive traits and SCS permits to conclude that its inclusion in animal breeding programs allow genetic advances for this characteristic without interfering negatively in genetic selection for milk yield or quality traits.

**Keywords:** somatic cell score, heritability, genetic correlations, animal breeding;

## 1. INTRODUÇÃO

O leite é um alimento, usualmente presente na dieta humana, sendo uma fonte de proteínas de alto valor biológico, com funções imunológicas polivalentes na função, assim como atuante no transporte de nutrientes e absorção de vitaminas e minerais essenciais (ARROZ et al., 2013). A atividade leiteira desempenha um papel importante na economia mundial, em que, aproximadamente um bilhão de pessoas dependem, direta ou indiretamente, de fazendas leiteiras (INTERNATIONAL DAIRY FEDERATION, 2013). Segundo o banco de dados da Organização para a Cooperação e o Desenvolvimento Econômico e a Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura (FAO, 2015), em 2015 a produção mundial de leite foi de 794 milhões de toneladas, destes, o Brasil foi responsável por aproximadamente 29,8 milhões de toneladas. O intenso crescimento da produção leiteira do Brasil o aproximou de países como a Alemanha, China e Rússia, ocupando a 5ª posição mundial da produção de leite (ANUALPEC, 2014). Todavia, a baixa produtividade do rebanho nacional é um fator limitante para que se alcancem produções similares aos países com pecuária leiteira desenvolvida.

Para aumentar os índices produtivos, o melhoramento genético baseado em valores genéticos acurados e de programas conduzidos em nosso país é um ingrediente importante para a obtenção de animais adaptados aos diferentes sistemas de produção. Dentre as raças que se destacam pela alta produtividade e possibilidade de ganhos por meio de cruzamentos está à raça Holandesa. A referida raça é notoriamente conhecida pela produção de elevados volumes de leite, resultado da forte pressão de seleção ocorrida nos últimos anos para esta característica (LEE et al., 2014).

No entanto, além de elevados índices produtivos, tornou-se essencial garantir a qualidade do produto e, portanto, a característica “produção de leite”, que detinha maior destaque econômico, tem dividido sua importância com características de sólidos e saúde da vaca (PÉREZ-CABAL et al., 2009). Deste modo, a seleção genética que visava apenas o aumento da produção de leite passou a ter outros enfoques à medida que a indústria começou a incentivar o aumento do conteúdo de gordura e proteína do leite, bem como a diminuição de contagem de células somáticas, com bonificações extras ao produtor (JAMROZIK e SCHAEFFER, 2012).

A mensuração da contagem de células somáticas do leite de uma vaca indica de maneira quantitativa o grau de infecção da glândula mamária, possibilitando um maior controle da doença no rebanho (VIGUIER et al., 2009). A instalação do primeiro Laboratório de Análise de leite do Brasil, no ano de 1986 em Curitiba (APCBRH, 2012), possibilitou a implantação de análises sistemáticas para controle individual do leite, o que torna um diferencial do rebanho paranaense, possibilitando estudos genéticos para contagem de células somáticas ou diretamente, para mastite (WINDIG et al. 2010).

As estimativas de componentes de (co) variância, herdabilidade e correlação genética são imprescindíveis para o desenvolvimento de programas de melhoramento genético animal, pois são parâmetros característicos de cada população e com base em seus valores e na intensidade da seleção praticada, pode-se esperar um progresso genético maior ou não ao longo das gerações, além de uma possível resposta correlacionada entre as características. Habitualmente, as herdabilidades para as características de produção relatadas na literatura variam de médias altas, possibilitando um rápido ganho genético, todavia baixas magnitudes de herdabilidade foram citadas para escore de células somáticas, sugerindo ganhos genéticos menores a um curto espaço de tempo (SCHENNINK et al., 2007 e PRITCHARD et al., 2013). Relações genéticas muito baixas foram relatadas na literatura entre escore de células somáticas e características produtivas e de qualidade do leite (YAZGAN et al., 2010 e ZHAO et al., 2015), portanto os avanços genéticos para a produção de leite ou as demais características de qualidade pouco interferem nos ganhos genéticos para a diminuição da incidência a mastite, o que torna o escore de células somáticas uma possível característica para inclusão como critérios de seleção para resistência a mastite e conseqüentemente no aumento da qualidade do leite.

Dada a importância econômica da mastite e da busca por critérios de seleção para sua resistência, ressaltando os escassos estudos genéticos para essa variável no Brasil, objetivou estimar componentes de variância e covariância para a característica de contagem de células somáticas, produção de leite, gordura, proteína, porcentagem de gordura, porcentagem de proteína na raça Holandesa, bem como seus parâmetros genéticos.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### *2.1 Perspectiva de Crescimento da Pecuária Leiteira*

A pecuária leiteira brasileira vem se destacando a cada ano no cenário internacional, Segundo o banco de dados da Organização para a Cooperação e o Desenvolvimento Econômico e a Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura (FAO, 2015), em 2015 a produção mundial de leite foi de 794 milhões de toneladas, destes, o Brasil foi responsável por aproximadamente 29,8 milhões de toneladas. O intenso crescimento da produção leiteira do Brasil o aproximou de países como a Alemanha, China e Rússia, ocupando a 5ª posição mundial da produção de leite (ANUALPEC, 2014). A projeção de aumento da produção de leite mundial para a próxima década (2014-2023) é de 1,71% a.a., ultrapassando o crescimento da produção de carne bovina e suína (1,15% e 1,02% a.a.), porém inferior à produção de carne de aves (2,03%), já a produção nacional de leite para o mesmo período terá um crescimento de 1,46% a.a., sendo este, maior que a produção de carne bovina e de aves (1,22% e 1,44% a.a.) e menor que a produção de carne suína (1,66% a.a.) (FAO, 2014).

Apesar de seu desempenho ascendente, o Brasil apresenta maior potencial de crescimento, devido sua extensão territorial, o que permite a exploração de uma ampla variedade de recursos genéticos, em diversos tipos de ambientes (ZAMPAR, 2012). No entanto, a baixa produtividade do rebanho é o fator limitante para que se alcancem produções similares aos países desenvolvidos. Segundo os dados do Departamento de Agricultura dos EUA - USDA (2015), a produtividade média de leite dos países desenvolvidos no ano de 2014, como os Estados Unidos foi de 10.097 kg/ animal/ ano, já o Brasil apresentou uma produtividade média de 1.570,75 kg/ animal/ ano (IBGE, 2014). Tal fato é reflexo da grande heterogeneidade do processo produtivo presente em nosso país, com grande quantidade de pequenos produtores, que frequentemente utilizam animais de baixo potencial genético e sistemas de criação inadequados à produção de leite quando comparados com países desenvolvidos que possuem muitos produtores especializados com alta produtividade (PICOLI, 2014). Os dados do IBGE (2008) mostraram que 84% dos estabelecimentos agropecuários são familiares e responsáveis por 58% do total de leite produzido.

Embora o cenário seja promissor, os índices zootécnicos precisam ser melhorados. Para tanto, melhorias na gestão das propriedades rurais são necessárias,

adotando estratégia de manejo como instalações adequadas, alimentação que atenda exigência animal, sanidade e reprodução, que garantem resultados de grande impacto imediato, porém, ainda que as maiorias das características de importância econômica possuam grande influência ambiental, a capacidade genética animal deve ser trabalhada, para que se alcance o desempenho desejado, ressaltando o Brasil, em que a pecuária leiteira é dependente de importações de material genético (ZAMPAR, 2012).

## ***2.2 Gado Holandês***

A tentativa do aumento da produção de leite em climas tropicais tem sido realizada pela introdução de genes de raças europeias (PEREIRA, 2012). Entre as raças leiteiras especializadas, a Holandesa é a que mais se destaca, em termos de produção de leite por lactação, com produções que chegam a atingir valores semelhantes aos observados em países desenvolvidos, com clima temperado (WOLFF, 2003). Além disso, é a raça leiteira predominante no mundo (VAN ARENDONK E LIINAMO, 2003).

As origens desta raça, de meados de 1860, advêm desde a província de Schleswig-Holstein, na fronteira dinamarquesa-alemã até a província de Friesland, na parte norte da Holanda. Exportações consideráveis na Holanda estabeleceram a raça em países Europeus e na América do Norte, tornando a raça leiteira dominante na Europa, onde é conhecida como Frísia Preto e Branco, e na América do Norte como Holandês-Frísia ou Holandesa (FAO, 1987). As exportações em larga escala começaram, inicialmente de animais vivos, seguido de sêmen e embriões, o que teve um enorme impacto sobre o melhoramento genético da raça, pois com o desenvolvimento de biotecnologias, controle leiteiro e desenvolvimentos computacionais permitiu que criadores da raça Holandesa de todos os países pudessem introduzir animais com alto valor genético e acurados no rebanho (OLTENACU E BROOM, 2010).

Shook (2006), afirma que notáveis alterações das características produtivas da raça Holandesa têm ocorrido desde 1980 nos Estado Unidos. Em sua pesquisa, de 1980 a 2000 houve incremento fenotípico médio, no período, de 3502 kg para produção de leite, 129 kg para gordura, 104 kg de proteína e melhorias no escore de células somáticas, sendo os ganhos genéticos responsáveis por mais de 55% dos ganhos fenotípicos. Assim, do ganho total, 2083 kg para leite, 70 kg de gordura e 59 kg de

proteína são méritos exclusivos do melhoramento genético animal. Hansen (2000) observou acréscimo de rendimento de 4500 kg de leite, 150 kg de gordura e 135 kg de proteína em vacas de linha de seleção durante 34 anos, da raça Holandesa, em Minnessota. Mudanças nas vacas leiteiras na Áustria 1988-2007 mostram que a produtividade média por lactação em bovinos da raça Holandesa aumentou de 5.500 para 8.200 kg (KNAUS, 2009). Desta maneira, o melhoramento genético tem sido um dos principais contribuintes para o aumento da produtividade de bovinos leiteiros (CAPPER et al., 2009).

Vacas da raça Holandesa são consideradas animais de alta produção, porém com menor conteúdo de sólidos do leite quando comparadas com outras raças como Pardo Suíço e Jersey, que apresentam uma menor produção leiteira, mas elevados índices de sólidos. Marchi et al. (2008) constataram que a raça Pardo Suíço tem melhores características de qualidade do leite com a maior percentagem de proteína (3,52%) e de gordura (3,75%) quando comparadas com a raça Holandesa em proteína (3,19%) e de gordura (3,48%). Van-Eijndhoven et al. (2011) notaram teores de proteína e gordura maiores em vacas da raça Jersey (4,23% e 6,16%, respectivamente), que em vacas da raça Holandesa (3,59% e 4,73%, respectivamente). Ainda que os valores apresentados pela raça em questão sejam relativamente menores, de acordo com Jamrozik e Schaeffer (2012), a raça Holandesa apresenta alta produção de gordura e proteína em kg, componentes considerados essenciais para o aumento da qualidade e do valor agregado ao produto.

### ***2.3 Mastite: Característica Avaliada para Qualidade do Leite***

A produção de leite é a característica de maior valor econômico, razão pela qual é a primeira a ser considerada em um programa de melhoramento animal, fato pelo qual justifica o menor incremento de sólidos na produtividade da raça. Visando uma maior qualidade do produto, um programa de regulamentação, que estabelece normas para a composição do leite foi proposto pelo Ministério da Agricultura, a Instrução Normativa 51, de 2002 (BRASIL, 2002), que começou a influenciar as políticas de pagamento de indústrias de laticínios por volta de 2005 nas regiões sul e sudeste do país (CARDOSO et al., 2014). No ano de 2011, a IN51 foi revisada e entrou em vigor no Brasil a Instrução Normativa 62 (BRASIL, 2011), a nova legislação preconiza valores para

contagem de células somáticas e contagem bacteriana total respectivamente de no máximo 500.000 CS/mL e 300.000 UFC/mL UFC/mL até junho de 2016, para as regiões Sul, Sudeste e Centro-Oeste, nas demais regiões, a exigência abrangerá até 2017. Com o intuito de instituir, de forma progressiva a maior qualidade do leite, as indústrias de grande porte passaram a estabelecer novos requisitos para o recebimento do leite, vinculando a remuneração à qualidade do leite fornecido, com bonificações pelo leite de alta qualidade, ou penalizações para o leite de baixa qualidade, o que tem levado os produtores se preocuparem com as produções de gordura, proteína, bem como suas porcentagens e a diminuição da contagem de células somáticas (FONSECA et al., 2006).

Apesar dos avanços nas terapias com antibióticos e incremento nas técnicas de manejo, ainda uma das principais causas da queda da qualidade do leite e das perdas quantitativas na produção é a mastite (HOGEVEEN et al., 2011; PETERS et al., 2015). A mastite é a inflamação mamária, em resposta ao patógeno que se instala na glândula mamária (VLIEGHER et al., 2012), podendo ser ambiental ou contagiosa. Em geral, patógenos ambientais incluem coliformes, como a *Klebsiella* ou *Escherichia coli* (*E. coli*) e estreptococos, sendo uma das principais causas de mastite clínica, já os patógenos contagiosos, podem ser transmitidos a partir dos quartos e incluem *Staphylococcus aureus* (*S. aureus*) e *Streptococcus agalactiae* (ATALLA et al., 2010).

A mastite pode ocorrer tanto de forma clínica e subclínica. Mastite clínica é aparente e facilmente detectada por alterações no leite, no úbere ou a ocorrência de sinais clínicos secundários. Quando a mastite clínica é caracterizada como suave ou moderada, são observadas alterações no leite como grumos visíveis no úbere, incluindo inchaço, calor, dor e rubor, quando denominado grave, a resposta inclui o envolvimento sistêmico, tais como febre (ZHAO E LACASSE, 2008; THOMPSON-CRISPI et al., 2014). A detecção de mastite subclínica é mais difícil, pois não há inflamação local, resultando em ausência de sinais visuais (ATALLA et al., 2010). Sendo assim, é necessário utilizar testes, tais como contagem de células somáticas ou análise bacteriológica de amostras de leite para identificar a doença com precisão.

Essa doença provoca maior prejuízo à pecuária leiteira, podendo se manifestar em ambas as formas, sendo mais comum a mastite subclínica (ANDRADE et al., 2007), interferindo tanto na produção de leite, na qualidade do leite, nos custos de descarte do

leite, na possível perda de animais, nas despesas veterinárias (HALASA et al., 2007) e na saúde pública (VLIEGHER et al., 2012). Em todo o mundo, estimativas das perdas econômicas para mastite clínica é de U\$73,23 a U\$107,01 por vaca em uma fazenda, com grandes diferenças entre fazendas. Na Holanda, as perdas devido à mastite clínica e subclínica variam entre U\$18,58 e U\$216,40 por vaca por ano (HOGEVEEN et al., 2011). As perdas econômicas totais de mastite (subclínicas e clínicas) por vaca em um ano pode variar entre R\$197,60 e R\$553,28, dependendo do número de contagem de células somáticas (HUIJPS et al., 2008). De acordo com Sadeghi-Sefidmazgia et al. (2011), em um estudo com 2.214.325 registros de contagem de células somáticas de vacas da raça Holandesa, pertencentes ao Centro de Melhoramento Animal do Irã, as perdas de leite constituem de 68% a 78% do total de perdas econômicas causadas por mastite clínica, já as drogas e serviços veterinários foram as segundas maiores fontes de perda, responsável por 19% a 27% dos custos totais. Trabalhos com perdas econômicas referentes à mastite nos rebanhos brasileiros precisam de maiores enfoques, visto que a maioria das pesquisas são realizadas em rebanhos específicos e não englobam ao menos regiões inteiras, em decorrência da falta do controle leiteiro nos rebanhos.

#### ***2.4 Contagem de Células Somáticas como Critério de Seleção para Redução da Mastite***

Em decorrência das perdas econômicas geradas pela mastite em sistemas de produção de gado leiteiro, sua inclusão nos programas de melhoramento tornou-se cada vez mais importante (KOECK et al., 2010; BERRY et al., 2011). Os países nórdicos têm um histórico bem estabelecido de registros de saúde em vacas leiteiras, com destaque para Noruega que possui este tipo de controle desde 1975 (HERINGSTAD E OSTERAS, 2013; ICAR, 2013). Desde meados da década de 1990, várias organizações de criação na Europa, bem como América do Norte incluíram fertilidade e saúde (ao menos mastite) em seus objetivos de seleção (OLTENACU E BROOM, 2010). Tais registros também foram estabelecidos na Finlândia, Suécia e Dinamarca, durante a década de 1980, na Áustria e na Alemanha desde 2010, na França desde 2012 e no Canadá desde Dezembro de 2013 (EGGER-DANNER et al., 2015).

No Brasil, além do controle leiteiro, prova zootécnica a qual possibilita avaliar o potencial produtivo do animal e são ferramentas essenciais em apoio ao manejo racional

dos animais, programas de avaliação genética de gado leiteiro, programas de rastreabilidade de animais e produtos lácteos e para o planejamento estratégico da cadeia láctea (DÜRR et al., 2011), em 2008, foi consolidado, a Rede Brasileira de Laboratórios da Qualidade do Leite - RBQL, em apoio ao Programa Nacional de Melhoria da Qualidade do Leite que tem por finalidade fazer as análises do leite cru para contagem de células somáticas, contagem total de bactérias além de seus componentes e alimentam o banco de dados. Esses dados são analisados sendo possível selecionar os melhores animais através de seus valores genéticos, possibilitando a diminuição da importação da genética de outros países. No Paraná essas coletas de dados ocorrem desde 1986 (APCBRH, 2012).

As células somáticas são tanto indicadores quantitativos de susceptibilidade quanto de resistência de vacas à mastite e pode ser utilizado para monitorar o nível ou a ocorrência de mastite subclínica em rebanhos ou vacas individuais (SHARMA et al., 2011; OLECHNOWWICZ E JASKOWSKI, 2012). A composição normal de células somáticas do leite varia de acordo com o tipo de secreção ou ciclo de lactação. Normalmente, no leite de uma glândula mamária saudável, a contagem de células somática é inferior a  $1 \times 10^5$  cs/ml, enquanto que a infecção bacteriana pode fazer com que haja um aumento acima de  $1 \times 10^6$  cs/ml (BYTYQI et al., 2010), pois as células de defesa do organismo migram do sangue para o interior da glândula com o objetivo de combater agentes agressores, causando modificações nas concentrações dos principais constituintes do leite.

Jamrozik e Schaeffer (2012) em estudo com registros de controle de leite, proporção de gordura, proteína e escore de células somáticas de vacas da raça Holandesa, em primeira lactação, verificaram que fêmeas com mastite foram caracterizadas por menores produções de leite e maiores proporções de gordura, proteína e escore de células somáticas, em comparação com as contemporâneas saudáveis. Resultado similar foi encontrado por Cunha et al. (2008) em que a porcentagem de gordura aumentou de 4,3% nos animais com contagem de células somáticas acima de 3.000.000 cels/ml em relação aos animais com contagem de células somáticas inferior a 100.000 cels/ml, isso em função da redução na produção de leite dos animais com mastite subclínica. Segundo Zhao e Lacasse (2008), danos do tecido mamário e queda da atividade das células epiteliais, durante a infecção das glândulas

mamárias pode ser causada por bactérias e seus produtos e pelo influxo de células somáticas, pois com mais células imunes migrando para a glândula mamária, danos ao epitélio mamário pioram, resultando na diminuição da produção de leite.

Assim, a seleção para a resistência a mastite é usualmente baseada em características relacionadas, como contagem de células somáticas, uma vez que há uma perda de informação quando a mastite é considerada uma característica binária (VAZQUEZ et al., 2009). De acordo com Windig et al. (2010) a contagem de células somáticas possui uma correlação genética de aproximadamente 0,80, com mastite clínica, e 0,90, com mastite subclínica. Portanto, esta característica torna-se um bom preditor genético de mastite, podendo ser utilizada em programas de melhoramento para aumentar a precisão de seleção (BERRY et al., 2011). Todavia, a contagem de células somáticas não obedece à distribuição normal, o que inviabiliza sua análise estatística diretamente por métodos paramétricos. Para tanto, podem ser utilizadas transformações logarítmicas que possibilitem a normalização da distribuição de dados e permitam que esta característica possa ser parametrizada e analisada como tal.

O escore de células somáticas é uma transformação logarítmica da contagem de células somáticas, em dez categorias, que vão de zero a nove, que foi desenvolvido por SHOOK (1982). O logaritmo é muito utilizado nos programas de controle de rebanhos leiteiros (SHOOK e RUEGG, 1999), a cada ponto de acréscimo (ou decréscimo) no ECS está associado com a duplicação (ou a divisão ao meio) da CCS (HUNT e ANDERTON, 1993). Os resultados dos testes de hipóteses são mais precisos para o escore de células somáticas e vale ressaltar que o escore tem distribuição de frequência normal, o que é desejável nas análises estatísticas por possibilitar maior precisão dos resultados. Ainda, sua média é próxima à mediana, o que simplifica a interpretação das médias, e a variância dentro do rebanho é homogênea (SHOOK e RUEGG, 1999).

### ***2.5 Parâmetros Genéticos para Características de Produção e Qualidade do Leite***

O melhoramento tradicional, baseado na teoria de genética quantitativa tem assegurado ganho genético contínuo na maioria das características de interesse econômico. Métodos estatísticos aplicados para estimação de parâmetros e valores genéticos, aliados a softwares específicos de melhoramento genético animal, são as ferramentas utilizadas na obtenção de resultados de seleção, possibilitando a utilização

de metodologias mais robustas, conduzindo avaliações genéticas mais acuradas. Ainda, índices de seleção evoluíram mais recentemente, com foco em um objetivo mais amplo e equilibrado, visando incluir outras características produtivas tais como qualidade do leite e saúde animal, uma vez que estes têm tanto impacto econômico e socioeconômico através da melhoria do bem-estar animal e da sustentabilidade da produção leiteira (MIGLIOR et al., 2005; PRITCHARD et al., 2013).

As aplicações de metodologia de avaliação de modelos mistos a dados de campo envolvendo características múltiplas era limitado pela baixa capacidade processual dos computadores (POLLAK et al., 1984). Com os avanços da ciência de informação e desenvolvimento do método de máxima verossimilhança restrita (REML) associada à melhor predição linear não viciada (BLUP), criada por Henderson em 1975, a estimação dos componentes de variância genética e fenotípica e do valor genético dos animais passaram a ser extensivamente utilizado no melhoramento genético animal.

A estimação das variâncias geralmente se refere a diferenças entre indivíduos dentro de uma população para uma determinada característica (BOURDON, 2000). O fenótipo não é resultado somente da constituição genética do indivíduo, mas também da interação de seus genes com seus vários efeitos não genéticos ou de ambiente, portanto a variância fenotípica corresponde ao parcelamento da variância genética aditiva e da variância ambiental (FALCONER, 1987). Portanto, estimando as variâncias, torna possível identificar a fração da variância fenotípica total que é devido a diferenças genéticas, o que veio a ser conhecido como o grau de hereditariedade ou simplesmente como herdabilidade (LUSH, 1945).

Estimativas de herdabilidade para produção de leite foram encontradas na literatura variando de média à alta (0,21 a 0,52) (MIGLIOR et al., 2007; PRITCHARD et al., 2013; CAMPOS et al., 2015; MAURICE-VAN EIJNDHOVEN et al. 2015). Produção de gordura, característica que gradativamente estão sendo inseridas nos objetivos de seleção, possuem magnitudes de herdabilidades que variam baixa à moderada (0,16 a 0,39) conforme foram relatados por Degroot et al. (2002), Nauta et al.(2006), Schennink et al. (2007), Bastin et al. (2011) e Hammami et al(2015). Já para produção de proteína foram citadas na literatura estimativas que variaram de 0,12 a 0,27 (YAZGAN et al. 2010; MONTALDO et al., 2010; ALBARRÁN PORTILLO et al., 2013; PRITCHARD et al., 2013 e SARTORI et al., 2015). Habitualmente, estimativas

de herdabilidade alta foram estimadas para porcentagem de gordura (0,41 a 0,79) e proteína (0,44 a 0,65) (NAUTA et al., 2006; SCHENNINK et al., 2007; PAULA et al., 2008; SCHENNINK et al., 2009; BASTIN et al., 2011; LOKER et al., 2012; BUITENHUIS et al. 2013 e ZHAO et al., 2015). Baixas magnitudes de herdabilidade (0,10 a 0,14) foram encontradas na literatura para a característica de escore de células somáticas, como relataram Montaldo et al.(2010), Cecchinato et al. (2011), Loker et al. (2012), Pritchard et al.(2013) Zhao et al.(2015).

Estimativas de herdabilidade de baixa magnitudes sugerem que a relação entre o genótipo e o fenótipo são baixas, portanto melhorias nos fatores ambientais são importante para melhores fenótipos em curto espaço de tempo, já para estimativas de moderada magnitudes espera-se ganhos genotípicos moderados em curta geração para melhorias fenotípicas e para as estimativas de alta herdabilidade espera-se ganhos genéticos altos em curto espaço de tempo, pois se tem maior controle genético sobre essas características. Além da herdabilidade, é importante considerar a correlação genética para os critérios de seleção, uma vez que ela estabelece a força de relacionamento entre duas características em uma mesma população, sendo possível medir a probabilidade pela qual duas características são influenciadas pelos mesmos genes (FALCONER, 1987; BOURDON, 2000; PEREIRA, 2012).

Paula et al. (2008), Schennink et al. (2008), Yazgan et al. (2010), Cecchinato et al. (2011), Pritchard et al. (2013) relataram estimativas positiva que variaram de moderada a alta (0,38 a 0,76) entre produção de leite e produção e gordura. Correlação genética alta e positiva (0,83 a 0,93) foram encontradas na literatura entre produção de leite e produção de proteína (WELPER e FREEMAN, 1992; CASTILLO JUAREZ et al., 2002; CECCHINATO et al., 2011).

Foram relatadas correlação genética negativa que variaram de moderada a alta magnitudes (-0,24 a -0,51) entre produção de leite e porcentagem de gordura (MIGLIOR et al., 2007; LOKER et al., 2012; ZHAO et al., 2015). Para as correlação genética entre produção de leite e porcentagem de proteína foram relatadas relações negativa que variaram de baixa a alta magnitudes (-0,18 a -0,67) (SCHUTZ et al., 1990; CASTILLO JUAREZ et al., 2002; PAULA et al., 2008; VALLAS et al., 2010; ZHAO et al., 2015). Correlação genética positiva e de baixa magnitudes (0,07 a 0,18) foram

relatadas entre produção de leite e escore de células somáticas (MONTALDO et al., 2010, YAZGAN et al., 2010, DADPASAND et al., 2013).

Características de produção de gordura e produção de proteína usualmente possuem correlação genética positiva e alta, como relataram Schennink et al. (2008) e Montaldo et al. (2010), Yazgan et al. (2010), Pritchard et al., (2013) valores que variaram de 0,59 a 0,81. Já a correlação genética entre produção de gordura e porcentagem de gordura foram encontrados valores que variaram de -0,16 a 0,59 e correlação que variam de negativa a positiva e de baixa à moderada magnitudes (-0,04 a 0,29) foram relatadas entre produção de gordura e porcentagem de proteína (SCHUTZ et al., 1990; WELPER e FREEMAN, 1992; CASTILLO JUAREZ et al., 2002 e SCHENNINK et al., 2007). Miglior et al. (2007), Montaldo et al. (2010), Yazgan et al. (2010) e Pritchard et al. (2013) relataram correlação genética entre produção de gordura e escore de células somáticas que variaram de -0,10 a 0,12.

Welper e Freeman (1992), Castillo Juarez et al. (2002), Schennink et al., (2008) estimaram correlação genética negativa e de baixa e moderada magnitudes (-0,16 a -0,21) entre as características de produção de proteína e porcentagem de gordura. Schutz et al. (1990), Welper e Freeman (1992), Castillo Juarez et al. (2002), relataram correlações que variaram de -0,12 a 0,24, entre produção de proteína e porcentagem de proteína. Ainda, produção de proteína possuiu correlação genética baixa e positiva (0,01 a 0,17) quando relacionadas com escore de células somáticas (DEGROOT et al., 2002, MONTALDO et al., 2010, YAZGAN et al., 2010, MIGLIOR et al., 2007).

Correlação genética positiva e alta (0,56 a 0,78) foram encontradas na literatura entre porcentagem de gordura e porcentagem de proteína (SCHUTZ et al., 1990; PAULA et al., 2008; LOKER et al., 2012 e STOOP et al., 2007). Já entre escore de células somáticas e porcentagem de gordura foram relatadas correlação genética de variaram desde positiva a negativa e de baixa à moderada magnitudes (-0,16 a 0,39), pelos autores Castillo Juarez et al. (2002) de -0,16, Welper e Freeman (1992) de -0,06, Vallas et al. (2010) de 0,12, Stoop et al. (2007) de 0,39. Escore de células somáticas e porcentagem de proteína apresentaram na literatura valores que variaram de -0,03 a 0,11 (LOKER et al., 2012; ZHAO et al., 2015; SCHUTZ et al. 1990).

Apenas as vacas saudáveis podem ter níveis elevados de produção por um longo período de tempo, e isso é importante para garantir o sucesso da atividade. A inclusão

de características funcionais em programas de melhoramento genético é fundamental para o desenvolvimento de populações leiteiras em longo prazo, pois os ganhos genéticos são cumulativos, e pequenas melhorias que se acumulam ao longo do tempo garantem uma maior rentabilidade da atividade (EGGER-DANNER et al., 2015).

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizados neste estudo dados de registros de vacas primíparas pertencentes ao banco de dados da Associação Paranaense dos Criadores da Raça Holandesa – APCBRH, entre os períodos de 2005 a 2014, mensuradas através do controle leiteiro.

As amostras de leite foram coletadas mensalmente, por técnicos da própria associação, com intervalos regulares entre controles consecutivos, admitindo intervalos limites, mínimo de 15 e máximo de 45 dias, sendo que a primeira coleta não ocorre até o quinto e após o sexagésimo dia pós-parto. Os procedimentos realizados foram de acordo com os recomendados pelos manuais de Operações de Campo (Horst, 2008) e de Coleta de Amostras (Horst, 2010) do Laboratório de Análise da Qualidade do Leite do Programa de Análise de Rebanhos Leiteiros do Paraná da Associação Paranaense de Criadores de Bovinos da Raça Holandesa. Foi coletada a produção de leite, produzida no intervalo de 24 horas de acordo com os horários habituais das ordenhas, delimitadas por três ou quatro, considerando a primeira como de esgotamento. A pesagem ou a medição do volume do leite foi realizada individualmente por animal e ordenha, de acordo com o sistema de ordenha da propriedade. As amostras de leite para análise de seus componentes foi homogeneizada e envasada em frascos, devidamente identificadas e encaminhadas ao Laboratório Centralizado de Análise de Leite do Programa de Análise de Rebanhos Leiteiros do Paraná, em Curitiba – PR, o qual utilizou o equipamento Bentley NexGen da Bentley Instruments® que incluía dois módulos separados: o Bentley FCM (Citômetro de Fluxo) para a contagem das células somáticas e o Bentley FTS (Espectrômetro por Transformada de Fourier) para a quantificação da gordura e da proteína do leite.

Para a formação dos arquivos de dados, foram consideradas as características de contagem de células somáticas (CCS), produção de leite em kg (PL), produção de gordura em kg (PG) e produção de proteína em kg (PP), porcentagem de gordura (%G) e porcentagem de proteína (%P). As lactações foram corrigidas para 305 dias, admitindo animais de no mínimo 60 e máximo 700 dias em lactação. Ainda, foram eliminados dados de vacas com idade ao parto menor que 18 ou maior que 48 meses e dados de produção de leite menores que 500 kg e percentual de gordura e proteína acima de 5,5% e 5%, respectivamente. O banco de dados após análise de consistência ficou constituído de 56.718 animais. Utilizou-se um arquivo de pedigree que continha identificação do animal, pai e mãe, totalizando 79.380 animais na matriz de parentesco.

Por não apresentar distribuição normal, a contagem de células somáticas (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.

Os efeitos que foram incluídos no modelo de análise são: os efeitos fixos de grupo contemporâneo (GC), e os da idade da vaca ao parto (IDV) considerada em meses, como covariável, sendo testados os efeitos linear e quadrático e os efeitos aleatórios genético aditivo. A variável GC foi criada considerando-se as interações dos efeitos de rebanho-ano-estação de parto, ressaltando que foram consideradas quatro estações de parto, de dezembro a fevereiro, março a maio, junho a agosto e setembro a novembro, ainda foi eliminado do arquivo de dados os GC com menos de três observações.

Para a estimativa dos componentes de variância foi considerado o modelo animal multivariado, em que todas as características foram avaliadas conjuntamente. Em formato matricial, o modelo foi 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;  $a$  = vetor de soluções para o efeito aleatório genético aditivo;  $X$  e  $Z$  = matrizes de incidência para os efeitos fixos, genético-aditivo, respectivamente;  $e$  = vetor de resíduos aleatórios.

As pressuposições em relação aos componentes dos modelos para as multicaracterísticas são:

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

Em que:  $G = A \otimes G_0$  é a matriz de (co) variâncias genéticas aditivas entre as características;  $R = I \otimes R_0$ , a matriz de (co) variâncias residuais entre as características.

Os componentes de (co) variância e os parâmetros genéticos foram estimados pelo método de Máxima Verossimilhança Restrita (REML) utilizando os programas VCE6 (GROENEVELD, 2008) sob o modelo animal.

#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A média para a produção de leite foi de 8715,52 kg/animal (Tabela 1), sugerindo uma média diária de 28,57 kg/ animal/ dia, indicando que os animais avaliados possuem produções superiores a média nacional de 4,64 kg/ animal/ dia (IBGE, 2014), ressaltando que no Brasil as vacas mestiças Holandês-Zebu compõem em torno de 70% do rebanho nacional de bovinos leiteiros em sistema semi-intensivo (Borges et al., (2015). Menores produções diárias médias também foram relatadas por Bignardi et al. (2009) e Campos et al. (2015) de 27,45 e 27,59, respectivamente, em rebanhos da raça Holandesa brasileiros. Portanto, a nível nacional, tal produção caracteriza uma população geneticamente superior, e possivelmente pertencente a fazendas com níveis tecnológicos mais elevados. Todavia valor superior de produção de leite (39,33 kg/ animal/ dia) foi relatado por Vallimont et al. (2009) em estudo com dados de vacas primíparas pertencentes aos Registros de Sistemas de Gestão de Laticínios, da Carolina do Norte, Estados Unidos, entre os anos de 2002 a 2007. Sun et al. (2014) utilizando dados pertencentes ao Conselho de Melhoramento Genético de Gado Leiteiro de Ohio, Estados Unidos, relataram valores superiores 35,60 kg/ animal/ dia. Bilal et al. (2012) em análise dos dados de rebanhos canadenses da raça Holandesa observaram valores também superiores ao estudo em questão (33,73 kg/ animal/dia). Ou seja, a população em estudo, quando comparada com às dos outros países com pecuária leiteira desenvolvida, a produção de leite do rebanho paranaense fica aquém, fato que

possivelmente pode ser explicado pelos sistemas de explorações mais homogêneos em que a atividade se concentra em grandes produtores com alto nível tecnológico, vale destacar ainda, o longo histórico de seleção da raça, maior adaptação do rebanho ao ambiente, visto que a genética brasileira, ao contrário desses países, em sua grande parte é importada (Pedrosa et al., 2015a).

Tabela 1 - Análise descritiva das variáveis utilizadas nas estimativas de parâmetros genéticos.

	Nº observações	Mínimo	Máximo	Média
PL	56718	539,72	15998,00	8715,52±2071,29
PG	50232	200,01	704,85	303,71±60,05
PP	49119	200,01	543,96	282,41±47,18
%G	50232	1,34	5,49	3,32±0,49
%P	49119	1,11	4,81	3,06±0,19
ECS	55250	0,11	8,73	2,64±1,39

PL: produção de leite aos 305 dias; PG: produção de gordura aos 305 dias; PP: produção de proteína aos 305 dias; %G: porcentagem de gordura aos 305 dias; %P: porcentagem de proteína aos 305 dias; ECS: escore de células somáticas.

A média lactacional de produção de gordura e proteína no rebanho em estudo foi de 303,71 e 282,41 kg/ animal, respectivamente. Valores médios inferiores foram relatados por Paula et al. (2008) de 270,88 e 249,01 kg/ animal/ lactação para produção de gordura e proteína, respectivamente utilizando dados da Associação Paranaense de criadores de Bovinos da Raça Holandesa dos anos de 1992 a 2003. Segundo Cardoso et al (2014) as regiões sul e sudeste do país começaram as políticas de pagamento por qualidade do leite por volta de 2005, o que pode justificar as baixas produções citadas pelos autores, pois sem o incentivo financeiro não havia mobilidade dos produtores a fim de buscar alternativas e tecnologias para o aumento da gordura e da proteína do leite. Biassus et al. (2011) utilizando dados da Associação de Criadores de Gado Holandês de Minas gerais relataram valores médios de 229,97 e 221,12 kg/ animal/ lactação para produção de gordura e proteína, respectivamente. Muitos fatores afetam a composição do leite, tais como, variação genética dentro da raça, saúde, meio ambiente, práticas de gestão e dieta (LINN, 1988), assim, assume-se que possivelmente o rebanho no presente estudo apresentam valores superiores, pois são saudáveis, visto a média do escore de células somáticas (2,64); pertencentes a ambientes confortáveis sem muita influência de estresse térmico uma vez que o Paraná possui temperaturas mais amenas e ainda, apresenta grande volume de fazendas tecnificadas (free-stall, climatizadores, etc),

o que propicia maiores desenvolvimentos da raça; segundo Oliveira et al. (2007), o teor de gordura e proteína são fortemente influenciados pela dieta, portanto a dieta do estudo em questão, possivelmente são balanceadas e ricas em forragens, uma vez que, o estado paranaense possui clima favorável para utilização em larga escala de forragens de inverno e verão com alto valor nutricional (aveia, azevém, tifton, etc), além da possível utilização de forragens conservadas, como a silagem de milho, propiciando maiores produções dessas características. Todavia quando comparados com rebanhos Holandeses dos Estados Unidos, a produção de gordura e proteína do rebanho paranaense deixa a desejar, pois segundo Vallimont et al. (2009) e Sun et al. (2014) a produção média de gordura de foram de 429,30 e 388,00 kg, respectivamente; produções superiores de proteína de 340,93 e 337,00 para rebanhos holandeses nos Estados Unidos também foram descritos por Cecchinato et al. (2011) e Sun et al. (2014), respectivamente. Assim, apesar de nacionalmente as produções desses componentes serem superiores, a nível internacional as produções ficam aquém, o que pode ser justificado pelo recente início do incentivo para o aumento da produção desses, o qual as gestões das propriedades ainda estão em desenvolvimento, vale destacar novamente, o longo histórico de seleção da raça nos Estados Unidos para os teores dessas características, o qual possui efeito direto em suas produções, maior adaptação do rebanho ao ambiente, visto que a produção desses componentes são fortemente influenciados pelo ambiente e a genética brasileira, ao contrário desses países, em sua grande parte é importada.

Médias de 3,32% e 3,06% foram obtidas para %G e para %P, respectivamente. Resultados similares de 3,29 % e 3,01% para %G e %P, respectivamente, foram relatados por Campos et al. (2015) em rebanhos holandeses brasileiros. Valores equivalentes também foram relatados por Ribeiro et al. (2007) em rebanhos holandeses pertencentes a região nordeste do Brasil de 3,66% para %G e 3,16% para %P. Valores superiores de 4,50%, 3,81% para porcentagem de gordura e 3,51%, 3,27% para porcentagem de proteína são relatadas por Bloemhof et al. (2009), Loker et al. (2012), respectivamente em rebanhos dos Países Baixos e Canadá . Diferentemente desses países supracitados, o Brasil ainda atribui maior valor econômico ao volume do leite produzido, o que torna o teor dos componentes do leite como segundo plano, o recente início do incentivo para o aumento da qualidade do leite lentamente estão ocasionando

mudanças nas gestões das propriedades e levando ao início da seleção para o aumento dos teores de gordura e proteína, assim os menores valores encontrados nos rebanhos brasileiros para as características supracitadas podem ser em decorrência do menor tempo e pressão de seleção para essas características, uma vez que o Canadá e os Países Baixos atribuem peso zero e negativos para PL, respectivamente em seus objetivos de seleção (Shook, 2006).

Vale ressaltar que os avanços genéticos podem ser intensificados se adotados critérios de seleção baseados em valores genéticos acurados e, especialmente de programas de seleção conduzidos no Brasil. Pedrosa et al. (2015a) relatou avanços através dos resultados de tendência genética de 6,62 kg / ano para produção de leite, 0,44 kg / ano para produção de gordura e 0,34 kg / ano para produção de proteína, os quais podem atingir maiores patamares nos próximos anos visto que os valores genéticos dos reprodutores já estão disponíveis em sumários da raça e devem servir como critério de escolha de indivíduos superiores, melhoradores dos rebanhos do país. Considerando os ganhos relatados por Pedrosa et al. (2015), as médias produtivas do rebanho em estudo e as médias de produção segundo World Holstein Friesian Federation (2015) dos Estados Unidos, Canadá e Países Baixos, levaria em média 194, 397 e 159 anos para que o rebanho paranaense atingisse níveis de produção de leite similares a esses países, respectivamente, para produção de gordura a espera seria de 85, 156 e 138 anos, respectivamente e para a produção de proteína a demora seria ainda mais assustadora (941, 1032 e 1009 anos, respectivamente).

Escores de células somáticas baixas estão associados a menores taxas de infecções a mastite, portanto valores relatados nesse estudo para esse parâmetro (2,64) indicam rebanhos saudáveis e com produto de maior qualidade. Valores similares para escore de células somáticas foram relatados por Vallimont et al (2009) de 2,37, Costa et al (2010) de 2,94, Rönnegård et al (2013) de 2,36, Tiezzi et al. (2013) de 2,64 em rebanhos da raça Holandesa. Segundo Shook (1982) a contagem de células somáticas para escore 2 varia de 35.000 e 70.000 células/ml. Escores acima de 4 (acima de 200.000 células/ml) são considerados animais com mastite subclínica (RUEGG E PANTOJA, 2013). Ptak et al (2011), Cecchinato et al (2011), Alam et al. (2015) observaram escores de pontuação maior em rebanhos da raça Holandesa de 3,71, 3,07 e 3,50, respectivamente tais diferenças podem ser atribuídas ao nível de produção desses

animais, condições higiênico-sanitários de ordenha, tamanho do rebanho, época do ano. Cabe ressaltar a importância dessa característica, em que estudos demonstraram que o aumento de 1 unidade na SCS pode resultar em 91 kg e 182 kg de reduções na produção de leite para as vacas primíparas e vacas múltiparas, respectivamente (ALI E SHOOK, 1980).

Para as características de produção de leite, produção de gordura e produção de proteína e escore de células somáticas as maiores causas variâncias fenotípicas foi reflexo das variâncias ambientais (Tabela 2) ou seja, o ambiente tem grande influência nessas características, refletindo nas estimativas de herdabilidades de menores magnitudes quando comparadas com as características de porcentagem de gordura e proteína em que a maior causa da variação fenotípica foi procedente da variação genética aditiva, e portanto maiores ganhos genéticos ocorrem em menor espaço de tempo.

Tabela 2- Estimativa dos componentes de variância genética aditiva ( $\sigma_a^2$ ), residual ( $\sigma_r^2$ ) e fenotípica ( $\sigma_p^2$ ) herdabilidade ( $h^2$ ) e erro padrão (EP) para as características avaliadas.

	$\sigma_a^2$	$\sigma_r^2$	$\sigma_p^2$	$h^2$
PL	569367,12	1987331,01	2556698,13	0,22±0,01
PG	831,30	2417,12	3248,42	0,26±0,01
PP	401,47	1856,49	2257,96	0,18±0,01
%G	0,11	0,07	0,19	0,61±0,01
% P	0,02	0,01	0,03	0,65±0,01
ECS	0,33	1,34	1,66	0,19±0,01

PL: produção de leite aos 305 dias; PG: produção de gordura aos 305 dias; PP: produção de proteína aos 305 dias; %G: porcentagem de gordura aos 305 dias; %P: porcentagem de proteína aos 305 dias; ECS: escore de células somáticas.

A produção de leite apresentou estimativa de herdabilidade moderada (0,22), sendo comparáveis aos valores apresentados por Zink et al. (2012), que utilizando a base de dados da Republica Tcheca, encontrou valores de 0,20. Sahin et al. (2012) também estimaram valores similares (0,23) para herdabilidade de produção de leite, utilizando 2334 animais entre os anos de 1987 a 2006, em rebanhos da raça Holandesa na Turquia. Estimativa equivalente também foi relatados por Campos et al. (2015) de 0,21, utilizando dados da Associação Brasileira de Criadores de Bovinos da Raça Holandesa. Moderadas estimativas de herdabilidades para PL também foram relatadas por Loker et al. (2012), Tokuhisa et al. (2014) e Manzanilla-Pech et al. (2016) de 0,38,

0,35 e 0,37, respectivamente em rebanhos canadenses e holandeses. Mesmo com resultados similares, vale ressaltar que possivelmente, o fato destes países apresentarem efetivos programas de seleção genética, baseados em valores genéticos acurados e programas conduzidos no próprio país, fez com que a variância genética fosse incrementada ao longo dos anos e, conseqüentemente resultou em aumento da herdabilidade em comparação aos países com menor intensidade de seleção.

O presente trabalho apresentou também moderada estimativa de herdabilidade para produção de gordura (0,26), sugerindo que ganhos genotípicos moderados podem ser obtidos em curto espaço de tempo quando essa característica é selecionada, utilizando valores genéticos acurados. Valores moderados eram previstos em virtude dos animais não terem longo histórico de seleção para essa característica, além de grande parte desses animais serem provenientes de genética importada e produção de gordura ter uma parcela significativa da variância fenotípica resultante da variância ambiental. Na literatura valores similares foram relatados por Zink et al (2012), Pritchard et al. (2013), Campos et al. (2015) de 0,21, 0,26 e 0,24.

Yazgan et al. (2010), Bastin et al. (2011), Tiezzi et al. (2013) estimaram herdabilidades para produção de proteína de 0,12, 0,16, 0,15, respectivamente, concordando com os valores obtidos no presente estudo de baixas magnitudes (0,18). Tais resultados podem sugerir que melhorias em fatores ambientais que afetam os animais podem levar a maiores ganhos fenotípicos para essa característica, todavia por ser um dos componentes de melhor bonificação, deve ser considerada como uma característica importante para os critérios de seleção, pois mesmo que os ganhos genéticos sejam baixos a curto período, são cumulativos e levam ao aumento da produção. Nixon et al. (2009), Van Raden et al. (2009), Pritchard et al. (2013) relatam estimativas de moderadas magnitudes para produção de proteína de 0,21, 0,30, 0,27, respectivamente em rebanhos Reino Unido, Estados Unidos e Canadá. Magnitudes maiores de herdabilidades que a encontrada nesse trabalho, podem ser atribuídas a maior intensidade de seleção desses países para a característica em questão.

Já para as variáveis porcentagens de gordura e porcentagem de proteína, como esperado, apresentaram herdabilidades de altas magnitudes, conseqüentemente, maior o controle genético sobre as características e mais rápido os resultados de seleção em termos de progresso genético, tornando a atividade em curto prazo mais rentável uma

vez que, são primordiais nas bonificações para a qualidade do leite. Valores similares de herdabilidade para porcentagem de gordura (0,61) foi relado por Nauta et al.(2006), Schennink et al. (2009), Van Raden et al. (2009), Schopen et al. (2009) de 0,79, 0,49, 0,50, 0,50, respectivamente. Corroborando com as estimativas de herdabilidades de altas magnitudes para porcentagem de proteína, Schennink et al. (2007), Su et al. (2010), Bastin et al. (2011), Buitenhuis et al. (2013) relatam valores de 0,65, 0,50, 0,45, 0,51, respectivamente.

A característica escore de células somáticas apresentou baixa herdabilidade (0,19). Baixas estimativas também foram obtidas por Miglior et al.(2007), Jamrozik e Schaeffer (2012), Koeck et al. (2012), Pritchard et al. (2013), Wijga et al. (2012) de 0,19, 0,17, 0,11, 0,14 e 0,17 para a mencionada característica, reforçando a grande influência dos efeitos de manejo e ambiente que a mesma é exposta, portanto indica que é mais fácil obter ganhos para escore de células somáticas melhorando o ambiente (manejo na ordenha, limpeza dos tetos, nutrição) que por meio de seleção. Entretanto, mesmo que os ganhos via seleção sejam menores, isso não significa que ela não seja importante, visto o impacto econômico da característica para os sistemas de produção de leite. Por isso, deve-se realizar um trabalho intenso de seleção de animais com menores escores de células somáticas, pois apesar das baixas estimativas, melhorias através de seleção genética ocorrem, porém em um espaço de tempo maior e constantemente.

Moderada estimativa de herdabilidade (0,20) para escore de células somáticas foi relatada por Ptak et al. (2011) em rebanhos holandeses da Polônia, o fato dos países Europeus incluírem a característica mastite desde meados de 1990 em seus objetivos de seleção (OLTENACU E BROOM, 2010) possivelmente justifica as maiores magnitudes de herdabilidades. Wasana et al. (2015), também relataram magnitudes moderadas de herdabilidade para escore de células somáticas (0,22) em rebanhos da Korea, visto o histórico de tecnificação desses rebanhos, as estimativas moderadas podem ser resultado da baixa variação ambiental em que esses animais eram expostos.

Vale ressaltar que os custos envolvidos no melhoramento genético da resistência a mastite são pequenos se comparado com os elevados custos do tratamento da infecção mamária e o rendimento de leite perdido, por isso o escore de células somáticas tem uma longa tradição em programas de melhoramento de gado leiteiro em avaliações

genéticas internacionais (SCHUTZ, 1994; MIGLIOR et al., 2005, GERNAND et al., 2012).

Analisando a correlação genética, suas estimativas variaram de negativas à positivas e de baixas a altas (Tabela 3), frisando a importância do conhecimento dos valores dessas variáveis visando a condução de programas de seleção com um progresso simultâneo das características.

Tabela 3- Estimativas de correlação genética (acima da diagonal principal) e correlações fenotípicas (abaixo da diagonal principal) entre as características analisadas.

	PL	PG	PP	%G	%P	ECS
PL		0,37	0,82	-0,47	-0,50	0,07
PG	0,74		0,48	0,64	0,09	-0,05
PP	0,94	0,77		-0,22	0,08	0,09
%G	-0,30	0,41	-0,17		0,50	-0,12
% P	-0,25	0,03	0,08	0,41		-0,20
ECS	-0,06	-0,08	-0,04	-0,03	0,08	

PL: produção de leite aos 305 dias; PG: produção de gordura aos 305 dias; PP: produção de proteína aos 305 dias; %G: porcentagem de gordura aos 305 dias; %P: porcentagem de proteína aos 305 dias; ECS: escore de células somáticas.

Correlação genética positiva e moderadas foi obtida entre produção de leite e produção de gordura, assim quando se seleciona para o aumento de produção de leite tende a aumentar a produção de gordura de forma moderada e vice-versa. Valores correspondentes a esta pesquisa foram relatados por Degroot et al. (2002) e Schennink et al. (2008), de 0,36 e 0,38, respectivamente, indicando que a relação entre essas características tende a ser o similar nos mais variados rebanhos da raça.

Entre produção de leite e produção de proteína foi estimada correlação genética alta e positiva, indicando haver uma grande associação gênica entre essas características, e confirmando os resultados de Stoop et al. (2007), Yazgan et al (2010), Pritchard et al. (2013) que relataram valores de 0,89, 0,85, 0,94, respectivamente. Assim, esse valor positivo e alto indica que a seleção visando ao aumento da produção de leite, indiretamente eleva a média da produção de proteína e vice-versa. Visto que o histórico de seleção ao longo dos últimos anos tenha sido intenso para produção de leite, característica de maior valor econômico, tais correlações são importantes, pois mesmo de maneira indireta, os criadores de bovinos leiteiros tenderam a selecionar para

características de qualidade do leite, o que pode justificar, em parte, os valores satisfatórios de produção de gordura e proteína encontradas no rebanho em estudo.

Estimativas de correlações genéticas altas e negativas foram encontradas entre produção de leite e porcentagem de gordura e produção de leite e porcentagem de proteína concordando com Miglior et al. (2007), Loker et al.(2012) que afirmaram existir uma associação antagônica entre rendimentos e porcentagens relatando valores de -0,49 e -0,51 entre produção de leite e porcentagem de gordura e -0,53 e -0,55 entre produção de leite e porcentagem de proteína. Portanto, essas características parecem ser em parte, controladas sob o efeito dos mesmos genes, porque a seleção para a melhoria para produção de leite promoverá o aumento em produção de gordura e proteína. No entanto, acarretam as reduções das porcentagens de gordura e proteína, assim as produções de gordura e de proteína não aumentam na mesma proporção que a produção de leite, o que resulta na diluição das suas porcentagens, em uma quantidade total, o que pode explicar, em parte, que as correlação genética sejam de magnitudes negativas entre produção de leite e porcentagens de gordura e proteína.

Produção de gordura teve uma correlação genética alta e positiva com produção de proteína (0,48) corroborando os resultados obtidos por Stoop et al. (2007), Schennink et al. (2008), Paula et al. (2008), Miglior et al. (2009), Dadpasand et al. (2013) e Pedrosa et al. (2015b) que obtiveram valores de 0,75, 0,59, 0,67, 0,87, 0,81 e 0,55, respectivamente. Produção de gordura e porcentagem de gordura foi positiva e altamente relacionada geneticamente (0,64). Schutz et al. (1990) e Schennink et al. (2008) também obtiveram correlação genética alta e positiva (0,59 e 0,51, respectivamente) entre produção de gordura e porcentagem de gordura. Portanto, a fim de atingir níveis de sólidos satisfatórios para o aumento da qualidade do leite, é possível adotar estratégias de seleção visando ganhos concomitantes, com isso, a utilização da seleção indireta pode ser benéfica, posto que as característica de produção de gordura possui alta relação genética com produção de proteína e porcentagem de gordura e possivelmente são controladas pelo mesmo grupo de genes.

Já as características de produção de gordura e porcentagem de proteína foi baixa e positivamente relacionada (0,09), corroborando com os valores relatados por Chauyan e Hayes (1991) de 0,11. Estimativas baixas também foram relatadas por Welper e Freeman (1992) e Dadpasand et al (2013) de -0,04 e -0,06, respectivamente. Assim, há

pouca influencia da resposta correlacionada, para a seleção indireta dessas características. Produção de proteína teve uma negativa e moderada relação genética com porcentagem de gordura (-0,22), concordando com Welper e Freeman (1992) Schennink et al. (2008), Dadpasand et al. (2013) que relataram correlação genética de -0,21, -0,29 e -0,36, respectivamente. Todavia tal característica com porcentagem de proteína apresentou uma correlação genética positiva e baixa, concordando com os resultados encontrados na literatura por Castillo Juarez et al., (2002) de 0,15, porém Welper e Freeman (1992) e Dadpasand et al., (2013) relataram valores de -0,12 e -0,23 entre essas características. Corroborando com a correlação genética positiva e alta entre porcentagem de gordura e porcentagem de proteína Castillo Juarez et al. (2002), Stoop et al. (2007), Paula et al. (2008) e Toffanin et al. (2015), relataram valores de 0,63, 0,72, 0,56 e 0,75, respectivamente. Desta maneira, a seleção para produção de proteína pouco influencia nos ganhos genéticos de porcentagem de gordura e porcentagem de proteína. Se o objetivo de seleção é o aumento das porcentagens, aconselha-se a escolha de uma, entre as porcentagens de gordura e proteína, uma vez que possuem alta relação genética e assim ganhos genéticos simultâneos podem ser alcançados selecionando apenas uma característica, lembrando que selecionando uma das porcentagens há a tendência da diminuição dos ganhos genéticos para produção de leite, em contrapartida a seleção da porcentagem de gordura além de ter como resposta correlacionada ganhos genéticos para porcentagem de proteína poderá ocasionar ganhos genéticos para produção de gordura.

Objetivos de seleção são diferentes devido a diferenças no mercado do leite, sistemas de produções, custos, disponibilidade de dados e metas do setor. Logo, se a seleção for feita levando em consideração apenas o aumento da produção de leite, levará ao aumento quantitativo na produção de seus componentes, e a uma redução na porcentagem deles, portanto, seria interessante considerar a produção de gordura como um dos principais critérios de seleção, pois essa possui herdabilidade moderada e, ainda, poderão ocorrer ganhos genéticos para a produção de leite, produção de proteína, porcentagem de gordura e porcentagem de proteína (mesmo que em menor proporção). Países como os Estados Unidos, Canadá, Nova Zelândia, Holanda e Reino Unido atribuem a seus objetivos de seleção maiores pesos para produção de proteína (nutriente de maior bonificação), cabe ressaltar que, Nova Zelândia, Holanda e Reino Unido

atribuem pesos negativos para produção de leite em seus índices e os demais países atribuem pesos zero (SHOOK et al., 2005; MIGLIOR et al., 2005). Visto que os pesos econômicos das características são fundamentais para a elaboração dos objetivos de seleção (Hazel, 1943), o Brasil possui uma realidade distante desses países desenvolvidos, uma vez que, a produção de leite ainda é a característica de maior valor econômico e, portanto para um programa de melhoramento genético, a mesma é a principal característica para critérios de seleção, uma vez que, influencia diretamente na receita do produtor.

Escore de células somáticas apresentou relação genética positiva e baixa com produção de leite (0,07), portanto a seleção para produção de leite exerce pouca ou nenhuma influência genética, no aumento do escore de células somáticas, como resposta correlacionada, reforçando que a pressão de seleção para o aumento da produção de leite tem pouca relação genética com animais mais susceptíveis a mastite, logo enfatiza a importância da inclusão de escore de células somáticas nos objetivos de seleção do melhoramento genético de bovinos leiteiros, visto que apenas vacas saudáveis podem ter níveis elevados de produções por um longo período de tempo, e isso é importante para garantir o sucesso da atividade, já que pequenas melhorias ou retrocesso genéticos que se acumulam ao longo do tempo garantem a rentabilidade, ou não da atividade. Valores similares foram relatados por Muir et al. (2007), Montaldo et al. (2010) e Yazgan et al. (2010) de 0,12 0,18 e 0,07 respectivamente.

Ainda, correlação genética positiva e baixa entre escore de células somáticas e produção de proteína (0,09) também foi obtidos por Miglior et al. (2007), Yazgan et al. (2010); Dadpasand et al. (2013) de 0,01, 0,14 e 0,18, respectivamente, ou seja, visto a importância econômica e na qualidade do leite, e ainda o fato que a seleção para uma pouco afeta os ganhos genéticos da outra, ambas merecem atenção especial nos objetivos de seleção, ainda que seus ganhos genéticos apareçam em espaço de tempo maior devido sua baixa herdabilidade.

A relação genética entre escore de células somáticas com produção de gordura, porcentagem de gordura e porcentagem de proteína foram negativas e baixas (-0,05). Miglior et al. (2009), Montaldo et al. (2010) e Pritchard et al. (2013) relataram relações de -0,17, -0,10 e -0,07, respectivamente para correlação genética entre escore de células somáticas e produção de gordura. Castillo Juarez et al. (2002), Dadpasan et al. (2013) e

Zhao et al (2015) também obtiveram relações baixas e negativas (-0,12) entre escore de células somáticas e porcentagem de gordura (-0,16, -0,05, -0,04, respectivamente). Ainda, revisando a literatura e corroborando com o estudo em questão, também foram encontradas estimativas baixas e negativas (-0,20) entre escore de células somáticas e porcentagem de proteína (-0,03 e -0,01) (LOKER et al., 2012; ZHAO et al., 2015, respectivamente). Portanto, a seleção para produção de gordura, porcentagem de gordura e porcentagem de proteína pouco influenciam na diminuição do escore de células somáticas, possivelmente tais características não são controladas pelo mesmo grupo de genes.

Ao contrário da correlação genética que é influenciada apenas por efeitos genéticos, a correlação fenotípica também é influenciada por efeitos ambientais (SCHUTZ, 1994), o que pode levar a uma maior variação da expressão dessas características. Com relação à correlação fenotípica, produção de leite foi alta e positivamente relacionada com produção de proteína e positivamente moderada com produção de gordura (0,77). Tais afirmações estão de acordo com os reportados pela literatura segundo Guo et al. (2010) e Wasana et al. (2015) obtiveram correlações de 0,86 e 0,81, respectivamente entre produção de leite e produção de proteína, Wasana et al. (2015) relataram relação de 0,66 entre produção de leite e produção de gordura. Correlação fenotípica baixa e negativa foi obtida entre produção de leite e porcentagens de gordura (-0,30) e proteína (-0,25). Correlações de -0,27 foram relatadas por Hashemi et al. (2008) e Toffanin et al.(2015) entre produção de leite e porcentagem de gordura e correlações de -0,32 e -0,22 foram obtidos por Soyeurt et al. (2007) e Zhao et al (2015) entre produção de leite e porcentagem de proteína. Assim, quando se aumenta a produção de leite, a tendência é que se aumente a produção de seus componentes, porém em menores proporções como ocorre quando se retrata apenas da parte genética, todavia, efeitos ambientais de manejo e nutrição tende a amenizar tais diferenças de proporções o que pode justificar as baixas correlações fenotípicas entre produção de leite e porcentagens.

A produção de gordura teve correlação fenotípica positiva e alta com produção de proteína (0,77), porém baixa com porcentagem de gordura (0,41) e muito baixa com porcentagem de proteína (0,03). Estimativas de 0,73 entre produção de gordura e produção de proteína foram estimadas por Wasana et al. (2015). Guo et al. (2010)

relataram relações de 0,69 entre produção de gordura e produção de proteína, 0,57 entre produção de gordura e porcentagem de gordura, -0,09 entre produção de gordura e porcentagem de proteína, visto que foram utilizados apenas dois rebanhos comerciais, tais diferenças podem ser atribuídas as menores variâncias fenotípicas, visto que há pouca diferença ambiental entre os animais avaliados.

Produção de proteína foi baixa e negativamente relacionada em termos de fenótipo com porcentagem de gordura (-0,17) e muito baixa, porém positivamente relacionada com porcentagem de proteína (0,08). Castillo Juarez et al. (2002), relataram correlação similares de -0,12 entre produção de proteína e porcentagem de gordura, porém entre produção de proteína e porcentagem de proteína observaram uma relação de -0,05. Porcentagem de gordura e porcentagem de proteína foi baixa e positivamente relacionada (0,41). Estimativas similares são relatadas por Soyeurt et al. (2007) de 0,39, Toffanin et al.(2015) de 0,37 e Zhao et al. (2015) de 0,44. Visto que essas características possuem uma relação genética forte e positiva, nota-se pouca influência do ambiente nessas características, onde o aumento fenotípico da porcentagem de gordura pouco influência no aumento fenotípico da porcentagem de proteína.

Escore de células somáticas teve correlação fenotípica muito baixa e negativa com produção de leite (-0,06). Valores similares são relatados por Dadpasand et al. (2013) de -0,13, Toffanin et al.(2015) de -0,18 entre escore de células somáticas e produção de leite. Escore de células somáticas teve correlação fenotípica muito baixa e negativa com produção de gordura (-0,08). Dadpasand et al. (2013) e Wasana et al. (2015) obtiveram relação fenotípica equivalentes em seus estudos com a mesma raça (-0,08 e -0,02) entre escore de células somáticas e produção de gordura. Correlação fenotípica muito baixa e negativa, também foi obtida entre escore de células somáticas e produção de proteína (-0,04) corroborando com os resultados relatados por Guo et al. (2010) Dadpasand et al. (2013) Wasana et al. (2015) de -0,04, -0,10 e -0,02, respectivamente. Escore de células somáticas e porcentagem de gordura obtiveram relação fenotípica muito baixa e negativa (-0,03). Dadpasand et al. (2013) e Zhao et al. (2015) relataram valores semelhantes ao presente estudo de 0,07 e 0,03, respectivamente. Escore de células somáticas foi positiva e muito baixa relacionada com porcentagem de proteína (0,08). Guo et al. (2010), Dadpasand et al. (2013) e Zhao et al. (2015) também encontraram relação entre escore de células somáticas e porcentagem de

proteína positiva e muito baixa (0,10, 0,14 e 0,11, respectivamente). Assim, a relação fenotípica do escore de células somáticas entre as características de produção e de qualidade do leite tende a ser similar nos mais variados rebanhos da raça. Portanto, não há influência do escore de células somáticas sobre a produção e composição do leite, tendo em vista as magnitudes das correlações fenotípicas. Visto a baixa herdabilidade da característica, então a variância ambiental é o principal componente da variação fenotípica, ou seja, o escore de células somáticas possui grande influência ambiental, e portanto correlações fenotípicas de baixas magnitudes encontradas nesse estudo, podem ser justificados pelo nível tecnológico que esses animais são expostos com um maior rigor em seu manejo de ordenha e sanitário, o que torna o ambiente menos expressivo.

## 5. CONCLUSÕES

Assim, as estimativas dos parâmetros genéticos para as características de produção e qualidade são consistentes com os achados da literatura para a raça Holandesa, no qual, a seleção para produção de leite pode resultar em ganhos genéticos moderados em poucas gerações. A introdução das porcentagens de gordura e proteína em programas de seleção do rebanho leiteiro, como já ocorre nos países desenvolvidos, trará ganhos genéticos em poucas gerações e ainda ocasionará melhoras efetivas na qualidade do leite e, portanto maior atenção deve ser dada para essas características. Ainda, a seleção para produção de leite, resulta em respostas diretas para a produção de gordura e produção de proteína, no entanto, a seleção para incrementar a produção de leite resulta na diminuição genética para porcentagem de gordura e porcentagem de proteína, e, portanto, deve ser monitorada para evitar prejuízos para a indústria de laticínios.

A baixa correlação genética encontrada entre escore de células somáticas e as características produtivas e de qualidade do leite fundamenta a possibilidade de sua inclusão em programas de melhoramento animal, sem que haja interferência negativa sob a produção de leite ou sólidos, todavia os ganhos genéticos que podem ser alcançados quando a característica de escore de células somáticas é selecionada, visando controlar a mastite nos rebanhos, é pequena em curto prazo, e, portanto, recomenda-se

que o setor produtivo e acadêmico busquem critérios alternativos de seleção para que resultados efetivos para a redução a mastite apareçam a um curto período no rebanho.

## REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

- ALAM, M.; CHO, C. I.; CHOI, T. J.; PARK, B.; CHOI, J. G.; CHOY, Y. H.; LEE S. S.; CHO, K. H. Estimation of genetic parameters for somatic cell scores of holsteins using multi-trait lactation models in Korea. **Asian-Australasian Journal of Animal Science**, v.28, n.3, p.303–310, 2015.
- ALBARRÁN-PORTILLO, B. E.; POLLOTT, G. E. The relationship between fertility and lactation characteristics in Holstein cows on United Kingdom commercial dairy farms. **Journal of Dairy Science**, v. 96, n. 1, p. 635-646, 2013.
- ALI, A. K. A.; SHOOK G. E. An optimum transformation for somatic cell concentration in milk. **Journal of Dairy Science**, v. 63, n. 3, p. 487-490, 1980.
- ANDRADE, L. M.; FARO, L.; CARDOSO, V. L.; ALBUQUERQUE, L. G.; CASSOLI, L. D.; MACHADO P. F. Efeitos genéticos e de ambiente sobre a produção de leite e a contagem de células somáticas em vacas Holandesas; **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, n. 2, p. 343-349, 2007.
- ANUÁRIO DA PECUÁRIA BRASILEIRA - ANUALPEC. **Estatísticas da Pecuária de corte no Brasil e no mundo**. São Paulo: Instituto FNP, 2014.
- APCBRH. Histórico Da Cooperação Técnica E Científica Entre A UFPR, APCBRH E McGill University Do Canadá, Que Possibilitou A Implantação Do Laboratório De Análise De Leite, Do Programa De Análise De Rebanhos Leiteiros Do Paraná - PARLPR Da Associação Paranaense De Criadores De Bovinos Da Raça Holandesa – APCBRH. Disponível em: < <http://www.apcbrh.com.br/wp-content/uploads/2015/05/HISTORICOCONVENIO-APCBRH-UFPR.pdf> >. Acesso em: 03/09/2015
- ARROZ, B. H.; QUANN, E. E.; MILLER, G. D. Meeting and exceeding dairy recommendations: effects of dairy consumption on nutrient intakes and risk of chronic disease. **Nutrition Reviews**. v71. n4. p209-223, 2013.
- ATALLA, H.; WILKIE, B.; GYLES, C.; LESLIE, K.; MUTHARIA, L.; MALLARD, B. Antibody and cell mediated immune responses to *Staphylococcus aureus* small colony variants and their parentals trains associated with bovine mastitis. **Developmental & Comparative Immunology**, v. 34, n. 12, p. 1283-1290, 2010.

- BASTIN, C.; GENGLER, N.; SOYEURT, H. Phenotypic and genetic variability of yield traits and milk fatty acid contents across days in milk for Walloon Holstein first-parity cows. **Journal of Dairy Science**, v. 94, n. 8, p. 4152-4163, 2011.
- BENTLEY, Instruments, Inc. Bentley 2000. **Operator's manual**. Minesota, 1994.
- BERRY, D.P.; BERMINGHAM, M. L.; GOOD, M.; MORE, S. J. Genetics of animal health and disease in cattle. **Irish Veterinary Journal**. V.64, n.1, p1-5, 2011.
- BIASSUS, I. D. O.; COBUCCI, J. A.; COSTA, C. N.; RORATO, P. R. N.; BRACCINI NETO, J.; & CARDOSO, L. L. Genetic parameters for production traits in primiparous Holstein cows estimated by random regression models. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, n. 1, p. 85-94, 2011.
- BIFFANI, S.; SAMORÉ, A. B.; CANAVESI, F. PFT: the new selection index for the Italian Holstein. **INTERBULL bulletin**, n. 29, p. 142, 2002.
- BIGNARDI, A. B.; FARO, L.; CARDOSO, V. L.; MACHADO, P. F.; ALBUQUERQUE L. G. Random regression models to estimate test-day milk yield genetic parameters Holstein cows in Southeastern Brazil. **Livestock Science**, v. 123, n. 1, p. 1-7, 2009.
- BILAL, G., CUE, R. I., MUSTAFA, A. F., & HAYES, J. F. Estimates of heritabilities and genetic correlations among milk fatty acid unsaturation indices in Canadian Holsteins. **Journal of dairy science**, v. 95, n. 12, p. 7367-7371, 2012.
- BLOEMHOF, S.; DE JONG, G.; DE HAAS, Y. Genetic parameters for clinical mastitis in the first three lactations of Dutch Holstein cattle. **Veterinary microbiology**, v. 134, n. 1, p. 165-171, 2009.
- BOURDON, R. M. *Understand Animal Breeding*. 2.ed. Colorado State University. Prentice Hall, **Upper Saddle River**, NJ, 538 p, 2000.
- BRASIL. Instrução Normativa nº 51, de 18 de setembro de 2002. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, 2002.
- BRASIL. Instrução Normativa nº 62, de 29 de dezembro de 2011. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, 2011.
- BUITENHUIS, A. J.; SUNDEKILDE, U. K.; POULSEN, N. A.; BERTRAM, H. C.; LARSEN, L. B.; SØRENSEN, P. Estimation of genetic parameters and detection of quantitative trait loci for metabolites in Danish Holstein milk. **Journal of Dairy Science**, v. 96, n. 5, p. 3285-3295, 2013.

- BYTYQI, H. U.; ZAUGG, K.; SHERIFI, A.; HAMIDI, M.; GJONBALAJ, S. M.; MEHMETI, H. Influence of management and physiological factors on somatic cell count in raw milk in Kosova. **Veterinarski Archiv**, v.80, n.2, p.173-183. 2010.
- CAMPOS, R. V.; COBUCCI, J. A.; KERN, E. L.; COSTA, C. N.; & MCMANUS, C. M. Genetic Parameters for Linear Type Traits and Milk, Fat, and Protein Yield in Holstein Cows in Brazil. **Asian-Australasian Journal of Animal Sciences**, v. 28, n. 4, p. 476, 2015.
- CAPPER, J. L.; CADY, R. A.; BAUMAN, D. E. The environmental impact of dairy yield:1944 compared with 2007. **Journal of animal Science**, v. 87, n. 6, p. 2160-2167, 2009.
- CARDOSO, V. L.; LIMA, M. L. P.; NOGUEIRA, J. R.; CARNEIRO, R. L. R.; SESANA, R. C.; OLIVEIRA, E. J.; EL FARO, L. Economic values for milk production and quality traits in south and southeast regions of Brazil. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 43, n. 12, p. 636-642, 2014 .
- CASTILLO-JUAREZ, A H.; OLTENACUB, P.A.; CIENFUEGOS-RIVAS, C. E. G. Genetic and phenotypic relationships among milk yield and composition traits in primiparous Holstein cows in two different herd environments. **Livestock Yield Science**, v. 78, n. 3, p. 223-231, 2002.
- CECCHINATO, A.; PENASA, M.; DE MARCHI, M.; GALLO, L.; BITTANTE, G.; CARNIER, P. Genetic parameters of coagulation properties, milk yield, quality, and acidity estimated using coagulating and noncoagulating milk information in Brown Swiss and Holstein-Friesian cows. **Journal of Dairy Science**, v. 94, n. 8, p. 4205-4213, 2011.
- CHAUHAN, V. P. S.; HAYES, J. F. Genetic parameters for first lactation milk production and composition traits for Holsteins using multivariate restricted maximum likelihood. **Journal of dairy science**, v. 74, n. 2, p. 603-610, 1991.
- COSTA, C. N.; FREITAS, A.; COBUCCI, J. Genetic parameters for test day somatic cell count in Brazilian Holstein cattle. In: **WORLD CONGRESS ON GENETICS APPLIED TO LIVESTOCK YIELD**, v.9, 2010.
- 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 Holandes. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.60, n.1, p.19-24, 2008.

DADPASAND, M.; ZAMIRI, M. J.; ATASHI, H. Genetic correlation of average somatic cell score at different stages of lactation with milk yield and composition in Holstein cows. **Iranian Journal of Veterinary Research**, v.14, n.3, p. 190-196, 2013.

DEGROOT, B. J.; KEOWN, J. F.; VAN VLECK, L. D.; MAROTZ, E. L. Genetic Parameters and Responses of Linear Type, Yield Traits, and Somatic Cell Scores to Divergent Selection for Predicted Transmitting Ability for Type in Holsteins. **Journal of Dairy Science**, v.85, n. 6, p.1578-1585, 2002.

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.

EGGER-DANNER, C.; COLE, J. B.; PRYCE, J. E.; GENGLER, N.; HERINGSTAD, B.; BRADLEY, A.; STOCK, K. F. Invited review: overview of new traits and phenotyping strategies in dairy cattle with a focus on functional traits. **Animal**, v.9, n.2, p.191–207, 2015.

FALCONER, D. S. Introduction to quantitative genetics. 3.ed. Harlow: **Longman Scientific and Technical**, 279p, 1987.

FAO. OECD-FAO Agricultural Outlook 2014-2023, by country. Disponível em <<http://stats.oecd.org/viewhtml.aspx?QueryId=48183&vh=0000&vf=0&l&il=&lang=en>> acesso em: 19/01/ 2014.

FAO. OECD-FAO Agricultural Outlook 2015-2024, by country. Disponível em <<http://stats.oecd.org/viewhtml.aspx?QueryId=66510&vh=0000&vf=0&l&il=&lang=en>> acesso em: 02/07/ 2015.

FONSECA, L. M.; RODRIGUES, R.; CERQUEIRA, M. M. O. P.; LEITE, M. O.; SOUZA, M. R.; PENNA, C. F. A. M. Situação da qualidade do leite cru em Minas Gerais. In: Mesquita AJ, Dürr JW & Coelho KO. Perspectivas e avanços da qualidade do leite no Brasil. Goiânia, **Talento**. 23-37p, 2006.

GAO, H.; SU, G.; JANSS, L.; ZHANG, Y.; LUND, S. Model comparison on genomic predictions using high-density markers for different groups of bulls in the Nordic Holstein population. **Journal of Dairy Science**, v.96, n.7, p.4678–4687, 2013.

- GERNAND, E.; REHBEIN, P.; VON BORSTEL, U. U.; KÖNIG, S. Incidences of and genetic parameters for mastitis, claw disorders, and common health traits recorded in dairy cattle contract herds. **Journal of Dairy Science**, v. 95, n. 4, p. 2144-2156, 2012.
- GROENEVELD, E., KOVAC, M., MIELENZ, N. VCE User's guide and reference manual. Version 6.0. Department of Animal Science, **University of Illinois**, Urbana, IL, 2008.
- GUO, J. Z.; LIU, X. L.; XU, A. J.; & ZHI, X. I. A. Relationship of somatic cell count with milk yield and composition in Chinese Holstein population. **Agricultural Sciences in China**, v. 9, n. 10, p. 1492-1496, 2010.
- HALASA, T.H.; HUIJPS, K.; OSTERAS, O.; HOGVEEN, H. Economic effects of bovine mastitis and mastitis management: A review. **Veterinary Quarterly**, v.29, n.1, p.18-31, 2007.
- HAMMAMI, H.; VANDENPLAS, J.; VANROBAYS, M.-L.; REKIK, B.; BASTIN, C.; GENGLER, N. Genetic analysis of heat stress effects on yield traits, udder health, and fatty acids of Walloon Holstein cows. **Journal of Dairy Science**, v.98, p.4956-4968, 2015.
- HANSEN, L. B. Consequences of Selection for Milk Yield from a Geneticist's Viewpoint. **Journal of Dairy Science**, v. 83, n. 5, p. 1145-1150, 2000.
- HASHEMI, A.; NAYEBPOOR, M. Estimates of genetic and phenotype parameters for milk yield in Iran Holstein- Friesian Cows. **Research Journal of Biological Sciences**, v. 3, n. 6, p. 678-682, 2008.
- HAZEL, L. N. The genetic basis for constructing selection indexes. **Genetics**, v.28, p.476-490, 1943.
- HENDERSON, C.R. Best linear unbiased estimation and prediction under a selection model. **Biometrics**, v.31, n.2, p. 423-447, 1975.
- HERINGSTAD, B.; ØSTERÅS, O. More than 30 years of health recording in Norway. **ICAR Technical Series**, no. 17, p. 39, 2013.
- HOGVEEN, H.; HUIJPS, K.; LAM, T. J. Economic aspects of mastitis: New developments. **New Zealand Veterinary Journal**, v. 59, n. 1, p. 16-23, 2011.
- 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.

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.

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

IBGE, Instituto Brasileiro De Geografia E Estatística Produção da Pecuária Municipal 2014. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. vol. 41. Rio de Janeiro, RJ, BR. 2014.

IBGE, Instituto Brasileiro De Geografia E Estatística. Censo agropecuário 2008 – Agricultura Familiar. Rio de Janeiro: IBGE, 2013. Disponível em: <[WWW.ibge.gov.br](http://www.ibge.gov.br)>. Acesso em 23/08/2015.

ICAR 2013. Challenges and benefits of health data recording in the context of food chain quality, management and breeding. ICAR Technical Series no. 17. Disponível em: < [http://www.icar.org/Documents/technical\\_series/tec\\_series\\_17\\_Aarhus.pdf](http://www.icar.org/Documents/technical_series/tec_series_17_Aarhus.pdf) >. Acesso em: 02/03/2015.

INTERNATIONAL DAIRY FEDERATION. The economic importance of dairying. Disponível em: <<http://www.milkyield.com/Global/PDFs/The-economic-importance-of-dairying.pdf>>, acesso em: 02/07/2015.

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.

KNAUS, W. Dairy cows trapped between performance demands and adaptability. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 89, n. 7, p. 1107-1114, 2009.

KOECK A.; MIGLIOR F.; KELTON D. F.; SCHENKEL F. S. Health recording in Canadian Holsteins: Data and genetic parameters. **Journal of dairy science**, v. 95, n. 7, p. 4099-4108, 2012.

KOECK, A.; EGGER-DANNER, C.; FUERST, C.; OBRITZHAUSER, W.; & FUERST-WALTL, B. Genetic analysis of reproductive disorders and their relationship

to fertility and milk yield in Austrian Fleckvieh dual-purpose cows. **Journal of dairy science**, v. 93, n. 5, p. 2185-2194, 2010.

LINN, J. G. Factors affecting the composition of milk from dairy cows. In: *Designing Foods: Animal Product Options in the Marketplace*, Washington: **National Academy Press**. p. 224, 1988.

LOKER, S.; BASTIN, C.; MIGLIOR, F.; SEWALEM, A.; SCHAEFFER, L. R.; JAMROZIK, J. ALI, A.; OSBOME, V. Genetic and environmental relationships between body condition score and milk yield traits in Canadian Holsteins. **Journal of Dairy Science**, v.95, n.1, p.410-419, 2012.

LUSH, J. L. *Animal Breeding Plans*, 3ed. **Iowa State College Press, Ames, Iowa**, 443 p,1945.

MANZANILLA-PECH, C. I. V.; VEERKAMP, R. F.; TEMPELMAN, R. J.; VAN PELT, M. L.; WEIGEL, K. A.; VANDEHAAR, M.; LAWLOR, T.J.; SPURLOCK, D. M.; ARMENTANO, L.E.; STAPLES, C.R.; DE HAAS, Y.; HANIGAN, M. Genetic parameters between feed-intake-related traits and conformation in 2 separate dairy populations—the Netherlands and United States. **Journal of dairy science**, v. 99, n. 1, p. 443-457, 2016.

MARCHI, M.; BITTANTE, G.; DAL ZOTTO, R.; DALVIT, C.; CASSANDRO, M. Effect of Holstein Friesian and Brown Swiss breeds on quality of milk and cheese. **Journal of dairy science**, v. 91, n. 10, p. 4092-4102, 2008.

MAURICE-VAN EIJDHOVENA M.H.T.; VEERKAMPA R.F.; SOYEURTC H.; CALUSA M.P.L. Heritability of milk fat composition is considerably lower for Meuse-Rhine-Yssel compared to Holstein Friesian cattle. **Livestock Science**, v. 180, p. 58-64, 2015.

MIGLIOR, F.; GONG, W.; WANG, Y.; KISTEMAKER, G. J.; SEWALEM, A.; & JAMROZIK, J. Short communication: Genetic parameters of production traits in Chinese Holsteins using a random regression test-day model. **Journal of dairy science**, v. 92, n. 9, p. 4697-4706, 2009.

MIGLIOR, F.; MUIR B. L.; VAN DOORMAAL, B.J. Selection Indices in Holstein Cattle of Various Countries. **Journal of Dairy Science**, v. 88. n. 3. p.1255-1263, 2005.

MIGLIOR, F.; SEWALEM, A.; JAMROZIK, J.; BOHMANOVA, J.; LEFEBVRE, D.M.; MOORE, R.K. 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.

MONTALDO, H.H.; CASTILLO-JUÁREZ, H.; VALENCIA-POSADAS, M.; CIENFUEGOS-RIVAS, E.G.; RUIZ-LÓPEZ, F.J. Genetic and environmental parameters for milk production, udder health, and fertility traits in Mexican Holstein cows. **Journal of dairy science**, v. 93, n. 5, p. 2168-2175, 2010.

MUIR, B. L., KISTEMAKER, G., JAMROZIK, J.; & CANAVESI, F. Genetic parameters for a multiple-trait multiple-lactation random regression test-day model in Italian Holsteins. **Journal of dairy science**, v. 90, n. 3, p. 1564-1574, 2007.

NAUTA, W. J.; VEERKAMP, R. F.; BRASCAMP, E. W.; BOVENHUIS, H. Genotype by environment interaction for milk production traits between organic and conventional dairy cattle production in the Netherlands. **Journal of dairy science**, v. 89, n. 7, p. 2729-2737, 2006.

NIXON, M.; BOHMANOVA, J.; JAMROZIK, J.; SCHAEFFER, L. R.; HAND, K.; MIGLIOR, F. Genetic parameters of milking frequency and milk production traits in Canadian Holsteins milked by an automated milking system. **Journal of dairy science**, v. 92, n. 7, p. 3422-3430, 2009.

OLECHNOWWICZ, J.; JASKOWSKI, M. Somatic cells count in cow's bulk tank milk. **Journal of Veterinary Medical Science**, v. 74, n. 6, p. 681-686, 2012.

OLTENACU, P.A.; BROOM, D.M. The impact of genetic selection for increased milk yield on the welfare of dairy cows. **Animal Welfare**, v. 19, n. 1, p. 39-49, 2010.

PAULA, M. C.; MARTINS, E. N.; SILVA, L. O. C.; OLIVEIRA, C. A. L.; VALOTTO, A. A.; GASPARINO, E. Estimativas de parâmetros genéticos para produção e composição do leite de vacas da raça Holandesa no estado do Paraná. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, n. 5, p. 824-828, 2008.

PEDROSA, V. B. ; VALLOTO, A. A. ; HORST, J. A. ; FIGUEIREDO, A. M. ; Martins, A. S. . Genetic trends in dairy yield of Brazilian Holstein cow. In: JOINT ANNUAL MEETING - ADSA/ASAS, 2015, Orlando. **Journal of dairy science**; v. 98. p. 346-346, 2015a.

PEDROSA, V. B. ; RIBAS NETO, P. G. ; VALOTO, S. F. ; PINTO, L. F. B. ; ROMANO, G. S. . Genetic relationship between final score and yield traits in Brazilian

Holstein cattle. In: JOINT ANNUAL MEETING - ADSA/ASAS, 2015, Orlando. **Journal of dairy science**; v. 98. p. 346-346, 2015b.

PEREIRA, J. C. C. Melhoramento Genético Aplicado a Produção Animal. 6.ed. Belo Horizonte: **FEPMVZ**, 758 p, 2012.

PÉREZ-CABAL, M. A.; DE LOS CAMPOS, G.; VAZQUEZ, A. I.; GIANOLA, D.; ROSA, G. J. M.; WEIGEL, K. A.; & ALENDA, R. Genetic evaluation of susceptibility to clinical mastitis in Spanish Holstein cows. **Journal of dairy science**, v. 92, n. 7, p. 3472-3480, 2009.

PETERS, A M. D. P.; SILVEIRA, A. I. D. B.; FISCHER, V. Impact of subclinical and clinical mastitis on sensitivity to pain of dairy cows. **Animal**, v. 9, n. 12, p. 2024-2028, 2015. VLIEGHER et al., 2012.

PICOLI T.; ZANI J. L.; PETER C. M.; LATOSINSKI G. S.; FISCHER G. Nível de instrução de produtores rurais e as características da produção leiteira. **Science and Animal Health**, v.2. n.2. p.147-159, 2014.

POLLAK, M.V.; VAL DER WERF, J.; QUAAS, R.L.; Selection bias and multiple trait evaluation. **Journal of Dairy Science**, v. 67, n. 7, p. 1590-1595, 1984.

PRITCHARD, T.; COFFEY, M.; MRODE, R.; WALL, E. Genetic parameters for production, health, fertility and longevity traits in dairy cows. **Animal**, v. 7, n. 01, p. 34-46, 2013.

PTAK, E.; JAGUSIAK, W.; ŻARNECKI, A.; OTWINOWSKA-MINDUR, A. Heritabilities and genetic correlations of lactational and daily somatic cell score with conformation traits in Polish Holstein cattle, **Czech Journal Animal Science**.; v.56, n.5, p.205–212, 2011.

RIBEIRO NETO, A. C.; BARBOSA, S. B. P.; JATOBÁ, R. B.; SILVA, A. M.; SILVA, C. X.; SILVA, M. J. A.; & SANTORO, K. R. Quality of bulk tank milk with federal inspection from the dairy industry in the Brazilian Northeast. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 64, n. 5, p. 1343-1351, 2012.

RÖNNEGÅRD, L.; FELLEKI, M.; FIKSE, W. F.; MULDER, H. A.; STRANDBERG, E. Variance component and breeding value estimation for genetic heterogeneity of residual variance in Swedish Holstein dairy cattle. **Journal of dairy science**, v. 96, n. 4, p. 2627-2636, 2013.

- RUEGG, P. L.; PANTOJA, J. C. F. Understanding and using somatic cell counts to improve milk quality. **Irish Journal of Agricultural and Food Research**, p. 101-117, 2013.
- SADEGHI-SEFIDMAZGI, A.; MORADI-SHAHRBABAK, M.; NEJATI-JAVAREMI, A.; MIRAEI-ASHTIANI, S. R.; AMER, P. R. Estimation of economic values and financial losses associated with clinical mastitis and somatic cell score in Holstein dairy cattle. **Animal**, v. 5, n. 01, p. 33-42, 2011.
- SARTORI, C.; MAZZA S.; GUZZO, N.; MANTOVANI, R. Evolution of increased competitiveness in cows trades off with reduced milk yield, fertility and more masculine morphology. **Evolution**, v. 69, n. 8, p. 2235-2245, 2015.
- SCHENNINK, A.; HECK, J. M. L. , BOVENHUIS, H.; VISKER, M. H. P. W.; VAN VALENBERG, H. J. F.; VAN ARENDONK, J. A. M. Milk fatty acid unsaturation: genetic parameters and effects of stearoyl-CoA desaturase (SCD1) and acyl CoA: diacylglycerol acyltransferase 1 (DGAT1). **Journal of Dairy Science**, v. 91, n. 5, p. 2135-2143, 2008.
- SCHENNINK, A.; STOOP, W. M.; VISKER, M. H. P. W.; HECK, J. M. L. , BOVENHUIS, H.; VAN DER POEL, J. J.; VAN VALENBERG, H. J. F.; VAN ARENDONK, J. A. M. DGAT1 underlies large genetic variation in milk-fat composition of dairy cows. **Animal genetics**, v. 38, n. 5, p. 467-473, 2007.
- SCHENNINK, A.; STOOP, W. M.; VISKER, M. H. P. W.; VAN DER POEL, J. J.; BOVENHUIS, H.; VAN ARENDONK, J. A. M. Short communication: Genome-wide scan for bovine milk-fat composition. II. Quantitative trait loci for long-chain fatty acids. **Journal of dairy science**, v. 92, n. 9, p. 4676-4682, 2009.
- SCHOPEN, G. C. B.; L. HECK, J. M.; BOVENHUIS, H.; VISKER, M. H. P. W.; VAN VALENBERG, H. J. F.; VAN ARENDONK, J. A. M. Genetic parameters for major milk proteins in Dutch Holstein-Friesians. **Journal of dairy science**, v. 92, n. 3, p. 1182-1191, 2009.
- SCHUTZ, M. M. Genetic evaluation of somatic cell scores for United States dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, v. 77, n. 7, p. 2113-2129, 1994.
- SCHUTZ, M. M.; HANSEN, L B.; STEUERNAGEL, G. R.; RENEAU, J. K. Genetic parameters for somatic cells, protein, and fat in milk of Holsteins. **Journal of dairy science**, v. 73, n. 2, p. 494-502, 1990.

- SHARMA, N.; SINGH, N. K.; BHADWA M. S. Relationship of somatic cell count and mastitis: An overview. **Asian-Australasian Journal of Animal Sciences**, v. 24, n. 3, p. 429-438, 2011.
- SHOOK, G. E. Major advances in determining appropriate selection goals. **Journal of Dairy Science**, v. 89, n. 4, p. 1349-1361, 2006.
- SHOOK, G.E. Approaches to summarizing somatic cell count which improve interpretability. In: NATIONAL MASTITIS COUNCIL ANNUAL MEETING, 21.; 1982, Pennsylvania. *Proceedings*. Madison: National Mastitis Council, p.150-166, 1982.
- SHOOK, G.E.; RUEGG, P. Geometric mean somatic cell counts: what they are; what they do. In: NATIONAL MASTITIS COUNCIL ANNUAL MEETING, 1999, Arlington.
- SOYEURT, H.; GILLON, A.; VANDERICK, S.; MAYERES, P.; BERTOZZI, C.; & GENGLER, N. Estimation of heritability and genetic correlations for the major fatty acids in bovine milk. **Journal of Dairy Science**, v. 90, n. 9, p. 4435-4442, 2007.
- STOOP, W. M.; BOVENHUIS, H.; VAN ARENDONK, J. A. M. Genetic parameters for milk urea nitrogen in relation to milk production traits. **Journal of dairy science**, v. 90, n. 4, p. 1981-1986, 2007.
- SUN, C.; VANRADEN, P. M.; COLE, J.B.; O'CONNELL, J. R. Improvement of Prediction Ability for Genomic Selection of Dairy Cattle by Including Dominance Effects. **PlosOn**, v.9, n.8, 2014.
- THOMPSON-CRISPI, K.; ATALLA H.; MIGLIOR, F.; MALLARD, B. A. Bovine mastitis: frontiers in immunogenetics. **Frontiers in Immunology**, v.5, p.493, 2014.
- TIEZZI, F.; PRETTO, D.; DE MARCHI, M.; PENASA, M.; CASSANDRO, M. Heritability and repeatability of milk coagulation properties predicted by mid-infrared spectroscopy during routine data recording, and their relationships with milk yield and quality traits. **Animal**, v.7, n.10, p 1592–1599, 2013.
- TOFFANIN, V.; PENASA, M.; MCPARLAND, S.; BERRY, D. P.; CASSANDRO, M.; MARCHI, M. Genetic parameters for milk mineral content and acidity predicted by mid-infrared spectroscopy in Holstein–Friesian cows. **Animal**, v. 9, n. 05, p. 775-780, 2015.

TOKUHISA, K.; TSURUTA, S.; DE VRIES, A.; BERTRAND, J. K.; MISZTAL, I. Estimation of regional genetic parameters for mortality and 305-d milk yield of US Holsteins in the first 3 parities. **Journal of dairy science**, v. 97, n. 7, p. 4497-4502, 2014.

USDA, Livestock, Dairy, and Poultry Outlook. Economic Research Service. Augusty 2014. Disponível em < <http://www.ers.usda.gov/media/1885175/ldpm254.pdf> > Acesso em: 20/08/2015.

VALLAS, M.; BOVENHUIS, H.; KAART, T.; PÄRNA, K.; KIIMAN, H.; PÄRNA, E. Genetic parameters for milk coagulation properties in Estonian Holstein cows. **Journal of dairy science**, v. 93, n. 8, p. 3789-3796, 2010.

VALLIMONT, J. E.; DECHOW, C. D.; SATTLER, C. G.; CLAY, J. S. Heritability estimates associated with alternative definitions of mastitis and correlations with somatic cell score and yield. **Journal of dairy science**, v. 92, n. 7, p. 3402-3410, 2009.

VAN ARENDONK, J. A.; LIINAMO, A.E.; Dairy cattle production in Europe. **Theriogenology**, v. 59, n. 2, p. 563-569, 2003.

VAN EIJDHOVEN, M. H. T. M, HIEMSTRA, S. J.; CALUS, M. P. L. Short communication: Milk fat composition of 4 cattle breeds in the Netherlands. **Journal of Dairy Science**, v94, p.1021–1025, 2011.

VAN RADEN, P. M.; VAN TASSELL, C. P.; WIGGANS, S. T. S.; SCHNABEL, R. D.; TAYLOR, J. F.; SCHENKEL, F. S. Invited review: Reliability of genomic predictions for North American Holstein bulls. **Journal of Dairy Science**, v. 92, n. 1, p. 16-24, 2009.

VAZQUEZ, A. I.; WEIGEL, K. A.; GIANOLA, D.; BATES, D. M.; PÉREZ-CABAL, M. A.; ROSA, G. J. M.; CHANG, Y. M. Poisson versus threshold models for genetic analysis of clinical mastitis in US Holstein. **Journal of Dairy Science**, v. 92, n. 10, p. 5239-5247, 2009.

VIGUIER, C.; ARORA, S.; GILMARTIN, N.; WELBECK, K.; O'KENNEDY, R. Mastitis detection: current trends and future perspectives. **Trends in biotechnology**, v. 27, n. 8, p. 486-493, 2009.

VLIEGHER, S.; FOX, L.; PIEPERS, S.; MCDUGALL, S.W.; BARKEMA, H. Invited review: Invited review: Mastitis in dairy heifers: Nature of the disease, potential

impact, prevention, and control. **Journal of dairy science**, v. 95, n. 3, p. 1025-1040, 2012.

WASANA, N.; CHO, G.; PARK, S.; KIM, S.; CHOI, J.; PARK, B.; PARK, C.; DO, C. 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.

WELPER, R. D, FREEMAN, A. E.; Genetic parameters for yield traits of Holsteins, including lactose and somatic cell score. **Journal of Dairy Science**, v. 75, n. 5, p. 1342-1348, 1992.

WIJGA S.; BASTIAANSEN J. W. M.; WALL E.; STRANDBERG E.; DE HAAS Y.; GIBLIN L.; BOVENHUIS H. Genomic associations with somatic cell score in first-lactation Holstein cows. **Journal of dairy science**, v. 95, n. 2, p. 899-908, 2012.

WINDIG J. J.; OUWELTJES W.; NAPEL J.; JONG G.; VEERKAMP R. F.; HAAS Y. Combining somatic cell count traits for optimal selection against mastitis. **Journal of dairy science**, v. 93, n. 4, p. 1690-1701, 2010.

WINDIG, J. J.; OUWELTJES, W.; TEN NAPEL, J.; DE JONG, G.; VEERKAMP, R. F.; & DE HAAS, Y. Combining somatic cell count traits for optimal selection against mastitis. **Journal of dairy science**, v. 93, n. 4, p. 1690-1701, 2010.

WOLFF C.C.M. **Fatores ambientais sobre a idade ao primeiro parto, dias abertos e intervalo entre partos em vacas da raça Holandesa na bacia leiteira de Castrolanda, estado do Paraná**. Tese de Doutorado. Universidade Federal do Paraná, 2003.

WORLD HOLSTEIN FRIESIAN FEDERATION, 2015 Annual Statistics. Disponível em: < [http://www.whff.info/documentation/documents/2015AnnualStatistics-World\\_010.pdf](http://www.whff.info/documentation/documents/2015AnnualStatistics-World_010.pdf) > . Acesso em 19/03/2016.

YAZGAN K.; MAKULSKA J.; WEGLARZ A.; PTAK E.; GIERDZIEWICZ M. Genetic relationship between milk dry matter and other milk traits in extended lactations of Polish Holstein cows. **Czech Journal of Animal Science**, v. 55, n. 3, p. 91-104, 2010.

ZAMPAR, A. **Modelos de regressão aleatória para característica de qualidade de leite bovino**. 2012. 52f. Tese (Doutor em Ciencia). Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2012.

ZHAO F.; GUO G.; WANG Y.; GUO X.; ZHANG Y.; DU L. Genetic parameters for somatic cell score and production traits in the first three lactations of Chinese Holstein cows. **Journal of Integrative Agriculture**, v. 14, n. 1, p. 125-130, 2015.

ZHAO X.; LACASSE P. Mammary tissue damage during bovine mastitis: causes and control. **Journal of animal science**, v. 86, n. 13\_suppl, p. 57-65, 2008.

ZINK V.; LASSEN J.; ŠTÍPKOVÁ M. Genetic parameters for female fertility and milk production traits in firstparity Czech Holstein cows. **Czech Journal of Animal Science**, v. 57, n. 3, p. 108-114, 2012.