



**INTERAÇÃO GENÓTIPOS AMBIENTES EM
CARACTERÍSTICAS PRODUTIVAS E REPRODUTIVAS
DE VACAS HOLANDESAS VIA NORMAS DE REAÇÃO**

JARBAS CORRÊA SANTOS

2018

**INTERAÇÃO GENÓTIPOS AMBIENTES EM
CARACTERÍSTICAS PRODUTIVAS E REPRODUTIVAS
DE VACAS HOLANDESAS VIA NORMAS DE REAÇÃO**

Autor: Jarbas Corrêa Santos
Orientador: Prof. D.Sc. Paulo Luiz Souza Carneiro

ITAPETINGA
BAHIA – BRASIL
2018

JARBAS CORRÊA SANTOS

**INTERAÇÃO GENÓTIPOS AMBIENTES EM CARACTERÍSTICAS PRODUTIVAS
E REPRODUTIVAS DE VACAS HOLANDEASAS VIA NORMAS DE REAÇÃO**

Tese apresentada, como parte das exigências para obtenção do título de DOUTOR EM ZOOTECNIA, no Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia.

Orientador: Prof. D.Sc. Paulo Luiz Souza Carneiro

Co-orientadores: Prof. D.Sc. Carlos Henrique Mendes Malhado
Prof. D.Sc. Jaime Araújo Cobuci

ITAPETINGA
BAHIA – BRASIL
2018

636.2142 Santos, Jarbas Corrêa.
S235i Interação genótipos ambientes em características produtivas e reprodutivas de vacas holandesas via normas de reação. / Jarbas Corrêa Santos. – Itapetinga-BA: UESB, 2018.

68f.

Tese apresentada, como parte das exigências para obtenção do título de DOUTOR EM ZOOTECNIA, no Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia. Sob a orientação do Prof. D.Sc. Paulo Luiz Souza Carneiro e coorientação do Prof. D.Sc. Carlos Henrique Mendes Malhado e Prof. D.Sc. Jaime Araújo Cobuci.

1. Vacas holandesas – Avaliação genética – Parâmetros genéticos. 2. Vacas leiteiras – Plasticidade fenotípica - Sensibilidade ambiental. 3. Vacas holandesas - Interação genótipos ambientes. I. Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia - Programa de Pós-Graduação de Doutorado em Zootecnia, *Campus* de Itapetinga. II. Carneiro, Paulo Luiz Souza. III. Malhado, Carlos Henrique Mendes. IV. Cobuci, Jaime Araújo. V. Título.

CDD(21): 636.2142

Catálogo na Fonte:

Adalice Gustavo da Silva – CRB 535-5ª Região
Bibliotecária – UESB – Campus de Itapetinga-BA

Índice Sistemático para desdobramentos por Assunto:

1. Vacas holandesas – Avaliação genética – Parâmetros genéticos
2. Vacas leiteiras – Plasticidade fenotípica - Sensibilidade ambiental
3. Vacas holandesas - Interação genótipos ambientes

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO SUDOESTE DA BAHIA - UESB
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA
Área de Concentração: Produção de Ruminantes

Campus Itapetinga-BA

DECLARAÇÃO DE APROVAÇÃO

Título: "Interação genótipos ambientes em características produtivas e reprodutivas de vacas Holandesas via normas de reação".

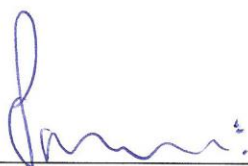
Autor (a): Jarbas Corrêa Santos

Orientador (a): Prof. Dr. Paulo Luiz Souza Carneiro

Co-orientador (a): Prof. Dr. Carlos Henrique Mendes Malhado

Prof. Dr. Jaime Araújo Cobuci

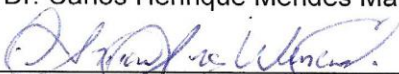
Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de DOUTOR EM ZOOTECNIA, ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: PRODUÇÃO DE RUMINANTES, pela Banca Examinadora:



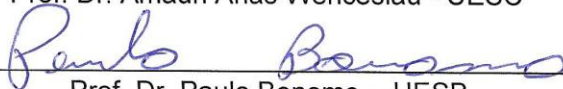
Prof. Dr. Paulo Luiz Souza Carneiro – UESB
Orientador



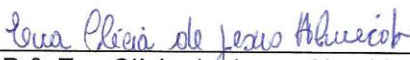
Prof. Dr. Carlos Henrique Mendes Malhado - UESB



Prof. Dr. Amauri Arias Wenceslau - UESC



Prof. Dr. Paulo Bonomo – UESB



Dr.ª. Eva Clícia de Jesus Almeida

Data de realização: 09 de março de 2018.

Não é sobre ter / Todas as pessoas do mundo pra si
É sobre saber que em algum lugar / Alguém zela por ti
É sobre cantar e poder escutar / Mais do que a própria voz
É sobre dançar na chuva de vida / Que cai sobre nós

É saber se sentir infinito / Num universo tão vasto e bonito / É saber sonhar

E, então, fazer valer a pena cada verso / Daquele poema sobre acreditar

Não é sobre chegar no topo do mundo / E saber que venceu
É sobre escalar e sentir / Que o caminho te fortaleceu
É sobre ser abrigo / E também ter morada em outros corações
E assim ter amigos contigo / Em todas as situações

A gente não pode ter tudo / Qual seria a graça do mundo se fosse assim?
Por isso, eu prefiro sorrisos / E os presentes que a vida trouxe / Pra perto de mim

Não é sobre tudo que o seu dinheiro / É capaz de comprar
E sim sobre cada momento / Sorriso a se compartilhar
Também não é sobre correr / Contra o tempo pra ter sempre mais
Porque quando menos se espera / A vida já ficou pra trás

Segura teu filho no colo / Sorria e abrace teus pais / Enquanto estão aqui
Que a vida é trem-bala, parceiro / E a gente é só passageiro prestes a partir

Laiá, laiá, laiá, laiá, laiá

Laiá, laiá, laiá, laiá, laiá

Segura teu filho no colo / Sorria e abrace teus pais / Enquanto estão aqui
Que a vida é trem-bala, parceiro / E a gente é só passageiro prestes a partir

Trem Bala – Ana Vilela

À minha família e meus amigos...

DEDICO

AGRADECIMENTOS

A Deus, por todas as bênçãos alcançadas, e pela segunda chance dada a mim em 13 de abril 2015, após um acidente de carro.

À Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia e ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia pelo doutoramento.

Ao orientador, professor Dr. Paulo Luiz Souza Carneiro e co-orientadores professores Dr. Carlos Henrique Mendes Malhado e Dr. Jaime Araújo Cobuci, pelos ensinamentos, paciência, dedicação e amizade... minha verdadeira gratidão! Ao professor Paulo um abraço especial, pois acreditou em mim mesmo quando eu não mais acreditava!

A todos os mestres e doutores que me auxiliaram em toda a jornada e aos meus queridos amigos que me ajudaram durante o curso.

Aos meus professores e colegas do curso de Medicina Veterinária da Universidade Estadual de Santa Cruz que contribuíram diretamente para minha carreira profissional e entrada no doutorado.

Aos meus avós, Vovô Zuca (*in memorian*), Vovó, Vovô (*in memorian*) e Voinda (*in memorian*) que sempre torceram por mim e acreditaram em meu potencial. Um agradecimento especial a Vovô, que no ano de 2017 nos deixou, após vários dias de luta.

Aos meus amigos, especialmente Ana Karla, Luciana, Vinícius, Jamille, Wanderley, Marcela, Jaqueline, Jamille Almeida, Laiana, Diêgo, Cattiúscia, Daiane, Mile, Tia Aninha e Adriana.

À minha mãe Ned pela forte parceria, amor, dedicação e cumplicidade. À minha irmã Rosinha, meu cunhado Vinícius, minha sobrinha Ana Clara e todos os demais parentes pela confiança. Aos ANIMAIS, em particular Brenda, que após 17 anos me deixou, e minhas “meninas-éguas” que contribuíram e contribuem diretamente em toda minha formação profissional e pessoal.

“Não importa o que você decidiu. O que importa é que isso te faça feliz.”

OBRIGADO!!

BIOGRAFIA

JARBAS CORRÊA SANTOS, filho de Laurencio Batista dos Santos e Eliedina Corrêa Santos, nasceu em 30 de outubro de 1985, Jequié, Bahia.

Em dezembro de 2003 concluiu o ensino médio no Colégio Polivalente Edivaldo Boaventura, Jequié-BA.

Em março de 2004 deu início no curso de Medicina Veterinária (Bacharelado) na Universidade Estadual de Santa Cruz - UESC, Ilhéus-BA, finalizando em 2008.

Em março de 2010 participou como aluno especial do Programa de Pós Graduação em Genética, Biodiversidade e Conservação na Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia - UESB, *Campus* de Jequié-BA.

Em março de 2011 iniciou o curso de Pós Graduação em Genética, Biodiversidade e Conservação na Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia - UESB, *Campus* de Jequié-BA, nível Mestrado, se dedicando a área de Genética e Melhoramento Animal, sob a orientação do professor Doutor Paulo Luiz Souza Carneiro e co-orientação do professor Doutor Carlos Henrique Mendes Malhado. Em 07 de março de 2014 defendeu a Dissertação.

Em março de 2014, iniciou o curso de Pós-Graduação em Zootecnia – Doutorado em Zootecnia, na Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia – UESB, Concentração em Produção de Ruminantes, se dedicando a área de Genética e Melhoramento Animal, sob orientação do professor Doutor Paulo Luiz Souza Carneiro e co-orientações dos professores Doutor Carlos Henrique Mendes Malhado e Doutor Jaime Araújo Cobuci.

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS	vi
LISTA DE FIGURAS	vii
RESUMO	ix
ABSTRACT	xi
I – REFERENCIAL TEÓRICO	1
1.1 INTRODUÇÃO	1
1.2 INTERAÇÃO GENÓTIPOS AMBIENTES	2
1.3 HETEROGENEIDADE DE VARIÂNCIAS	4
1.4 IDADE AO PRIMEIRO PARTO (IPP)	6
1.5 PRODUÇÃO DE LEITE, PROTEÍNA E GORDURA NO LEITE	8
1.6 CONTAGEM DE CÉLULAS SOMÁTICAS NO LEITE	9
1.7 REFERÊNCIAS	12
II – OBJETIVO GERAL	19
2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	19
III – MATERIAL E MÉTODOS	20
IV – RESULTADOS E DISCUSSÃO	24
4.1 IDADE AO PRIMEIRO PARTO	24
4.2 PRODUÇÃO DE LEITE, PROTÉINA E GORDURA EM 305 DIAS DE LACTAÇÃO	31
4.3 CONTAGEM DE CÉLULAS SOMÁTICAS NO LEITE	40
V – CONCLUSÃO	48
VI – REFERÊNCIAS	49

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - *Critério de informação da deviance (DIC), deviance baseada na ordenada preditiva condicional (CPO) e a deviance baseada nos fatores de Bayes (FB) para comparação entre o modelo animal padrão e o modelo hierárquico de normas de reação homocedástico um passo (MHNRHO_{1P}) para a idade ao primeiro parto.....* 25

Tabela 2 - *Critério de informação da deviance (DIC), deviance baseada na ordenada preditiva condicional (CPO) e a deviance baseada nos fatores de Bayes (FB) para comparação entre o modelo animal padrão e os modelos hierárquicos de normas de reação homocedástico e heterocedástico um passo (MHNRHO_{1P} e MHNRHE_{1P}) para produção de leite, proteína e gordura.* 31

Tabela 3 - Número médio de filhas e habilidade predita de transmissão (PTA) dos genótipos extremamente plásticos, plásticos, robustos e extremamente robustos de touros da raça Holandesa nos ambientes que condicionam baixa, média e alta produção de leite, proteína e gordura no Brasil. 38

Tabela 4 - *Critério de informação da deviance (DIC), deviance baseada na ordenada preditiva condicional (CPO) e a deviance baseada nos fatores de Bayes (FB) para comparação entre o modelo animal padrão e o modelo hierárquico de norma de reação homocedástico um passo (MHNRHO_{1P}) para o escore de células somáticas.* 41

Tabela 5 - Número médio de filhas e habilidade predita de transmissão dos genótipos extremamente plásticos, plásticos, robustos e extremamente robustos de touros da raça Holandesa nos ambientes que condicionam baixo, médio e alto escore de células somáticas no Brasil. 45

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Herdabilidades para idade ao primeiro parto nos MA e $MHNRHO_{1P}$ no Brasil.	25
Figura 2 - Normas de reação ao longo do gradiente ambiental para idade ao primeiro parto obtido para os 10 touros da raça Holandesa com maior número de filhas no Brasil.....	27
Figura 3 - Correlações de Spearman entre as classificações dos touros da raça Holandesa para idade ao primeiro parto obtidas pelo MA e $MHNRHO_{1P}$ para os diferentes níveis ambientais no Brasil.	29
Figura 4 - Porcentagem de touros da raça Holandesa avaliados com genótipos extremamente robustos, robustos, plásticos e extremamente plásticos para idade ao primeiro parto no Brasil através das inclinações das normas de reação.	30
Figura 5 - Herdabilidades para L, P e G nos MA e $MHNRHO_{1P}$ no Brasil.	33
Figura 6 - Norma de reação ao longo do gradiente ambiental para L, P e G obtido para os 10 touros da raça Holandesa com maior número de filhas no Brasil.	35
Figura 7 - Porcentagem (eixo Y) e número de touros da raça Holandesa (topo das barras) avaliados com genótipos extremamente robustos, robustos, plásticos e extremamente plásticos para L, P e G no Brasil, conforme inclinação das normas de reação.	37
Figura 8 - Correlações de Spearman entre as classificações dos touros da raça Holandesa para L, P e G obtidos pelo MA e $MHNRHO_{1P}$ nos diferentes níveis ambientais no Brasil.	39
Figura 9 - Herdabilidades do escore de células somáticas nos modelo animal padrão e modelo hierárquico de normas de reação homocedástico um passo no Brasil.	42
Figura 10 - Normas de reação ao longo do gradiente ambiental para o escore de células somáticas obtido para os 10 touros da raça Holandesa com maior número de filhas no Brasil.	43
Figura 11 - Inclinação das normas de reação com a porcentagem de touros da raça Holandesa avaliados com genótipos extremamente robustos, robustos, plásticos e extremamente plásticos para o escore de células somáticas no Brasil.....	44

Figura 12 - Correlações de Spearman entre as classificações dos touros da raça Holandesa para escore de células somáticas obtidas pelo MA e $MHNRHO_{IP}$ para os diferentes níveis ambientais no Brasil.....	46
---	----

RESUMO

SANTOS, Jarbas Corrêa. **Interação genótipos ambientes em características produtivas e reprodutivas de vacas Holandesas via normas de reação.** Itapetinga, BA: UESB, 2018. 68 p. Tese. (Doutorado em Zootecnia, Área de Concentração em Produção de Ruminantes)*.

Objetivou-se avaliar a interação genótipos ambientes (IGA) em vacas Holandesas puras de origem (PO) para a idade ao primeiro (IPP), produção de leite (L), produção de proteína no leite (P), produção de gordura no leite (G) e contagem de células somáticas no leite (CCS), via normas de reação, no Brasil. O banco de dados foi cedido pela ABCBRH (Associação Brasileira dos Criadores de Bovinos da Raça Holandesa), o qual continha registros produtivos e reprodutivos de fêmeas dessa raça, com 18822 animais avaliados para IPP, 10399 animais para L, 11221 animais para P, 7820 animais para G e 10426 animais para CCS. Os modelos estatísticos utilizados foram o modelo animal padrão (MA) e os modelos hierárquicos de normas de reação com variância residual homogênea e heterogênea com um e dois passos (MHNRHO_{1P}, MHNRHO_{2P}, MHNRHE_{1P} e MHNRHE_{2P}, respectivamente). O MHNRHO_{1P} apresentou melhor ajuste aos dados para todas as características. Foram verificadas herdabilidades menores para os ambientes favoráveis, que condicionam menores IPP e CCS e maiores para os ambientes desfavoráveis, com maiores IPP e CCS. Para produção de leite, proteína e gordura, as herdabilidades foram maiores nos ambientes favoráveis (alta L, P e G) e menores nos desfavoráveis (baixa L, P e G). A IGA verificada foi complexa, tanto para as características produtivas quanto para as reprodutivas, com reclassificação dos touros ao longo do gradiente ambiental. Isso evidencia a importância de se considerar a interação genótipos ambientes na avaliação e seleção dos touros para os diferentes níveis de produção, visto que a maioria dos touros utilizados são de origem importada e nas avaliações genéticas ignora-se a IGA. Entretanto, é possível ganhos genéticos ao se identificar e utilizar touros específicos para nossos sistemas produtivos. Da mesma forma, IPP e CCS podem ser melhoradas, dado a existência de variabilidade e possibilidade de ganhos pelo uso de touros específicos.

PALAVRAS-CHAVE: avaliação genética, parâmetros genéticos, plasticidade fenotípica, sensibilidade ambiental, vacas leiteiras

*Orientador: Paulo Luiz Souza Carneiro, D.Sc. UESB. Co-orientadores: Carlos Henrique Mendes Malhado, D.Sc. UESB e Jaime Araújo Cobuci, D.Sc. UFRGS.

ABSTRACT

SANTOS, Jarbas Corrêa. **Genotypes environments interaction on productive and reproductive characteristics of Holstein cows via reaction norms**. Itapetinga, BA: UESB, 2018. 68 p. Thesis. (Doctorate degree in Animal Science, Area of Concentration in Production of Ruminants)*.

The objective of this study was to evaluate genotype environmental interaction (GEI) in pure origin (PO) Holstein cows for age at first calving (AFC), milk production (M), protein production in milk (P), fat production in milk (F) and somatic cell count in milk (SCC), through reaction norms, in Brazil. The database was provided by BABCHB (Brazilian Association of Bovine Creators of the Holstein Breed), which contained productive and reproductive records of females of this breed, with 18822 animals evaluated for AFC, 10399 animals for M, 11221 animals for P, 7820 animals for F and 10426 animals for SCC. The statistical models used were the standard animal model (AM) and the hierarchical models of reaction norms with homogeneous and heterogeneous residual variances with one and two steps (HMRNHO_{1P}, HMRNHO_{2P}, HMRNHE_{1P} and HMRNHE_{2P}, respectively). The HMRNHO_{1P} presented better adjustments to the data for all the characteristics. Minimal heritabilities were verified for favorable environments, which condition lower AFC and SCC and higher for unfavorable environments, with higher AFC and SCC. For milk, protein and fat production, heritabilities were higher in favorable environments (high M, P and F) and lower in unfavorable environments (low M, P and F). The verified GEI was complex, both for the productive and for the reproductive characteristics, with the bulls reclassified along the environmental gradient. This evidences the importance of considering the genotypes environmental interaction in the evaluation and selection of bulls for the different levels of production, since most of the bulls used are of imported origin and in genetic evaluations the GEI is ignored. However, genetic gains are possible by identifying and using specific bulls to our productive systems. In the same way, AFC and SCC can be improved, given the existence of variability and possibility of gains using specific bulls.

KEYWORD: genetic evaluation, genetic parameters, phenotypic plasticity, environmental sensitivity, dairy cows

*Adviser: Paulo Luiz Souza Carneiro, D.Sc. UESB. Co-advises: Carlos Henrique Mendes Malhado, D.Sc. UESB and Jaime Araújo Cobuci, D.Sc. UFRGS.

I – REFERENCIAL TEÓRICO

1

2

3 1.1 INTRODUÇÃO

4

5 A cadeia produtiva do leite está presente em todo o mundo, pois é uma atividade
6 geradora de renda e empregos, com distribuição nos mais variados sistemas de produção
7 (Lopes et al., 2017). Segundo Ferreira et al. (2006), a lucratividade do setor está
8 diretamente ligada à diminuição dos custos por vaca leiteira, através do uso de animais
9 mais saudáveis, adaptados ao ambiente de criação e com plena capacidade reprodutiva e
10 produtiva. A eficiência reprodutiva interfere diretamente no sistema de produção de leite,
11 pois rebanhos com baixa eficiência tem elevado descarte involuntário, baixa longevidade,
12 alto intervalo de partos, grande número de vacas secas e período seco prolongado
13 (Bergamaschi et al., 2010).

14 No Brasil, a atividade leiteira distribui-se em todas as regiões geográficas, que
15 diferem entre si em temperatura, umidade relativa do ar, latitude, longitude, regime
16 alimentar, época de nascimento e outros fatores que podem variar até dentro de um
17 mesmo estado (Arruda e Sugai, 1994). Entretanto, Stock et al. (2008), observaram que o
18 rebanho Holandês puro de origem (PO) é criado em sistemas produtivos mais
19 tecnificados, em que existe maior controle ambiental. Bianchini et al. (2006) ao avaliarem
20 a adaptação ao calor em raças naturalizadas brasileiras, verificaram que a raça Holandesa
21 apresentou menor adaptação, pelo fato de possuir menor porcentagem de glândulas
22 sudoríparas por área de tecido analisada, quando comparada às demais raças. Segundo o
23 IBGE (2016), a produção de leite coloca o país como o quarto maior produtor mundial de
24 leite, com 34 bilhões de litros, 23 milhões de vacas ordenhadas, 1,3 milhões de produtores
25 e consumo per capita de 170 litros anual.

26 Atualmente, com a globalização, existe grande difusão de material genético por
27 todo o mundo, especialmente a comercialização de sêmen e embriões. No Brasil, cerca
28 de 80% do sêmen utilizado de touros da raça Holandesa é de origem importada, com a
29 escolha feita com base no mérito genético dos animais em clima temperado (Silva et al.,
30 2015), além de desconsiderar a interação genótipos ambientes (IGA). A IGA consiste na
31 expressão diferenciada dos genótipos frente às mudanças ambientais. Assim, a avaliação
32 genética dos touros não reflete apenas seu potencial genético, mas também a influência

33 do ambiente na expressão da característica (Torres et al., 2000). Dessa maneira,
34 objetivou-se avaliar a interação genótipos ambientes em vacas Holandesas no Brasil, para
35 características produtivas e reprodutivas.

36

37 **1.2 INTERAÇÃO GENÓTIPOS AMBIENTES**

38

39 Os estudos sobre IGA vem acontecendo desde o século XX, em que a seleção dos
40 progenitores está relacionada com o ambiente de criação. O conjunto completo de
41 trajetórias multivariadas do desenvolvimento que um genótipo pode produzir, quando
42 exposto em ambientes diferentes, é chamado de normas de reação (Schlichting e
43 Pigliucci, 1998). Esses estudos utilizam, primeiramente, a expressão fenotípica de um
44 grupo de indivíduos, comparativamente a outros aparentados em ambientes diferentes,
45 para inferir acerca dos níveis de produção nos diferentes ambientes.

46 De acordo com Falconer e Mackay (1996) uma mesma característica em
47 ambientes diferentes pode não ser considerada a mesma característica, pois genótipos
48 diferentes podem produzir fenótipos iguais em ambientes diferentes, assim como um
49 mesmo genótipo pode produzir fenótipos diferentes em diferentes ambientes. Segundo
50 Warwick e Legates (1980), o ambiente não altera a constituição genética de um indivíduo,
51 mas quanto do genoma pode ser expresso, pois o melhor genótipo em um ambiente pode
52 não ser em outro.

53 A interação pode causar alteração na classificação dos genótipos em ambientes
54 diferentes, mudanças de magnitude relativa e absoluta das variâncias genéticas,
55 ambientais e fenotípicas (Corrêa et al., 2009). Conforme Pani (1971), a IGA pode ser de
56 quatro maneiras: primeiro, mesmo em ambientes diferentes, os genótipos se comportam
57 de maneira similar e não há interação; segundo, há uma pequena inversão na classificação
58 dos genótipos, existindo interação, mas não significativo; terceiro, não há inversão na
59 classificação do genótipos, mesmo apresentando grandes diferenças nos diferentes
60 ambientes, sendo a interação significativa; e, quarto, há inversão na ordem de
61 classificação dos genótipos nos ambientes diferentes e a interação é significativa.

62 Existem diferentes formas de estudo da IGA no melhoramento animal, em que
63 correlações baixas entre valores genéticos ou entre classificações de animais em
64 diferentes ambientes indicam que a influência dos ambientes atua de forma diferenciada

65 sobre as estimativas dos valores genéticos dos animais (Toral et al., 2004); via
66 componentes principais, de três modos, associando resíduos de interação tripla com um
67 modelo linear com três fontes de variação (Franco et al., 2012); e, usando os modelos de
68 norma de reação, que permitem descrever o fenótipo expresso por um genótipo em um
69 gradiente ambiental (De Jong, 1995).

70 Os modelos de normas de reação tem se destacado em todo mundo para avaliação
71 da interação genótipos ambientes nas mais diferentes espécies de interesse econômico,
72 especialmente para bovinos de leite (Kolmodin, 2003; Fikse et al., 2003; Calus e
73 Veerkamp, 2003; Kolmodin e Bijma, 2004; Calus, 2006; Shariati, 2007; Bohmanova et
74 al., 2008; Paula et al., 2009; Streit et al., 2012; Streit et al., 2013). Segundo De Jong
75 (1990), mudanças sistemáticas nas variáveis ambientais causam mudanças sistemáticas
76 na expressão média fenotípica. Uma norma de reação são as diferentes maneiras que um
77 genótipo pode ser expresso, levando em consideração os mais diferentes ambientes,
78 favoráveis, desfavoráveis, naturais ou artificiais (Ambrosini et al., 2012).

79 A regressão aleatória é uma das formas de estudo das normas de reação, pois
80 permite traçar o desempenho de um genótipo de acordo com a média de desempenho
81 populacional em cada ambiente. Admite-se dois coeficientes de regressão aleatórios para
82 cada animal avaliado, um intercepto e um linear, em que de acordo com a qualidade
83 ambiental é que se infere sobre o valor genético do indivíduo. As maiores sensibilidades
84 ambientais são por conta dos maiores valores de coeficientes de regressão linear (Valente
85 et al., 2008).

86 Os componentes de variância atribuídos aos coeficientes de regressão linear são a
87 chave para verificar a existência de interação. Baixos valores apresentam retas das normas
88 de reação quase paralelas em relação ao eixo dos ambientes, praticamente sem
89 modificações de variância genética aditiva e da ordem de classificação em diferentes
90 pontos do intervalo. Altos valores indicam heterogeneidade, com normas de reação de
91 diferentes inclinações. Isto causa modificação de variância genética ou até modificações
92 na ordem de classificação nos diferentes pontos do intervalo de qualidade dos ambientes
93 analisados (Ambrosini et al., 2012).

94 A correlação entre os coeficientes linear e intercepto afeta a correlação entre os
95 valores genéticos dos animais nos ambientes, assim como a variância do coeficiente
96 linear. Uma variação no coeficiente linear e uma alta correlação entre este e o intercepto

97 acarreta menores reclassificações entre os touros. A avaliação para ter maior acurácia dos
98 valores estimados e possibilitar a comparação entre os genótipos necessita que o mesmo
99 indivíduo ou indivíduos aparentados sejam avaliados em pelo menos dois ambientes
100 diferentes (Strandberg et al., 2009).

101 O ambiente de criação não é apenas o local onde os animais são criados, mas
102 temperatura ambiental, umidade relativa do ar, latitude, longitude, regime alimentar,
103 época de nascimento ou qualquer outro fator que pode alterar o desempenho produtivo
104 do indivíduo. O gradiente ou valor ambiental pode ser estimado por meio de um modelo
105 animal padrão a partir dos desvios de grupos de contemporâneos (Kolmodin et al., 2002;
106 Calus e Veerkamp, 2003 e Cardoso et al., 2005), através dos efeitos ambientais como
107 rebanho ou efeitos de rebanho-ano (manejo, sanidade, nutrição, tempo, clima). O
108 ambiente é classificado sobre qualquer escala e as características devem ter continuidade
109 fisiológica sobre o ambiente, distinguindo a capacidade dos genótipos serem mais ou
110 menos sensíveis às mudanças ambientais (De Jong e Bijma, 2002).

111 A sensibilidade ambiental ou plasticidade fenotípica são as modificações sofridas
112 pelo fenótipo decorrentes dos diferentes ambientes, sendo os indivíduos mais sensíveis
113 denominados genótipos plásticos e os de menor sensibilidade os robustos (Falconer,
114 1990). Os genótipos mais estáveis tendem a ser indicados como superiores, entretanto
115 não são obrigatoriamente os melhores em todos os ambientes (Toral et al., 2004). De
116 posse dessas informações pode-se caracterizar rebanhos com características de
117 sensibilidade ambiental, em que se uniformiza desempenhos em ambientes distintos e
118 privilegia genótipos que respondem às melhorias ambientais para determinada
119 característica. Assim, diferentes trabalhos têm sido realizados em todo mundo para
120 identificar a presença da IGA nos rebanhos da raça Holandesa como, por exemplo, para
121 o período de serviço (Ismael et al., 2016a), idade ao primeiro parto (Nesser et al., 2014;
122 Montaldo et al., 2017), intervalo de partos (Montaldo et al., 2017), produção de leite
123 (Nesser et al., 2014; Tsuruta et al., 2015; Tiezzi et al., 2017; Montaldo et al., 2017) e
124 porcentagem de gordura, proteína e contagem de células somáticas (Streit et al., 2013;
125 Tiezzi et al., 2017).

126

127 **1.3 HETEROGENEIDADE DE VARIÂNCIAS**

128

129 Avaliações genéticas acuradas são necessárias na produção animal, para que
130 sejam utilizados os melhores indivíduos como reprodutores da próxima geração. Essas
131 avaliações, na maioria das vezes, são baseadas na Melhor Predição Linear Não-Viesada
132 (BLUP) do valor genético, que levam em consideração os modelos mistos. Entretanto,
133 mesmo com essa metodologia o ganho genético real é menor que o ganho teórico, pois é
134 levada em consideração a homogeneidade de variâncias genética e residual (Destefano,
135 1994).

136 Conforme Weigel e Gianola (1993), variâncias diferentes dentro de classes e
137 subclasses causam redução da acurácia na predição dos valores genéticos dos
138 reprodutores, levando a seleção equivocada de indivíduos em ambientes diferentes e
139 redução do progresso genético. Segundo Paula et al. (2009), se não considerar a
140 heterogeneidade de variâncias, animais provenientes de ambientes com maiores
141 variâncias residuais terão seus dados supervalorizados nas avaliações genéticas e animais
142 criados em ambientes com menores variâncias residuais terão seus dados subvalorizados.
143 A heterogeneidade de variância ambiental provoca superestimação nas estimativas dos
144 componentes de variância e valores absolutos de predição dos valores genéticos dos
145 touros que apresentam número de progênie desigual, embora sem alterar sua classificação
146 (Araujo et al., 2017).

147 A heterogeneidade de variância tem sido relatada por inúmeros autores entre
148 níveis de produção (Paula, et al., 2009), níveis de manejo, rebanho e região geográfica
149 (Costa et al., 2000; Falcão et al. 2006; Paula, et al., 2009). Torres et al. (2000), ao
150 avaliarem vacas e touros da raça Holandesa no Brasil quanto ao efeito da heterogeneidade
151 de variâncias para a produção de leite, verificaram a importância de considerar a
152 variabilidade entre os rebanhos, pois sob seleção as classes mais variáveis apresentaram
153 melhores contribuições nas avaliações genéticas.

154 Carneiro et al. (2006), trabalhando com dados simulados que continham padrões
155 diferentes de heterogeneidade entre rebanhos e diferentes graus de conectividade genética,
156 verificaram que quando existiu heterogeneidade para todos os parâmetros genéticos e 0%
157 de conectividade houve baixa porcentagem de touros comuns e grandes erros na
158 classificação dos touros geneticamente superiores. Os melhores resultados foram quando
159 a média genética foi considerada homogênea e os demais parâmetros, variâncias genética
160 e fenotípica, heterogêneos, em que observaram altas porcentagens de animais comuns
161 entre os grupos e pequenos erros na classificação dos animais geneticamente superiores.

162 Araujo et al. (2009), verificaram que a homogeneidade de variâncias genética e
163 ambiental pode ser considerada quando se avalia touros e vacas com filhos distribuídos
164 em muitos rebanhos, o que minimiza os efeitos da heterogeneidade de variâncias.
165 Adicionalmente, El Faro e Albuquerque (2003) ressaltaram que o número elevado de
166 parâmetros dos modelos com inclusão da heterogeneidade residual de variâncias, a
167 estrutura de covariâncias e o fato das matrizes de incidência serem mais densas que para
168 os modelos convencionais podem dificultar a convergência na estimação dos
169 componentes de variância.

170

171 **1.4 IDADE AO PRIMEIRO PARTO (IPP)**

172

173 A idade ao primeiro parto corresponde ao período entre a data de nascimento da
174 fêmea e seu primeiro parto. Está relacionada com precocidade e habilidade de conceber,
175 gestar e parir (Bormann e Wilson, 2010), além de possibilitar a diminuição do intervalo
176 de gerações e aumentar a vida útil dos animais (Lira et al., 2008). Rebanhos com elevada
177 precocidade sexual e fertilidade apresentam maiores progressos genéticos e lucratividade,
178 devido a uma maior intensidade de seleção (Marestone et al., 2013).

179 A IPP é influenciada por inúmeros eventos que a antecedem, como taxa de
180 crescimento pré e pós-desmama, puberdade, manifestação do primeiro cio fértil,
181 fecundação, gestação e parição (Silva et al., 2006). Além disso, muitos produtores
182 aguardam um peso mínimo ou altura mínima de garupa para o primeiro serviço das
183 novilhas, contudo Vargas et al. (1998), verificaram que animais maiores apresentam
184 menor precocidade sexual. Já Silva et al. (2003), ressaltaram a importância de exposição
185 precoce das novilhas a touros (inseminação artificial ou monta natural), em que
186 observaram herdabilidade de 0,73 para taxa de gestação ao final da estação de monta
187 quando as fêmeas foram expostas aos 14 meses de idade.

188 Santos et al. (2010), ressaltaram que o potencial leiteiro aumenta com o peso vivo
189 do animal e animais com peso ao primeiro parto muito baixo apresentam baixa produção
190 de leite devido a capacidade limitada de ingestão de alimento, além de menor
191 desenvolvimento mamário. Segundo Santos et al. (2002), o ganho de peso médio diário
192 de novilhas da raça Holandesa durante a cria e recria (do nascimento aos 15 meses) são
193 700 g, o que possibilita um peso ideal para concepção aos 15 meses e parto aos 24 meses.

194 A ABCBRH (Associação Brasileira dos Criadores de Bovinos da Raça
195 Holandesa) preconiza que as novilhas dessa raça devem apresentar idade de
196 aproximadamente 16-18 meses para o primeiro serviço e peso aproximado de 460 kg.
197 Novilhas muito precoces e com baixo peso apresentarão menores produções de leite
198 devido à baixa capacidade fisiológica de digestão e respiração, além de taxa de concepção
199 pós-parto menor. Da mesma forma, novilhas muito pesadas ao primeiro serviço tendem
200 a apresentar acúmulo de tecido adiposo na glândula mamária, comprometendo a produção
201 de leite.

202 A IPP em vacas Holandesas é muito variável no Brasil, 22 a 35,63 meses, relatadas
203 por Marestone et al. (2013), Val et al. (2004) e McManus et al. (2008). Conforme Silva
204 et al. (2006), uma idade ao primeiro parto tardia compromete a eficiência reprodutiva e
205 lucratividade da exploração na propriedade, com necessidade de identificar os fatores que
206 causam a elevação dessa idade (climático, nutricional, sanitário ou reprodutivo).
207 Marestone et al. (2013), relataram que IPP tem alta correlação com vida útil produtiva,
208 pois fêmeas que parem mais cedo são mais férteis e produzem mais durante a vida útil,
209 além dos animais com maiores ganhos de peso médio diário apresentam menores idades
210 ao primeiro parto.

211 As herdabilidades para essa característica são baixas em todo o mundo (Campos
212 et al., 2015), segundo Nesser et al. (2014) para vacas da raça Holandesa na África do Sul
213 que se alimentavam de ração total mista e pastagens, de 0,06 e 0,05, respectivamente.
214 Montaldo et al. (2017) também verificaram herdabilidades baixas, 0,06, para vacas
215 Holandesas do México. Entretanto, Bertipaglia et al. (2007), observaram valores maiores
216 para herdabilidade, 0,23, para vacas Holandesas em sistemas de estabulação livre com
217 ventiladores e aspersores em um rebanho no estado de São Paulo.

218 A interação genótipos ambientes foi avaliada para IPP por Nesser et al. (2014),
219 que destacaram que a seleção dos touros devem considerar os ambientes em que suas
220 progênies serão criadas, com necessidade de touros adaptados para cada tipo de ambiente,
221 pois espera-se ganhos genéticos expressivos em cada acasalamento. Montaldo et al.
222 (2017), também relataram a existência de forte influência ambiental na expressão da IPP,
223 com destaque para a seleção do touro de acordo com cada sistema de criação e condição
224 climática.

225

226 1.5 PRODUÇÃO DE LEITE, PROTEÍNA E GORDURA NO LEITE

227

228 A atividade leiteira está cada vez mais competitiva, pois necessita identificar os
229 fatores que a influenciam para suprir a demanda de leite do país, buscando ganhos efetivos
230 na quantidade e qualidade do leite produzido (Coldebella et al., 2004). Os custos e a
231 eficiência do sistema produtivo determinam a sobrevivência e o sucesso econômico da
232 pecuária leiteira. Aliado a isso, os desafios produtivos para os animais são ainda maiores,
233 através do melhoramento genético, nutrição específica para cada fase, instalações
234 adequadas e sanidade do rebanho. Segundo Lopes et al. (2017), aproximadamente 70%
235 dos custos produtivos na atividade leiteira são devido a alimentação dos animais.

236 A pecuária de leite brasileira tem avançado no melhoramento genético animal,
237 entretanto muita da seleção dos reprodutores, anos atrás, ainda era feita de maneira
238 empírica, baseada principalmente em características produtivas ligadas diretamente à
239 renda do produtor rural (Boligon et al., 2004). Passeti et al. (2016), ao compararem
240 propriedades leiteiras no Brasil (estado do Paraná) e na Holanda, verificaram que os
241 sistemas produtivos paranaenses são menos tecnificados, entretanto economicamente
242 mais rentáveis devido a maiores produções de leite e menores problemas devido à
243 intensificação dos sistemas produtivos.

244 A produção média de leite por vaca, na literatura, apresenta grande variação,
245 apesar do rebanho leiteiro de vacas Holandesas no Brasil ser criado especialmente em
246 sistemas intensivo a pasto e intensivo confinado (Assis et al., 2005). A produção tem
247 variado entre 6.334 kg a 7.519 kg por lactação, nas regiões Sul e Sudeste (Weber et al.,
248 2005; Vargas et al., 2006 e Andrade et al., 2007), entretanto Irano et al. (2014) estudaram
249 um rebanho de alto padrão no estado de São Paulo, com média de produção de 9.215,40
250 kg por lactação.

251 Herdabilidade de 0,16 para produção de leite em vacas da raça Holandesa foi
252 relatada por Oliveira et al. (2015) via análise bi característica. Montaldo et al. (2017),
253 Irano et al. (2014) e Huquet et al. (2012) verificaram herdabilidades moderadas/altas,
254 0,18, 0,19 e 0,47, respectivamente, via modelo animal padrão, análise multivariada e
255 modelos de normas de reação. Essa variação da herdabilidade indica que apesar da
256 produção de leite ser altamente influenciada por fatores ambientais, existe variabilidade
257 genética suficiente para obtenção de ganhos genéticos através da seleção dos touros.

258 Montaldo et al. (2017) verificaram baixa influencia ambiental para a produção de
259 leite e inexistência de IGA na população de vacas Holandesas do México. Atribuíram isso
260 a uma maior padronização dos sistemas produtivos, com redução da interferência
261 ambiental nessa característica. Entretanto, Tiezzi et al. (2017) verificaram IGA em
262 rebanhos leiteiros Holandeses dos Estados Unidos, com forte influência ambiental na
263 produção de leite.

264 A cadeia produtiva do leite vem se reestruturando não só em termos de
265 produtividade, mas também na questão da sustentabilidade ambiental. A indústria está
266 cada vez mais exigente, com preços diferenciados para produtos de maior qualidade,
267 indicada por maiores níveis de proteína, gordura e menores contagens de células
268 somáticas (Nero et al., 2009). Huquet et al. (2012), verificaram produção média de
269 proteína e gordura aos 305 dias de lactação para vacas da raça Holandesa na França de
270 $310,67 \pm 13,11$ kg e 385 ± 14 kg, respectivamente. As herdabilidades estimadas foram de
271 0,39 e 0,45, respectivamente para proteína e gordura, entretanto Montaldo et al. (2017)
272 verificaram valores inferiores, 0,19 para proteína e 0,20 para gordura, ambas ajustadas
273 aos 305 dias de lactação para vacas Holandesas do México.

274 Tiezzi et al. (2017) e Montaldo et al. (2017) não verificaram IGA para a produção
275 de proteína e gordura no leite, avaliando vacas nos Estados Unidos e México,
276 respectivamente. Huquet et al. (2012) também não observaram interação para as
277 características produção de proteína e gordura no leite de vacas Holandesas na França,
278 pois não houve reclassificação dos touros nos diferentes ambientes avaliados, embora
279 ressaltaram a necessidade de avaliação da IGA por outros autores para as mesmas
280 características.

281

282 **1.6 CONTAGEM DE CÉLULAS SOMÁTICAS NO LEITE**

283

284 As células somáticas são todas as células presentes no leite, incluindo leucócitos
285 e células de descamação do epitélio glandular secretor. Os leucócitos de origem fisiológica
286 dão origem ao colostro, com aumento na quarta semana pré-parto e diminuição uma
287 semana pós-parto. Já os leucócitos de origem patogênica são devido agressão ou injúria
288 tecidual (Voltolini et al., 2001). Segundo Cunha et al. (2008), uma contagem de células

289 somáticas (CCS) alta indica inflamação na glândula mamária que, na maioria das vezes,
290 resulta em mastite.

291 Conforme Alexandrino et al. (2015), a mastite pode se manifestar de forma clínica
292 e subclínica e afetar um quarto (uma glândula) ou até mesmo todas as glândulas
293 mamárias. A mastite subclínica é de difícil identificação, pois não apresenta sintomas
294 evidentes, entretanto, causa redução de 10 a 30% na produção de leite por lactação (Cunha
295 et al., 2008). Além disso, aumenta a CCS, produção de proteínas séricas totais,
296 soroalbuminas, imunoglobulinas, cloro, sódio, potássio e pH. Já a lactose, caseína e
297 gordura diminuem com o aumento das células somáticas. A mastite clínica é de fácil
298 identificação e o animal pode ser logo encaminhado para tratamento sintomático
299 (Alexandrino et al., 2015).

300 As células somáticas representam o estado sanitário da glândula mamária e estão
301 relacionadas com a composição do leite, rendimento industrial e segurança alimentar
302 (Sabedot et al., 2011). A CCS é influenciada pela época do ano, raça, estágio de lactação,
303 produção de leite, número de lactações, estresse causado por deficiências no manejo,
304 problemas nutricionais, efeito de rebanho, condições climáticas e doenças intercorrentes
305 (Voltolini et al., 2001). Altas contagens de células somáticas estão associadas a mastite e
306 quedas no rendimento da produção de derivados, alterações organolépticas no leite e
307 redução na vida de prateleira (Andrade et al., 2007). Já para os produtores as perdas
308 referem-se à diminuição na produção de leite, gastos com tratamento e honorários
309 veterinários, descarte de leite, custos com a reposição de animais e perda de qualidade
310 (Bueno et al., 2005).

311 A diminuição do limite de CCS é importante como indicador indireto de
312 prevalência de mastite subclínica nos rebanhos (Pizzol et al., 2014). Além disso, Cunha
313 et al. (2008), evidenciaram a existência de correlações genéticas negativas entre produção
314 de leite e CCS (-0,18), pois a diminuição na produção de leite ocorre em função de lesões
315 no tecido epitelial, com redução da síntese e secreção da glândula mamária.

316 A CCS não apresenta distribuição normal, sendo os dados transformados para a
317 escala logarítmica e convertidos em escores de células somáticas (ECS) (Shook, 1982).
318 Segundo Andrade et al. (2007), os resultados dos testes de hipóteses são mais precisos,
319 os erros-padrão e intervalos de confiança menores para ECS quando comparados com a
320 CCS, além de apresentarem distribuição normal e a variação dentro do rebanho ser

321 homogênea. Shook (1982) desenvolveu a transformação da CCS em ECS, sendo obtido
322 pela seguinte equação: $ECS = \log_2 (CCS/100.000) + 3$. Porém, Andrade et al. (2007)
323 aperfeiçoaram essa técnica, $ECS = \log_2 (CCS/ 100) + 3$, pois o banco de dados já e
324 previamente dividido por 1000. Mrode e Swanson (1996) sugerem a transformação de
325 uma maneira mais simples, $\log_2 (CCS)$.

326 As herdabilidade para ECS são baixas, de 0,11 e 0,13, respectivamente por
327 Oliveira et al. (2015) e Andrade et al. (2007). Segundo Tiezzi et al. (2017), existe
328 moderada influência ambiental nos escores de células somáticas, mas ressalta a
329 importância da avaliação da interação genótipos ambientes e a inclusão em programas de
330 avaliação de touros, pois parte do fenótipo dos animais se deve à interação genótipo
331 ambiente. Já Streit et al. (2013) verificaram a existência da IGA para escore de células
332 somáticas em vacas da raça Holandesa na Alemanha via normas de reação.

333

334

335

336

337

338

339

340

341

342

343

344

345

346

347

348

349

1.7 REFERÊNCIAS

350

351

352 ALEXANDRINO, B.; CORREIA, C.A.R.; BRITO, L.C.M.; BARBOSA, S.M.
353 Isolamento e sensibilidade a quimioterápicos de *Streptococcus spp* envolvidos na mastite
354 clínica e subclínica de bovinos da microrregião de Araguaína, Tocantins. **DESAFIOS:**
355 Revista Interdisciplinar da Universidade Federal do Tocantins – v.2, nº Especial, p.156-
356 170, 2015.

357 AMBROSINI, D.P.; CARNEIRO, P.L.S.; BRACCINI NETO, J.; MALHADO, C.H. M.;
358 MARTINS FILHO, R.; CARDOSO, F.F. Interação genótipo × ambiente para peso ao ano
359 em bovinos Nelore Mocho no Nordeste do Brasil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira.**
360 Brasília, v.47, n.10, p.1489-1495, 2012.

361 ANDRADE, L.M.; EL FARO, L.; CARDOSO, V.L.; ALBUQUERQUE, L.G.;
362 CASSOLI, L.D.; MACHADO, P.F. Efeitos genéticos e de ambiente sobre a produção de
363 leite e a contagem de células somáticas em vacas holandesas. **Revista Brasileira de**
364 **Zootecnia**, v.36, n.2, p.343-349, 2007.

365 ARAUJO, C.V.; OLIVEIRA, L.A.; ARAUJO, S.I.; SILVA, D.A.; SILVA, A.A. Impacto
366 da distribuição de número desigual de progênies por reprodutor na avaliação genética de
367 animais, em ambientes com presença de heterogeneidade de variância ambiental. **Ciência**
368 **Animal Brasileira**, v.18, 1-9, 2017.

369 ARAUJO, C.V.; RESENDE, G.S.A.; ARAUJO, S.I.; RENNÓ, F.P.; TOMAZINI, A.P.I.;
370 MARQUES, J.R.F. Interação genótipo x ambiente para produção de leite na raça Pardo
371 Suíço, utilizando-se inferência Bayesiana. **Acta Scientiarum Animal Sciences.** Maringá,
372 v.31, n. 2, p.205-211, 2009.

373 ARRUDA, Z.J.; SUGAI, Y. 1994. Regionalização da Pecuária Bovina no Brasil.
374 [EMBRAPA]. CNPGC/SPI. 1994.

375 ASSIS, A.G.; STOCK, L.A.; CAMPOS, O.F.; GOMES, A.T.; ZOCCAL, R.; SILVA,
376 M.R. Sistemas de produção de leite no Brasil. Circular Técnica 85 [EMBRAPA]. Juiz de
377 Fora-MG, 2005.

378 BERGAMASCHI, M.A.C.M.; MACHADO, R.; BARBOSA, R.T. Eficiência reprodutiva
379 das vacas leiteiras. Embrapa Pecuária Sudeste. **Circular Técnica**, n. 64, 12p. 2010.

380 BERTIPAGLIA, E.C.A.; SILVA, R.G.; CARDOSO, V.; MAIA, A.S.C. Estimativas de
381 parâmetros genéticos e fenotípicos de características do pelame e de desempenho
382 reprodutivo de vacas holandesas em clima tropical¹. **Revista Brasileira de Zootecnia**,
383 v.36, n.2, p.350-359, 2007.

384 BIANCHINI, E.; MCMANUS, C.; LUCCHI, C. M.; FERNANDES, C. B.; PRESCOTT,
385 E.; MARIANTE, A. S.; EGITO, A. A. Características corporais associadas com a
386 adaptação ao calor em bovinos naturalizados brasileiros. **Pesquisa Agropecuária**
387 **Brasileira**, Brasília, v.41, n.9, p.1443-1448, 2006.

- 388 BOHMANOVA, J.; MISZTAL, I.; TSURUTA, S; NORMAN H.D.; LAWLOR T.J.
389 Genotype by environment interaction dueto heat stress. **Journal of Dairy Science**, v.91,
390 p.840-846, 2008.
- 391 BOLIGON, A.A.; RORATO, P.R.N.; FERREIRA, G.B.B.; WEBER, T.; KIPPERT, C.J.;
392 ANDREAZZA, J. Herdabilidade e Tendência Genética para as Produções de Leite e de
393 Gordura em Rebanhos da Raça Holandesa no Estado do Rio Grande do Sul. **Revista**
394 **Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v.34, n.5, p.1512-1518, 2004.
- 395 BORMANN, J.M.; WILSON, D.E. Calving day and age at first calving in Angus heifers.
396 **Journal of Animal Science**, v.88, p.1947-1956, 2010.
- 397 BUENO, V.F.F.; MESQUITA, A.J.; NICOLAU, E.S.; OLIVEIRA, A.N.; OLIVEIRA,
398 J.P.; NEVES, R.B.S.; MANSUR, J.R.M.; THOMAZ, L.W. Contagem celular somática:
399 relação com a composição centesimal do leite e período do ano no Estado de Goiás.
400 **Ciência Rural**, Santa Maria, v.35, n.4, p.848-854, jul-ago, 2005.
- 401 CALUS, M.P.L. **Estimation of genotype × environment interaction for yield, health**
402 **and fertility in dairy cattle**. Wagenigen; WU, 2006. Tese (PhD) – Wagenigen
403 University, 181p. 2006.
- 404 CALUS, M.P.L.; VEERKAMP, R. F. Estimation of environment sensitivity of genetic
405 merit for milk production traits using random regression model. **Journal of Dairy**
406 **Science**, v.86, n.6, p.3756-3764, 2003.
- 407 CAMPOS, R.V.; COBUCCI, J.A.; KERN, E.L.; COSTA, C.N.; MCMANUS, C.M.
408 Genetics parameters for linear type traits and milk, fat, and protein production in Holstein
409 cows in Brazil. Asian Australas. **Journal Animal Science**, v.28, p.476-484, 2015.
- 410 CARDOSO, F.F.; CARDELLINO, R.A.; CAMPOS, L.T. Caracterização de interação
411 genótipo-ambiente no ganho pós-desmama de bovinos Angus via normas de reação. In:
412 REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, Goiânia.
413 **Anais...** CD-ROM. Goiânia: SBZ. p.42., 2005.
- 414 CARNEIRO, A.P.S.; TORRES, R.A.; LOPES, P.S.; EUCLYDES, R.F.; CARNEIRO,
415 P.L.S.; CUNHA, E.E. Erros na classificação de touros, vacas e touros jovens
416 geneticamente superiores avaliados na presença de heterogeneidade. **Revista Brasileira**
417 **de Zootecnia**. Salvador, v.35, n.5, p.1907-1914, 2006.
- 418 COLDEBELLA, A.; MACHADO, P.F.; DEMÉTRIO, C.G.B.; RIBEIRO JUNIOR, P.J.;
419 MEYER, P.M.; CORASSIN, C.H.; CASSOLI, L.D. Contagem de Células Somáticas e
420 Produção de Leite em Vacas Holandesas Confinadas. **Revista Brasileira de Zootecnia**,
421 v.33, n.3, p.623-634, 2004.
- 422 CORRÊA, M.B.B.; DIONELLO, N.J.L.; CARDOSO, F.F. Caracterização da interação
423 genótipo-ambiente e comparação entre modelos para ajuste do ganho pós-desmama de
424 bovinos Devon via normas de reação. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.38, n.8,
425 p.1468-1477, 2009.
- 426 COSTA, C.N.; BLAKE, R.W.; POLLAK, E.J. OLTENACU, P.A.; QUASS, R.L.;
427 SEARLE, S.R. Genetic analysis of Holstein cattle populations in Brazil and the United
428 States. **Journal of Dairy Science**, v.83, p.2963-2974, 2000.

- 429 CUNHA, R.P.L.; MOLINA, L.R.; CARVALHO, A.U.; FACURY FILHO, E.J.;
430 FERREIRA, P.M.; GENTILINI, M.B. Mastite subclínica e relação da contagem de
431 células somáticas com número de lactações, produção e composição química do leite em
432 vacas da raça Holandesa. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**,
433 v.60, n.1, p.19-24, 2008.
- 434 DE JONG, G.; BIJMA, P. Selection and phenotypic plasticity in evolutionary biology
435 and animal breeding. **Livestock Production Science**, v.78, p.195–214, 2002.
- 436 DE JONG, G. Phenotypic plasticity as a product of selection in a variable environment.
437 *American Naturalist*, **University of Chicago**, USA, v.145, n.4, p.493-512, 1995.
- 438 DE JONG, G. Quantitative genetics of reaction norms. **Journal of evolutionary biology**,
439 v.3, p.447-468, 1990.
- 440 DESTEFANO, A.L. **Identifying and quantifying sources of heterogeneous residual**
441 **and sire variance in dairy production data**. Ithaca: Cornell University, 1994. Tese
442 (Pós-Doutorado em Animal Breeding) - Cornell University, 133p. 1994.
- 443 EL FARO, L.; ALBUQUERQUE, L.G. Utilização de Modelos de Regressão Aleatória
444 para Produção de Leite no Dia do Controle, com Diferentes Estruturas de Variâncias
445 Residuais. **Revista Brasileira de Zootecnia**. Salvador, v.32, n.5, p.1104-1113, 2003.
- 446 FALCÃO, A.J.S.; MARTINS, E.N.; COSTA, C.N.; SAKAGUTI, E.S.; MAZUCHELI,
447 J. Heterocedasticidade entre estados para produção de leite em vacas da raça Holandesa
448 usando métodos bayesianos via amostrador de Gibbs. **Revista Brasileira de Zootecnia**,
449 v.35, n.2, p.405-414, 2006.
- 450 FALCONER, D.S.; MACKAY, T.F.C. Introduction to Quantitative Genetics. **Longman**
451 **Group**. 4a ed. Essex, UK. 1996.
- 452 FALCONER, D.S. Selection in different environments: effects on environmental
453 sensitivity (reaction norm) and on mean performance. **Genetical Research**, v.56, p.57-
454 70, 1990.
- 455 FERREIRA, W.J.; TEIXEIRA, N.M.; TORRES, R.A. Estimação de tendência genética
456 para produção de leite na raça Holandesa no estado de Minas Gerais. **Arquivo Brasileiro**
457 **de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte-MG, v. 58, n.4, p.599-606, 2006.
- 458 FIKSE, W.F.; REKAYA, R.; WEIGEL, K.A. Assessment of environment descriptors for
459 studying genotype by environment interaction. **Livestock Production Science**, v.82,
460 p.223-231, 2003.
- 461 FRANCO, I.L.; MALHADO, C.H.M.; CARNEIRO, P.L.S.; FILHO, R.M.; PEREIRA,
462 D.G.; DIAS, C.T.S. Interação genótipo x local x regime alimentar em bovinos nelore por
463 meio de componentes principais de três modos. **Ciência Rural**. v.42, n.12, p.2252-2258,
464 2012.
- 465 HUQUET, B.; LECLERC, H.; DUCROCQ, V. Modelling and estimation of genotype by
466 environment interactions for production traits in French dairy cattle. **Genetics Selection**
467 **Evolution**, v.44, n.1, 2012.

- 468 **INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA [IBGE].**
469 Indicadores - Produção Pecuária. Disponível em: <www.ibge.gov.br>. Acesso em 16 de
470 abril de 2017.
- 471 IRANO, N.; BIGNARDI, A.B.; EL FARO, L.; SANTANA JUNIOR, M.L.; CARDOSO,
472 V.L.; ALBUQUERQUE, L.G. Genetic association between milk yield, stayability, and
473 mastitis in Holstein cows under tropical conditions. **Tropical Animal Health Production**,
474 v.46, p.529–535, 2014.
- 475 ISMAEL, A.; STRANDBERG, E.; BERGLUND, B.; KARGO, M.; FOGH, A.;
476 LOVENDAHL, P. Seasonality of fertility measured by physical activity traits in Holstein
477 cows. **Journal of Dairy Science**, v.99 n.4, 2016a.
- 478 KOLMODIN, R.; STRANDBERG, E.; MADSEN, P.; JENSEN, J.; JORJANI, H.
479 Genotype by environment interaction in Nordic Dairy Cattle studied using reaction
480 norms. **Acta Agriculture Scandinavia**, Section A, Animal Science, v.52, p.11–24, 2002.
- 481 KOMOLDIN, R. **Reaction norms for the study of genotype by environment**
482 **interaction in animal breeding**. Uppsala, Suécia, Tese (Doutorado em Animal Breeding
483 and Genetics) - Swedish University of Agricultural Sciences 2003. 35p. 2003.
- 484 KOMOLDIN, R.; BIJIMA, P. Response to mass selection when the genotype to
485 environment interaction is modeled as a linear reaction norm. **Genetics Selection**
486 **Evolution**, v.36, p.435-454, 2004.
- 487 LIRA, T.; ROSA, E.M.; GARNERO, A.V. Parâmetros genéticos de características
488 produtivas e reprodutivas em zebuínos de corte (revisão). **Ciência Animal Brasileira**,
489 v.9, p.1-22, 2008.
- 490 LOPES, M.M.; SOARES, E.P.; SOUZA, D.R.; NEVES, F.R.; AMARAL, R.S. Custos de
491 Produção da Pecuária Leiteira: Estudo em uma Instituição Federal. **Revista de Auditoria**
492 **Governança e Contabilidade**, v.5, n.19, p.33-44, 2017.
- 493 MARESTONE, B.S.; SANTOS, E.R.; SERRA, F.B.S.; MUNIZ, C.A.S.D.; MARQUES,
494 C.P.; ALVES, K.B.; ALVES, M.V.; ALVES, R.C.M. Características reprodutivas, de
495 crescimento e idade ao primeiro parto em bovinos da raça Holandesa. **Semina: Ciências**
496 **Agrárias**, Londrina, v.34, n.6, suplemento 2, p.4105-4112, 2013.
- 497 MCMANUS, C.; TEIXEIRA, R.A.; DIAS, L.T.; LOUVANDINI, H.; OLIVEIRA,
498 E.M.B. Características produtivas e reprodutivas de vacas Holandesas e mestiças
499 Holandês × Gir no Planalto Central. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.5, p.819-
500 823, 2008.
- 501 MONTALDO, H.H.; PELCASTRA-CRUZ, A.; CASTILLO-JUÁREZ, H.; RUIZ-
502 LÓPEZ, F.J.; MIGLIOR, F. Genotype x environment interaction for fertility and milk
503 yield traits in Canadian, Mexican and US Holstein cattle. **Spanish Journal of**
504 **Agricultural Research**, v.15, 2017.
- 505 MRODE, R.A.; SWANSON, G.J.T. Genetic and statistical properties of somatic cell
506 count and its suitability as an indirect means of reducing the incidence of mastitis in dairy
507 cattle. **Animal Breeding Abstracts**, v.64, p.847-857, 1996.

- 508 NERO, L.A.; VIÇOSA, G.N.; PEREIRA, F.E.V. Qualidade microbiológica do leite
509 determinada por características de produção. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**,
510 Campinas, v.29, n.2, p.386-390, abr.-jun. 2009.
- 511 NESSER, F.W.C.; VAN WYK, J.B.; DUCROCQ, V. A preliminar investigation into
512 genotype x environment interaction in South African Holstein cattle for reproduction and
513 production traits. **South African Journal of Animal Science**, v.44, 2014.
- 514 OLIVEIRA, E.J.; BIGNARDI, A.B.; SANTANA JUNIOR, M.L.; PAZ, C.C.P.; ZADRA,
515 L.E.F. Associação genética entre ocorrência de mastite clínica e produção de leite em
516 vacas Holandesas. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.35, n.12, p.2187-2192, 2015.
- 517 PANI, S.N. **Genetic x environment interaction in sire evaluation**. Missouri: 138p.
518 1971.
- 519 PASSETTI, R.A.C.; EIRAS, C.E.; GOMES, L.C.; SANTOS, J.F.; PRADO, I.N.
520 Intensive dairy farming systems from Holland and Brazil: SWOT analyse comparison.
521 **Acta Scientiarum. Animal Sciences**. Maringá, v.38, n.4, p.439-446, 2016.
- 522 PAULA, M.C.; MARTINS, E.N.; SILVA, L.O.C.; OLIVEIRA, C.A.L.; VALOTTO,
523 A.A.; RIBAS, N.P. Interação genótipo x ambiente para a produção de leite de bovinos da
524 rala Holandesa entre bacias leiteiras no estado do Paraná. **Revista Brasileira de**
525 **Zootecnia**, v.38, n.3, p.467-473, 2009.
- 526 PIZZOL, J.G.D.; THALER NETO, A.; FARIAS, D.K.; BRAUN, W.; WERNCKE, D.
527 Contagem de Células Somáticas em Vacas da Raça Holandesa e Mestiças Holandês X
528 Jersey. **Archives of Veterinary Science**, v.19, n.1, p.46-50, 2014.
- 529 SABEDOT, M.A.; POZZA, M.S.S.; POZZA, P.C.; ALMEIDA, R.Z.; NUNES, R.V.;
530 ECKSTEIN, I.I. Correlação entre contagem de células somáticas, parâmetros
531 microbiológicos e componentes do leite em amostras de leite *in natura*. **Arquivo de**
532 **Ciências Veterinárias e Zoologia**, UNIPAR, Umuarama, v.14, n.2, p.101-106, jul./dez.
533 2011.
- 534 SANTOS, G.T.; DAMASCENO, J.C.; MASSUDA, E.M.; CAVALIERE, F.L.B.
535 Importância do manejo e considerações econômicas na criação de bezerras e novilhas. In:
536 SIMPÓSIO SOBRE SUSTENTABILIDADE DA PECUÁRIA LEITEIRA NA REGIÃO
537 SUL DO BRASIL, 2002, Maringá. **Anais...** Maringá: UEM. p.239-267, 2002.
- 538 SANTOS, G.T.; DAMASCENO, J.C.; KAZAMA, D.C.S. Criação e manejo de bezerras
539 leiteiras. In: SANTOS, G. T.; MASSUDA, E. M.; KAZAMA, D. C. S.; JOBIM, C. C.;
540 BRANCO, A. F. **Bovinocultura leiteira: bases zootécnicas, fisiológicas e de produção**.
541 Maringá: Eduem. p.47-77, 2010.
- 542 SCHLICHTING, C.D.; PIGLIUCCI, M. Phenotypic Evolution: A Reaction Norm
543 Perspective. **Sinauer Associates**, Sunderland, MA. 1998.
- 544 SHARIATI, M.M. **Statistical aspects and application of reaction norm models**.
545 Copenhagen; UC, 2007. Tese (PhD) – University of Copenhagen, 101p. 2007.

- 546 SHOOK, G.E. Approaches to summarizing somatic cell count which improve
547 interpretability [Dairy cows, mastitis control toll]. **Bangladesh Agricultural Univ.**,
548 Mymensingh. Dept. of Animal Husbandry. 1982.
- 549 SILVA, E.V.; SOARES, P.; SIMIONI, V.M. COMPORTAMENTO DA IDADE AO
550 PRIMEIRO PARTO EM UM REBANHO LEITEIRO NO MUNICÍPIO DE
551 UBERLÂNDIA-MG. **Veterinária Notícias**, v.12, n.2, 2006.
- 552 SILVA, J.A.V.; MELIS, M.H.; ELER, J.P.; FERRAZ, J.B.S. Estimação de Parâmetros
553 Genéticos para Probabilidade de Prenhez aos 14 Meses e Altura na Garupa em Bovinos
554 da Raça Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.5, p.1141-1146, 2003.
- 555 SILVA, R.P.A.; THALER NETO, A.; COBUCI, J.A.; VALLOTO, A.A.; HORST, J.A.;
556 RIBAS NETO, P.G. Correlações genéticas entre algumas características de tipo e
557 intervalo de partos em vacas da raça Holandesa. **Arquivo Brasileiro de Medicina**
558 **Veterinária e Zootecnia**, v.67, n.1, p.166-172, 2015.
- 559 STOCK, L.A.; CARNEIRO, A.V.; CARVALHO, G.R.; ZOCCAL, R.; MARTINS, P.C.;
560 YAMAGUCHI, L.C.T. Sistemas de produção e sua representatividade na produção de
561 leite no Brasil. In: Reunião da Associação Latino-americana de Produção Animal, Cuzco.
562 **Anais, ALPA**. P.17-18, 2008.
- 563 STRANDBERG, E.; BROTHERSTONE, S.; WALL, E.; COFFEY, M.P. Genotype by
564 environment interaction for first-lactation female fertility traits in UK dairy cattle.
565 **Journal Dairy Science**. 92, 3437-3446p., 2009.
- 566 STREIT, M.; REINHARDT, F.; THALLER, G.; BENNEWITZ, J. Genome-wide
567 association analysis to identify genotype \times environment interaction for milk protein yield
568 and level of somatic cell score as environmental descriptors in German Holsteins.
569 **Journal of Dairy Science**, v.96, n.11, 2013.
- 570 STREIT, M.; REINHARDT, F.; THALLER, G.; BENNEWITZ, J. Reaction norms and
571 genotype-by-environment interaction in the German Holstein dairy cattle. **Journal of**
572 **Animal Breeding and Genetics**. Hohenheim, Alemanha, v.129, p.380-389, 2012.
- 573 TIEZZI, F.; LOS CAMPOS, G.; PARKER GADDIS, K. L.; MALTECCA, C. Genotype
574 by environment (climate) interaction improves genomic prediction for production traits
575 in US Holstein cattle. **Journal of Dairy Science**, v.100, n.3, 2017.
- 576 TORAL, F.L.B.; SILVA, L.O.C.; MARTINS, E.N.; GONDO, A.; SIMONELLI, S.M.
577 Interação genótipo x ambiente em características de crescimento de bovinos da raça
578 Nelore no Mato Grosso do Sul. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa,
579 v.33, n.6, p.1445-1455, 2004.
- 580 TORRES, R.A.; BERGMANN, J.A.G.; COSTA, C.N.; PEREIRA, C.S.; VALENTE, J.;
581 PENNA, V.M.; TORRES FILHO, R.A.; ARAUJO, C.V. Heterogeneidade de Variâncias
582 e Avaliação Genética de Bovinos da Raça Holandesa no Brasil. **Revista Brasileira de**
583 **Zootecnia**, v.29, n.4, p.1050-1059, 2000.
- 584 TSURUTA, S.; LOURENCO, D.A.L.; MISZTAL, I.; LAWLORT, T.J. Genotype by
585 environment interactions on culling rates and 305-day milk yield of Holstein cows in 3
586 US regions. **Journal of Dairy Science**, v.98, n.8, 2015.

- 587 VAL, J.E.; FREITAS, M.A.R.; OLIVEIRA, H.N.; CARDOSO, V.L.; MACHADO, P.F.;
588 PANETO, J.C.C. Indicadores de desempenho em rebanho da raça holandesa: curvas de
589 crescimento e altura, características reprodutivas, produtivas e parâmetros genéticos.
590 **Arquivo Brasileiro Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v.56, n.1, p.86-
591 93, 2004.
- 592 VALENTE, B.D.; SILVA, M.A.; SILVA, L.O.C.; BERGMANN, J.A.G.; PEREIRA,
593 J.C.C.; FRIDRICH, A.B.; FERREIRA, I.C.; CORRÊA, G.S.S. Estruturas de covariância
594 de peso em função da idade de animais Nelore das regiões Sudeste e Centro-Oeste do
595 Brasil. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.60, n.2, p.389-400,
596 2008.
- 597 VARGAS, A.D.F.; FARO, L.E.; CARDOSO, V.L., MACHADO, P.F.; CASSOLI, L.D.
598 Estimação de parâmetros genéticos para a produção de leite no dia do controle e em 305
599 dias para primeiras lactações de vacas da raça Holandesa. **Revista Brasileira de**
600 **Zootecnia**, v.35, n.5, p.1959-1965, 2006.
- 601 VARGAS, C.A.; ELZO, M.A.; CHASE JR, C.C.; CHENOWETH, P.J.; OLSON, T.A.
602 Estimation of genetic parameters for scrotal circumference, age at puberty in heifers, and
603 hip height in Brahman cattle. **Journal of Animal Science**, v.76, n.10, p.2536-2541, 1998.
- 604 VOLTOLINI, T.V.; SANTOS, G.T.; ZAMBOM, M.A.; RIBAS, N.P.; MULLER, E.E.;
605 DAMASCENO, J.C.; ITAVO, L.C.V.; VEIGA, D.R. Influência dos estádios de lactação
606 sobre a contagem de células somáticas do leite de vacas da raça holandesa e identificação
607 de patógenos causadores de mastite no rebanho. **Acta Scientiarum**, v.23, n.4, p.961-966,
608 2001.
- 609 WARWICK, E.J.; LEGATES, J. **Cría y mejoramiento del ganado**. 3 ed. México:
610 McGraw-Hill, 623p. 1980.
- 611 WEBER, T.; RORATO, P.R.N.; FERREIRA, G.B.B.; BOLIGON, A.A.; GHELLER,
612 D.G.; GUTERRES, L.F.W. Coeficientes de herdabilidade e correlações genéticas para as
613 produções de leite e de gordura, em diferentes níveis de produção, para raça Holandesa
614 no estado do Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.2, p.514-519,
615 2005.
- 616 WEIGEL, K.A.; GIANOLA, D.A computationally simple Bayesian method for
617 estimation of heterogeneous within-herd phenotypic variances. **Journal of Dairy**
618 **Science**. v.76, n.5, p.1455-1465, 1993.
- 619
- 620
- 621
- 622
- 623
- 624

II – OBJETIVO GERAL

625
626

627 Avaliar a presença da interação genótipos ambientes em vacas da raça Holandesa
628 no Brasil para idade ao primeiro parto, produção de leite, produção de proteína no leite,
629 produção de gordura no leite e contagem de células somáticas no leite.

630

631 2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

632

633 I. Estimar parâmetros genéticos para idade ao primeiro parto, produção de leite,
634 produção de proteína no leite, produção de gordura no leite e contagem de células
635 somáticas no leite de vacas Holandesas no Brasil;

636 II. Identificar qual modelo estatístico (modelo animal, modelo hierárquico de normas
637 de reação homocedástico dois ou um passo e modelo hierárquico de normas de
638 reação heterocedástico dois ou um passo) ajusta-se melhor ao conjunto de dados;

639 III. Avaliar a norma de reação ao gradiente ambiental para idade ao primeiro parto,
640 produção de leite, produção de proteína no leite, produção de gordura no leite e
641 contagem de células somáticas no leite das filhas dos touros da raça Holandesa no
642 Brasil com maior número de filhas.

643

644

645

646

647

648

649

650

651

III – MATERIAL E MÉTODOS

652

653

654 A Associação Brasileira dos Criadores de Bovinos da Raça Holandesa
655 (ABCBRH) e suas afiliadas estaduais cederam registros produtivos de fêmeas da raça
656 coletados por técnicos dos Serviços de Controle Leiteiro e Genealógico para avaliação da
657 interação genótipos ambientes nas características idade ao primeiro parto (IPP), produção
658 de leite (L), produção de proteína no leite (P) e produção de gordura no leite (G) em até
659 305 dias de lactação e contagem de células somáticas no leite (CCS) entre os anos de
660 1987 e 2010 para IPP, 1991 e 2010 para L, P e G e 1990 e 2010 para CCS.

661 Os grupos de contemporâneos (GC) foram formados por animais do mesmo
662 rebanho e da mesma época e ano de parto para L, P, G e CCS. Para IPP os GC foram
663 definidos com a inclusão do ano de nascimento, época de nascimento e rebanho. Manteve-
664 se GC conectados, com no mínimo 20 observações, touro com no mínimo cinco filhas e
665 desvio padrão da característica menor do que três. A análise de conectabilidade foi
666 realizada pelo programa AMC (Roso e Schenkel, 2006), com manutenção de um
667 arquipélago principal apenas com animais conectados com 18822 animais distribuídos
668 em 631 GC para IPP, 10399 animais em 423 GC para L, 11221 animais em 355 GC para
669 P, 7820 animais em 253 GC para G e 10426 animais em 483 GC para CCS.

670 Como a CCS não apresenta distribuição normal, a transformação para a escala
671 logarítmica em escores de células somáticas (ECS) foi realizada pela metodologia
672 proposta por Andrade et al. (2007) ($ECS = \log_2 (CCS/ 100) + 3$).

673 A idade da vaca no parto foi utilizada como efeito de ambiente permanente em
674 todas as características, exceto IPP, conforme Ambrosini et al. (2016). As épocas de
675 nascimento para IPP foram agrupadas em três classes (época 1: agosto, setembro, outubro
676 e novembro; época 2: dezembro, janeiro, fevereiro e março; época 3: abril, maio, junho e
677 julho). As épocas do parto foram agrupadas em três classes para L e P, respectivamente:
678 dezembro, janeiro, fevereiro e março (1); abril, maio, junho e julho (2); agosto, setembro,
679 outubro e novembro (3). Entretanto, o agrupamento dos meses de parto para G e ECS foi
680 feito em quatro classes: janeiro, fevereiro e março (1); abril, maio e junho (2); julho,
681 agosto e setembro (3); e, outubro, novembro e dezembro (4).

682 O modelo animal padrão (MA) e os modelos hierárquicos de normas de reação
683 (MHNR) foram analisados pelo software INTERGEN 1.2 (Cardoso, 2010). Através do

684 amostrador de Gibbs, por meio do método de Monte Carlo via Cadeias de Markov
685 (MCMC), que obtiveram as estimativas dos parâmetros genéticos.

686 Foi realizada uma análise piloto com 55000 ciclos, 5500 de descarte (*burn-in*) e 5
687 para o intervalo de salvamento (*thinning*). Após isto, foi usado o arquivo resposta
688 ‘*varcompsam*’, e o pacote *Bayesian Output Analysis* – BOA (Smith, 2007) do programa
689 R (R Development Core Team, 2013), e aplicou-se o teste (Raftery e Lewis, 1992) para
690 determinar um novo tamanho de cadeia e período de salvamento. As cadeias variaram de
691 55 mil a 880 mil ciclos, conforme a complexidade do modelo entre as características.

692 Um MA, que ignora a IGA, foi usado para estimar o valor genético e obter as
693 estimativas dos efeitos médios ambientais, com base nos grupos de contemporâneos:

694 IPP: $y_{ij} = x'_j + X_i + a_j + e_{ij}$ [1]

695 L, P, G e ECS: $y_{ij} = x'_j\beta + X_i + a_j + ep_j + e_{ij}$ [2]

696 Em que: y_{ij} é o registro fenotípico do animal j no ambiente i ; x'_i é o vetor de incidência;
697 β , efeito ambiental aleatório (grupo de contemporâneo); X_i é um vetor da covariável idade
698 do animal; a_j valor genético aditivo do animal j ; ep_i é efeito de ambiente permanente do
699 animal e, e_{ij} é o erro residual.

700 Alternativamente, duas metodologias foram propostas para estimar as
701 sensibilidades ambientais de diferentes genótipos, utilizando MHNR. O primeiro é
702 baseado em dois passos (Kolmodin et al., 2002), nos quais utilizam as estimativas do MA
703 como covariáveis “conhecidas” em um modelo de regressão aleatória, chamado aqui de
704 modelo hierárquico de normas de reação com dois passos (MHNR_{2P}):

705 IPP: $y_{ij} = x'_j + \phi\hat{X}_i + a_j + b_j\hat{X}_i + e_{ij}$ [3]

706 L, P, G e ECS: $y_{ij} = x'_j\beta + \phi\hat{X}_i + a_j + ep_j + b_j\hat{X}_i + e_{ij}$ [4]

707 Em que: ϕ coeficiente de regressão fixo; a_j valor genético aditivo do intercepto ou nível
708 da norma de reação do animal j ; b_j coeficiente de regressão aleatório ou inclinação da
709 norma de reação do animal j no ambiente representando por \hat{X}_i ; \hat{X}_i preditor de X_i obtido
710 no [1] para IPP e [2] para as demais características.

711 No entanto, o MHNR_{2P} tem a limitação de usar a estimativa prévia “conhecida”,
712 \hat{X}_i (soluções dos GC no MA), no lugar de uma covariável verdadeira “desconhecida”, X_{ji} .
713 De acordo com Su et al. (2006), estas variáveis ambientais tratadas como conhecidas

714 ocasionam uma subavaliação da incerteza e levam a predições tendenciosas do mérito
 715 genético, devido a diferenças genéticas dos rebanhos, desta maneira, propuseram o
 716 modelo hierárquico de normas de reação com um passo (MHNR_{1P}).

717 Apesar da semelhança com os modelos anteriores [3 e 4], o MHNR_{1P} apresenta
 718 processo de estimação diferente e simultâneo para as soluções dos GC e normas de reação.
 719 Os efeitos de GC são considerados como covariáveis desconhecidas no modelo de normas
 720 de reação, no qual as estimativas para os efeitos ambientais foram usadas como covariável
 721 para obter a inclinação das normas de reação dos animais, em que X_i e b_j são
 722 conjuntamente estimados como no modelo abaixo:

723 IPP: $y_{ij} = x'_j + X_i + a_j + b_j X_i + e_{ij}$ [5]

724 L, P, G e ECS: $y_{ij} = x'_j \beta + X_i + a_j + ep_j + b_j X_i + e_{ij}$ [6]

725 Duas diferentes pressuposições acerca da variância residual foram propostas: (a)
 726 homocedasticidade para MA, MHNR_{2P} (MHNRHO_{1P}) e MHNR_{1P} (MHNRHO_{2P}), com
 727 $e_i \sim N(0, \sigma_e^2)$; e, (b) heterocedasticidade para os modelos MHNR_{2P} (MHNRHE_{2P}) e
 728 MHNR_{1P} (MHNRHE_{1P}), com $e_i \sim N(0, \sigma_{eij}^2)$.

729 Os valores dos componentes de variância foram apresentados com a utilização da
 730 média *a posteriori* das análises e, para o cálculo das herdabilidades e valores genéticos, o
 731 gradiente ambiental foi definido com um intervalo de credibilidade de 99% das soluções
 732 do GC. Para as características IPP e ECS os ambientes favoráveis estão relacionados com
 733 os valores negativos do gradiente ambiental, pois são os ambientes que condicionam
 734 menores valores fenotípicos para essas características. Os ambientes desfavoráveis são
 735 aqueles que apresentam valores positivos e estão relacionados com os maiores valores
 736 dessas características. Para L, P e G os ambientes favoráveis são os que promovem
 737 maiores produções (ambientes positivos), já os desfavoráveis (ambientes negativos) são
 738 os que condicionam menores produções.

739 O teste Geweke (Geweke, 1992) verificou a convergência para todos os
 740 parâmetros e os diferentes modelos. Este teste se baseia em um teste Z de igualdade de
 741 médias do logaritmo da distribuição condicional dos dados, denotadas por
 742 $l_i^{(j)} = \log p(\mathbf{y} | \boldsymbol{\theta}^{(j)}, M_i)$, das primeiras amostras (10% iniciais), e da última parte da
 743 cadeia de Markov (últimas 50%).

744 O Critério de Informação da Deviance (DIC), Deviance baseada na Ordenada
745 Preditiva Condicional (CPO) e Deviance baseada nos Fatores de Bayes (FB)
746 identificaram o modelo de melhor ajuste. Esses desvios representam o grau de
747 afastamento do modelo avaliado em relação a um modelo de ajuste hipotético perfeito e
748 menores valores indicam melhor ajuste.

749 O tipo de interação foi observado pelas curvas de normas de reação dos 10 touros
750 com maiores números de filhas avaliados ao longo do gradiente ambiental. Para valores
751 de inclinações (b_j) próximos a zero, o valor genético (g_j) será relativamente constante no
752 gradiente ambiental (X_i) e os touros têm um genótipo robusto às mudanças ambientais.
753 Porém os genótipos plásticos são aqueles que alteram substancialmente o seu
754 desempenho no gradiente ambiental, ou seja, valores elevados de b_j (Falconer, 1990). De
755 acordo com o desvio padrão das inclinações de cada característica, os genótipos dos
756 animais foram classificados em extremamente robusto ($|b_j| < \sigma_b$), robusto ($\sigma_b \leq |b_j| \leq 2\sigma_b$),
757 plástico ($2\sigma_b \leq |b_j| \leq 3\sigma_b$) e extremamente plástico ($|b_j| \geq 3\sigma_b$).

758

759

760

761

762

763

764

765

766

767

768

769

770

771

IV – RESULTADOS E DISCUSSÃO

772
773

774 4.1 IDADE AO PRIMEIRO PARTO

775

776 A média, desvio padrão e valores mínimo/máximo de idade no primeiro parto
777 (IPP) para vacas da raça Holandesa no Brasil foram de $790,65 \pm 97,08$ (533-1229) dias,
778 aproximadamente 26,33 meses. No Brasil, os valores de IPP apresentam grande variação
779 nessa raça, com médias de $24,18 \pm 1,59$ meses (Marestone et al., 2013) a 35,63 meses
780 (McManus et al., 2008). Fêmeas da raça Holandesa na África do Sul, que se alimentavam
781 de uma ração total mista ou apenas de pastagem, apresentaram médias de IPP de 27,33 e
782 28,56 meses, respectivamente (Nesser et al., 2014). Esses resultados evidenciam
783 precocidade sexual na raça Holandesa e variação fenotípica para a IPP. Apesar das vacas
784 Holandesas serem muito sensíveis às condições ambientais tropicais, o rebanho brasileiro
785 puro de origem é criado quase que exclusivamente em sistemas de produção mais
786 tecnificados, o que reflete em menor influência ambiental e leva a uma menor IPP.

787 Observou-se convergência no MA ($p > 0,05$) e no $MHNRHO_{1P}$ ($p > 0,01$). Os
788 modelos com a inclusão de heterogeneidade de variâncias residuais ($MHNRHE_{1P}$ e
789 $MHNRHE_{2P}$) apresentaram problemas de convergência, assim como o $MHNRHO_{2P}$.
790 Streit et al. (2013) ao avaliarem a porcentagem de proteína e a contagem de células
791 somáticas no leite de vacas Holandesas na Alemanha, via normas de reação, não
792 verificaram a presença da heterogeneidade residual de variâncias. Araujo et al. (2009),
793 observaram que a homogeneidade de variâncias pode ser considerada quando os touros
794 avaliados apresentam filhos distribuídos em diferentes rebanhos.

795 Da mesma maneira, modelos muito parametrizados, como os com inclusão de
796 heterogeneidade residual de variâncias, apresentam dificuldades de estimação dos
797 componentes de variância devido à estrutura de covariâncias e o fato das matrizes de
798 incidência serem mais densas que para os modelos convencionais (El Faro e
799 Albuquerque, 2003). O $MHNRHO_{1P}$ foi o que apresentou o melhor ajuste aos dados
800 (Tabela 1), evidenciando que os efeitos de GC, considerados como covariáveis
801 desconhecidas no $MHNR_{1P}$, são mais efetivos do que usar efeitos ambientais provenientes
802 da estimação do MA como no caso dos $MHNR_{2P}$, pois elimina a possibilidade de predição
803 tendenciosa do mérito genético dos animais.

804

805 **Tabela 1** - Critério de informação da deviance (DIC), deviance baseada na ordenada preditiva
 806 condicional (CPO) e a deviance baseada nos fatores de Bayes (FB) para comparação entre o modelo animal
 807 padrão e o modelo hierárquico de normas de reação homocedástico um passo (MHNHRHO_{1P}) para a idade
 808 ao primeiro parto.

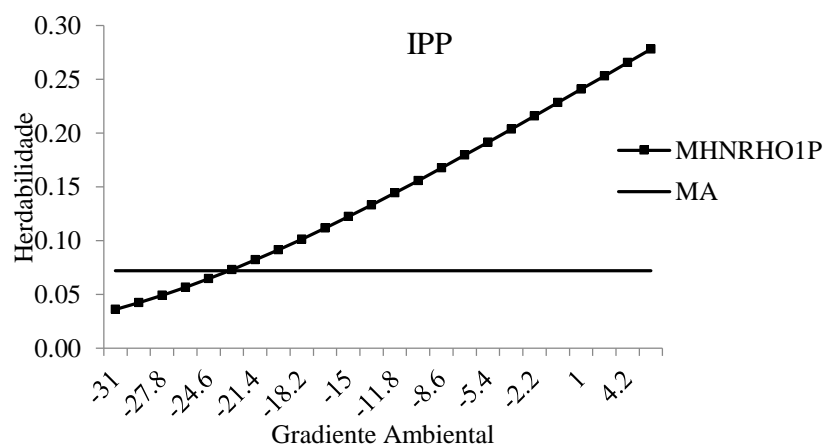
IPP			
Modelo	DIC	CPO	FB
MA	262839 ⁽²⁾	223056,6 ⁽²⁾	218023,3 ⁽²⁾
MHNHRHO _{1P}	261121,8 ⁽¹⁾	220134,2 ⁽¹⁾	211515,8 ⁽¹⁾

809 1 indica a classificação de melhor ajuste.

810

811 As amplitudes das soluções dos GC (X_i) variaram de -31 a 5,8 para IPP,
 812 representando os ambientes de baixo a alto manejo, respectivamente, e o valor zero
 813 representa o ambiente médio. A herdabilidade estimada no MA foi de 0,07, enquanto que
 814 para o MHNHRHO_{1P} variou ao longo do gradiente ambiental, de 0,04 a 0,28, para os
 815 menores e maiores valores de IPP, respectivamente (Figura 1). Nos ambientes melhores,
 816 que apresentam menores valores de IPP, as magnitudes dos valores foram menores e com
 817 menor variação fenotípica, o que levou a menores estimativas da variância genética
 818 aditiva e, conseqüentemente, menores herdabilidades. Para os maiores valores de IPP,
 819 ambientes menos favoráveis (médio e alto IPP), observou-se grandes variações nos
 820 valores fenotípicos, o que refletiu em maior variação genética aditiva e,
 821 conseqüentemente, maior herdabilidade. A amplitude de variação do gradiente ambiental
 822 foi pequena, reflexo da menor amplitude entre as médias dos GC para IPP, que variaram
 823 de 648 a 1144 dias.

824



825

826 **Figura 1** - Herdabilidades para idade ao primeiro parto nos MA e MHNHRHO_{1P} no Brasil.

827

828 Resultado semelhante foi verificado por Scarpati e Lôbo (1999), em que os
829 menores valores de variância genética aditiva geraram menores estimativas de
830 herdabilidades. A tendência de maior herdabilidade nos ambientes menos favoráveis
831 também foi relatado por Ouweltjes et al. (2015), que avaliaram o índice de mortalidade
832 de bezeros em rebanhos leiteiros da Holanda para vacas de primeira cria, no qual
833 encontraram valores de herdabilidades duas vezes maiores para os ambientes
834 desfavoráveis em relação aos ambientes favoráveis e, por Ismael et al. (2016b), que
835 estimaram herdabilidades também duas vezes menores em ambientes favoráveis em
836 comparação com os desfavoráveis, para a fertilidade de vacas Holandesas na Dinamarca.

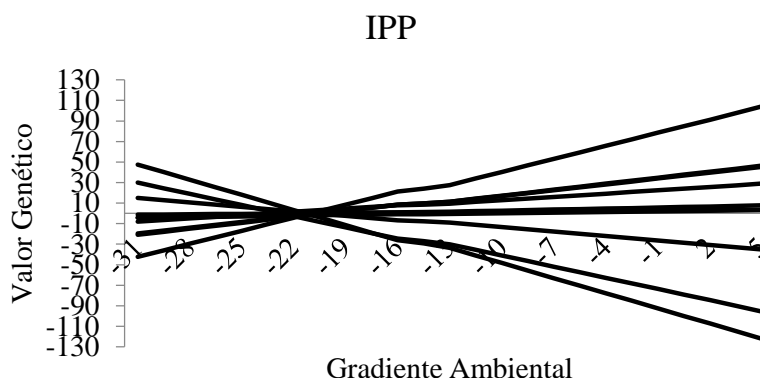
837 Herdabilidades baixas para IPP foram verificadas por Nesser et al. (2014), de 0,06
838 e 0,05, para vacas da raça Holandesa na África do Sul que se alimentavam de ração total
839 mista e pastagens, respectivamente. Já Bertipaglia et al. (2007), observaram valores
840 maiores, 0,23, pelo método da máxima verossimilhança restrita, para vacas Holandesas
841 em sistemas de estabulação livre com ventiladores e aspersores em clima tropical.

842 Existe a possibilidade de aumentar a herdabilidade da IPP com exposição precoce
843 das novilhas a touros (inseminação artificial ou monta natural), pois fêmeas expostas aos
844 14 meses de idade apresentaram alta herdabilidade para taxa de gestação, ao final da
845 estação de monta (Silva et al., 2003). A diminuição da IPP é possível através da seleção
846 e utilização de touros melhoradores para a característica, apesar de ser uma característica
847 altamente influenciada por fatores ambientais. O que ocorre, na maioria dos rebanhos
848 brasileiros, é a utilização de um peso mínimo para o primeiro serviço (monta natural ou
849 inseminação artificial), entretanto os touros, pais de novilhas com maior precocidade
850 sexual, são penalizados. O contrário também é verdadeiro, pois touros que produzem
851 filhas tardias são beneficiados. Em ambos os casos, a variabilidade genética para
852 precocidade sexual é reduzida.

853 Quando se observa o comportamento dos valores genéticos dos 10 touros com
854 maiores números de filhas ao longo do gradiente ambiental (Figura 2), verificam-se
855 menores diferenças entre os touros nos ambientes de baixa IPP e maiores variações nos
856 ambientes de média e alta IPP. Nos menores valores do gradiente ambiental encontram-
857 se os touros com potencial melhorador, apesar de menores valores da variância genética
858 aditiva. Todavia, nos ambientes menos favoráveis, com maiores valores do gradiente
859 ambiental, a expressão da característica é bastante variável, o que reflete em grandes
860 diferenças entre os touros. Apesar da menor variabilidade genética aditiva nos ambientes

861 com menores valores, existem diferenças nos valores genéticos dos touros, o que
 862 evidencia possibilidade de escolha do melhor touro.

863



864

865 **Figura 2** - Normas de reação ao longo do gradiente ambiental para idade ao primeiro parto obtido
 866 para os 10 touros da raça Holandesa com maior número de filhas no Brasil.

867

868 Observa-se que os melhores animais para um ambiente são os piores para o outro
 869 (interação complexa) e que mesmo animais com genótipos robustos apresentaram
 870 inversão na classificação com a variação do gradiente ambiental, o que ressalta a
 871 importância de utilização de touros específicos para cada ambiente de produção. Esse tipo
 872 de interação é considerada uma das mais difíceis, pois a utilização de touros de maneira
 873 errônea leva a grandes perdas genéticas e desconsiderar a presença da IGA levará a
 874 aumento de dias na IPP. A seleção de touros com maiores méritos genéticos em
 875 determinada região requer bastante cuidado, pois suas progênes podem não apresentar o
 876 mesmo desempenho quando criadas em sistemas de produção diferentes da qual o touro
 877 foi selecionado. Isso é evidente no Brasil, pois cerca de 80% do sêmen de Holandês
 878 utilizado é de origem importada, com seleção baseada nos valores genéticos dos touros
 879 em países de clima temperado (Silva et al., 2015). Essa condição de uso de sêmen
 880 importado não é exclusividade do Brasil, pois Chegini et al. (2013) também relataram a
 881 grande introdução de material genético no rebanho Holandês do Irã. Além do
 882 desempenho da progênie destes touros ser diferente entre os países tropicais e
 883 temperados, os objetivos e critérios de seleção são distintos, necessitando que sejam
 884 utilizados touros produzidos e avaliados em condições tropicais, em que se buscam
 885 animais produtivos, porém também adaptados.

886 Ismael et al. (2016b), ao avaliarem vacas Holandesas na Dinamarca, não
887 verificaram reclassificação dos touros ao longo de gradiente ambiental e consideraram a
888 IGA nula. Nos Estados Unidos, Tiezzi et al. (2017), ao avaliarem a predição genômica
889 para características produtivas em rebanhos leiteiros, observaram forte influência da IGA
890 para a produção de leite, moderada influência para a contagem de células somáticas e
891 pequena influência nas porcentagens de proteína e gordura.

892 As correlações de Spearman entre as classificações dos touros no MA e
893 $MHNRHO_{1P}$ variaram ao longo de gradiente ambiental de -0,99 a 0,99 (Figura 3).
894 Observou-se que os touros melhoradores (de elevado valor genético) nos ambientes de
895 baixa IPP não são recomendados para utilização nos ambientes de média e alta idade no
896 primeiro parto, bem como os avaliados pelo modelo animal padrão.

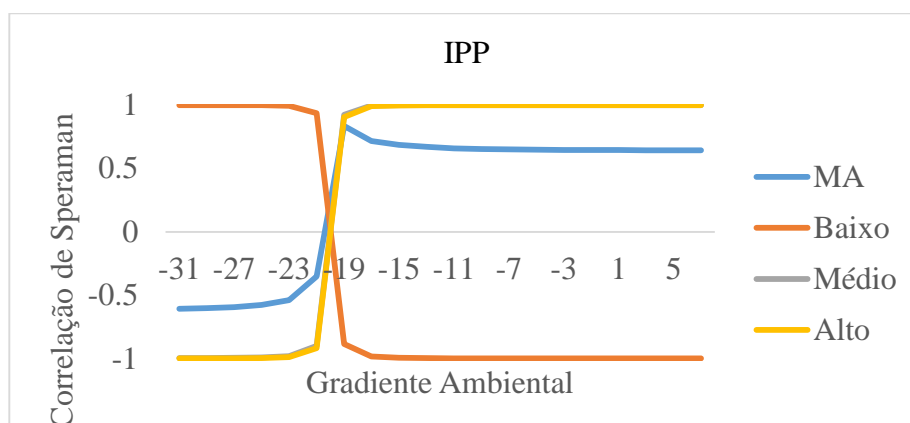
897 As correlações entre o MA e o $MHNRHO_{1P}$ no ambiente de menor IPP foram
898 moderadas e negativas, o que indica que animais selecionados para um ambiente não são
899 recomendados para o outro. Nos ambientes de médio e alto IPP, as correlações foram
900 positivas e de média a alta magnitude, assim como touros avaliados via MA podem ser
901 indicados para ambientes que proporcionam maiores valores de IPP. Animais
902 selecionados no ambiente de médio IPP podem ser utilizados no ambiente de alto IPP,
903 embora seja observada grande variação nos valores genéticos dos touros nos ambientes
904 que proporcionam piores IPP.

905 Esses resultados evidenciam que a utilização de touros de maneira equivocada
906 pode gerar sérios prejuízos econômicos, pois a IPP marca o início da vida produtiva do
907 animal e está diretamente ligada ao retorno econômico do produtor rural. Marestone et al.
908 (2013), observaram que com um maior ganho de peso médio diário das novilhas, menor
909 foi a IPP e maior a rentabilidade da propriedade, não apenas pelo maior número de
910 bezerros e pela produção de leite, mas pela possibilidade de ganho genético entre as
911 gerações.

912 Poucos são os estudos com IGA para IPP, como o de Nesser et al. (2014) que
913 relataram a existência de interação genótipos ambientes para IPP, com destaque para a
914 importância na escolha dos touros, especialmente a adaptação dos mesmos aos sistemas
915 produtivos e aos ambientes em que suas progênes irão se desenvolver.

916 Tiezzi et al. (2015), ao incluírem a interação genótipos ambientes nas predições
917 genômicas para características produtivas em vacas Holandesas nos Estados Unidos,
918 verificaram que as variáveis climáticas são as que apresentam maior potencial para serem
919 incluídas nos modelos estatísticos que consideram a IGA. A avaliação da interação em

920 três regiões dos Estados Unidos também mostraram moderadas correlações entre as
 921 regiões Sudeste, Nordeste e Sudoeste em grandes propriedades para a produção de leite
 922 de vacas Holandesas, com variação de 0,67 a 0,76. Porém, quando avaliaram os pequenos
 923 rebanhos, as correlações entre estas mesmas regiões apresentaram uma variação maior
 924 (0,58 a 0,77). Isto evidencia a presença da interação genótipos ambientes entre as
 925 diferentes regiões e entre os grandes e pequenos rebanhos (Tsuruta et al., 2015).
 926



927

928

929

Figura 3 - Correlações de Spearman entre as classificações dos touros da raça Holandesa para idade ao primeiro parto obtidas pelo MA e $MHNRHO_{IP}$ para os diferentes níveis ambientais no Brasil.

930

931

932

933

934

935

936

937

938

939

Strandberg et al. (2009), ao verificarem características reprodutivas (dias para o primeiro serviço, não retorno ao cio após 56 dias, intervalo de parto e número de inseminações) em fêmeas Holandesas do Reino Unido, perceberam um comportamento de correlações de Spearman altas e negativas entre os valores genéticos dos touros nos ambiente baixo e médio/alto de intervalo de parto. Entretanto Ouweltjes et al. (2015), encontraram correlações altas e positivas (acima de 0,90) entre os diferentes ambientes em relação à mortalidade de bezerros de vacas de primeira cria em rebanhos da Holanda, com melhora da sobrevivência ao pós-parto duas vezes maior quando se seleciona os touros para os ambientes desfavoráveis.

940

941

942

943

944

945

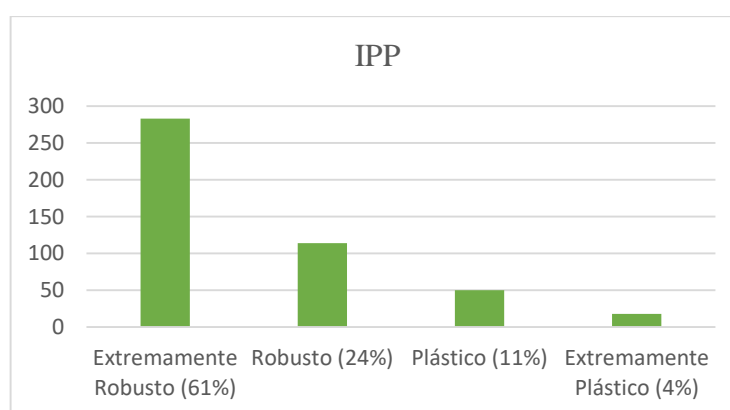
O desvio padrão médio das inclinações das normas de reação (b_j) foi de 0,142 para os touros que tiveram suas progênes avaliadas para IPP (Figura 4). Mais de 85% dos touros apresentaram genótipos extremamente robusto ou robusto e pouco mais de 14% são genótipos plásticos ou extremamente plásticos, ou seja, aqueles que respondem às variações ambientes para IPP. Verificou-se que dos 10 touros com maiores números de filhas, dois apresentam genótipo plástico, três robusto e cinco são extremamente robusto

946 (Figura 2), entretanto mesmo touros considerados robustos evidenciaram mudança de
 947 classificação entre os ambientes de maior e menor IPP (Figura 2).

948 Verificou-se menor número médio de filhas para touros extremamente plásticos e
 949 plásticos (37,5), quando comparados com touros robustos e extremamente robustos
 950 (40,4). Muitas vezes o uso de touros com genótipos robustos é indicado por serem os mais
 951 utilizados ou com preços mais acessíveis, entretanto suas progênes apresentarão
 952 desempenhos inferiores em comparação com os outros indivíduos do rebanho,
 953 especialmente nos melhores ambientes de produção.

954 Embora os genótipos robustos para IPP tenham sido intuitivamente os mais
 955 utilizados na reprodução, provavelmente por seus méritos genéticos serem para maior
 956 produção de leite, esses apresentaram menores valores genéticos no melhor ambiente,
 957 aquele que proporciona menores IPP, o que evidencia a ênfase dada pelos criadores para
 958 seleção de animais para maior produção, inclusive em virtude da ausência de
 959 características reprodutivas na avaliação genética para a raça Holandesa no Brasil,
 960 especialmente para a idade ao primeiro. Nesser et al. (2014) ressaltaram a importância de
 961 utilização do touro específico para cada sistema de produção, na busca pela máxima
 962 produtividade.

963



964

965 **Figura 4** - Porcentagem de touros da raça Holandesa avaliados com genótipos extremamente
 966 robustos, robustos, plásticos e extremamente plásticos para idade ao primeiro parto no Brasil através das
 967 inclinações das normas de reação.

968

969 O rebanho de Holandês no Brasil permite ganhos genéticos através da seleção dos
 970 touros apesar das menores herdabilidades verificadas nos ambientes que condicionam
 971 menor IPP. A IGA verificada, do tipo complexa, evidenciou que os touros com maiores
 972 méritos genéticos para um ambiente não são recomendados para outro, o que ressalta a

973 necessidade de avaliações nos diferentes ambientes de produção do Brasil. A intensa
974 importação de sêmen de touros Holandeses sem avaliações específicas para o Brasil e
975 sem considerar a IGA precisa ser avaliada com cautela, visto que afeta o ganho genético
976 para idade ao primeiro parto, sendo necessário identificar e propagar o uso de touros
977 melhoradores considerando as condições tropicais e subtropicais.

978

979 **4.2 PRODUÇÃO DE LEITE, PROTÉINA E GORDURA EM 305 DIAS DE** 980 **LACTAÇÃO**

981

982 Através do teste de Geweke (1992), obteve-se convergência para L nos MA e
983 $MHNRHO_{1P}$ ($p>0,05$) e convergência para P e G nos MA, $MHNRHO_{1P}$ e $MHNRHE_{1P}$
984 ($p>0,01$). Os modelos com dois passos ($MHNRHO_{2P}$ e $MHNRHE_{2P}$) não convergiram
985 para as características e o $MHNRHE_{1P}$ não convergiu para a L. O modelo de melhor ajuste
986 foi o modelo hierárquico de normas de reação homocedástico um passo ($MHNRHO_{1P}$)
987 para L, P e G através do DIC, CPO e BF (Tabela 2). As amplitudes das soluções dos GC
988 (X_i) variaram de -5 a 17 para L, -30 a 25,2 para P, -46,5 a 50,1 para G, o que representa
989 os ambientes de baixo a alto manejo, tendo como valor zero o ambiente médio.

990 Isso indica que a estimação conjunta de parâmetros desconhecidos é mais efetiva
991 do que usar efeitos ambientais provenientes da estimação do modelo animal, pois elimina
992 a possibilidade de predição tendenciosa do mérito genético (Su et al., 2006).
993 Adicionalmente, quando os touros avaliados possuem filhos em diferentes rebanhos, a
994 homogeneidade de variâncias pode ser considerada sem prejuízo na estimação dos
995 parâmetros genéticos (Araujo et al., 2009). Streit et al. (2013), não verificaram
996 heterogeneidade de variâncias residuais em vacas Holandesas na Alemanha, entretanto,
997 observaram interação genótipos ambientes, em estudo via normas de reação, para
998 porcentagem de proteína no leite.

999

1000 **Tabela 2** - Critério de informação da deviance (DIC), deviance baseada na ordenada preditiva
1001 condicional (CPO) e a deviance baseada nos fatores de Bayes (FB) para comparação entre o modelo animal

1002 padrão e os modelos hierárquicos de normas de reação homocedástico e heterocedástico um passo
1003 (MHNRRHO_{1P} e MHNRRHE_{1P}) para produção de leite, proteína e gordura.

L			
Modelo	DIC	CPO	FB
MA	79579,04 ⁽²⁾	67549,61 ⁽²⁾	63887,03 ⁽²⁾
MHNRRHO _{1P}	77674,78 ⁽¹⁾	67035,03 ⁽¹⁾	62294,93 ⁽¹⁾
P			
MA	143378,3 ⁽²⁾	121982,2 ⁽²⁾	118689,7 ⁽²⁾
MHNRRHO _{1P}	143148,9 ⁽¹⁾	121977,1 ⁽¹⁾	119151,9 ⁽¹⁾
MHNRRHE _{1P}	145877,3 ⁽³⁾	122221,5 ⁽³⁾	119235,5 ⁽³⁾
G			
MA	106291,4 ⁽³⁾	89075,3 ⁽²⁾	86726,9 ⁽²⁾
MHNRRHO _{1P}	104639,5 ⁽¹⁾	88915,9 ⁽¹⁾	86652,7 ⁽¹⁾
MHNRRHE _{1P}	104996,1 ⁽²⁾	89135 ⁽³⁾	86883,3 ⁽³⁾

1004 1 indica a classificação de melhor ajuste.

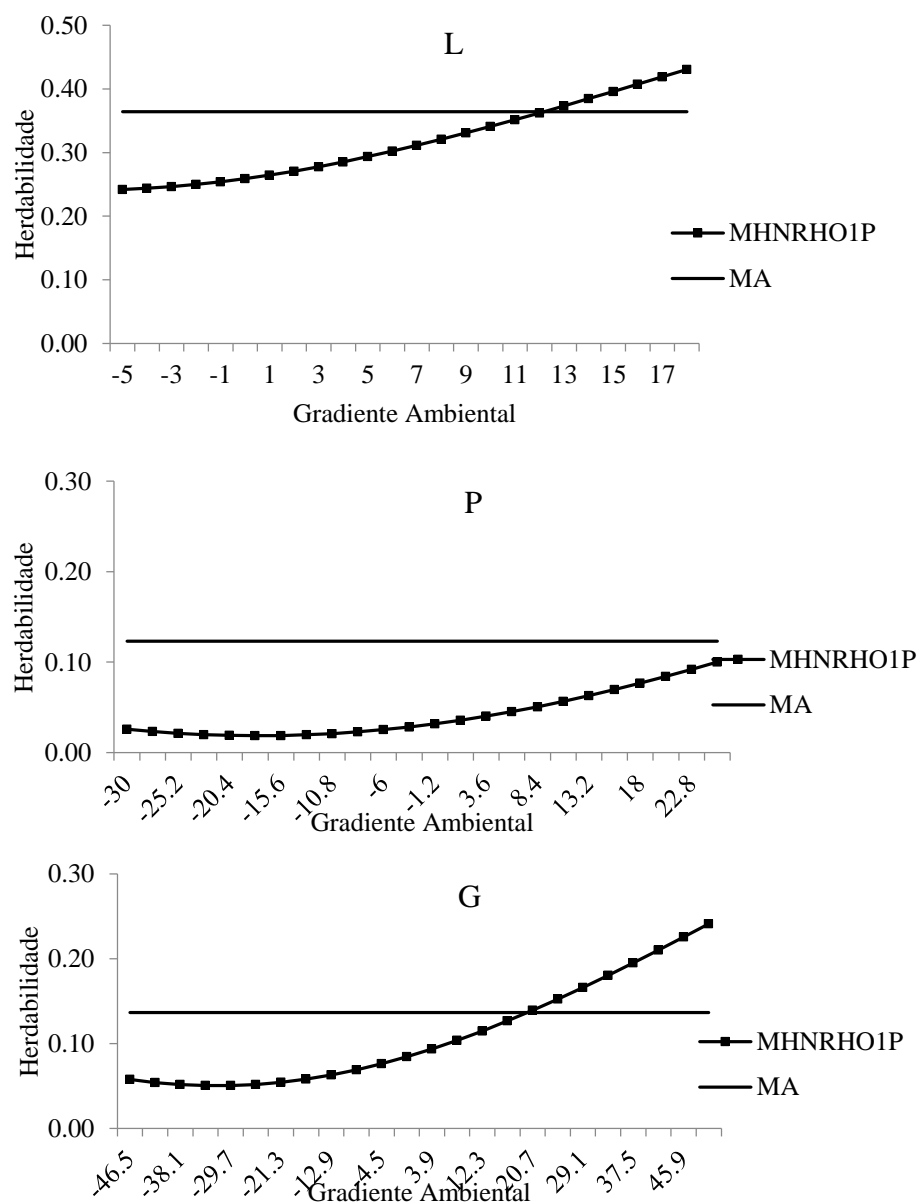
1005

1006 Observou-se herdabilidades, via MA, para a L, P e G de 0,36; 0,12 e 0,14,
1007 respectivamente. Entretanto, no MHNRRHO_{1P}, a variação foi de 0,24 a 0,43 para L; 0,03
1008 a 0,10 para P e 0,06 a 0,24 para G (Figura 5). As herdabilidades para L evidenciam
1009 variabilidade genética e que essa aumenta com a melhoria do ambiente, o que sugere
1010 eficiência da seleção para produção de leite nesse ambiente. Para produções de proteína
1011 e gordura também se observou aumento com a melhoria do ambiente, porém suas
1012 menores magnitudes indicam menores respostas à seleção.

1013 Scarpati e Lôbo (1999), verificaram que menores valores de variância genética
1014 aditiva geraram menores estimativas de herdabilidades e variações nos valores genéticos,
1015 fato também observado no atual estudo. Montaldo et al. (2017), via MA, verificaram
1016 herdabilidades de 0,18; 0,19; 0,20 e Huquet et al. (2012), via MHNRR, 0,47; 0,39; 0,45,
1017 respectivamente, para L, P e G. A menor herdabilidade verificada por Montaldo et al.

1018 (2017) foi devido a não inclusão do efeito de rebanho nos modelos estatísticos, o que
 1019 subestimou as estimativas de herdabilidades. Contudo, Huquet et al. (2012), observaram
 1020 herdabilidades maiores e atribuíram isso por utilizarem rebanhos com alto nível de
 1021 manejo.

1022



1023

1024

1025

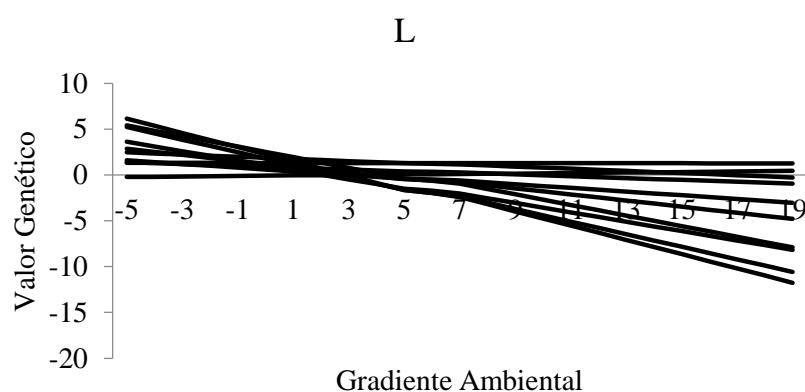
1026 **Figura 5** - Herdabilidades para L, P e G nos MA e MHNRRHO_{1P} no Brasil.

1027

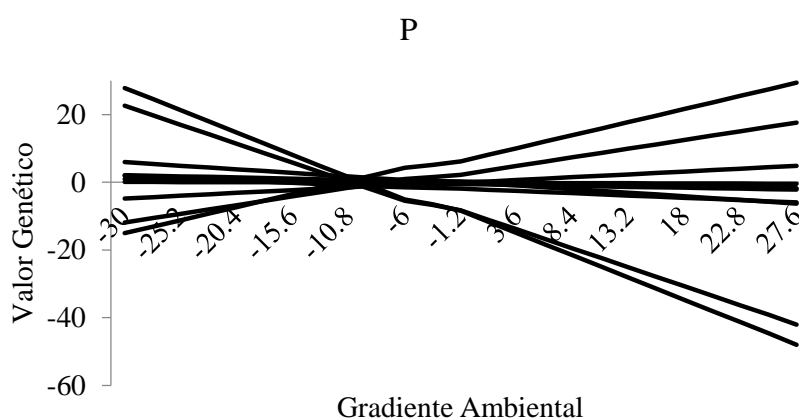
1028 Os valores genéticos dos touros, com maior número de filhas, no gradiente
 1029 ambiental, evidenciaram menores diferenças entre os touros nos ambientes que
 1030 condicionam menores L, P e G (Figura 6). Entretanto nos ambientes favoráveis, de média

1031 e alta produções, houveram maiores variações dos valores genéticos, com diferenças entre
 1032 os touros e possibilidade de identificação do melhor animal para o ambiente de produção
 1033 específico. Essa variação foi maior para P e G, com valores menores para L. Os rebanhos
 1034 avaliados são bem tecnificados e levaram a pequena amplitude no gradiente ambiental
 1035 para L devido a uma menor amplitude entre as médias dos GC, 6691-11886 kg, ou seja,
 1036 são rebanhos mais uniformes. Essa maior tecnificação no manejo pode ser constatada por
 1037 elevadas médias para produção de leite ($9371,93 \pm 1755,57$ kg) e razoáveis médias para
 1038 produção de proteína ($275,95 \pm 57,69$ kg) e produção de gordura ($309,41 \pm 71,16$ kg) em
 1039 até 305 dias de lactação. Os valores para L foram superiores ou próximos a estudos
 1040 realizados no Brasil, visto que Weber et al. (2005), Vargas et al. (2006) e Andrade et al.
 1041 (2007) verificaram variações de 6334 a 7519 kg por lactação nas regiões Sul e Sudeste
 1042 do Brasil, e média de 9215,40 kg por lactação em um rebanho altamente tecnificado no
 1043 estado de São Paulo (Irano et al., 2014).

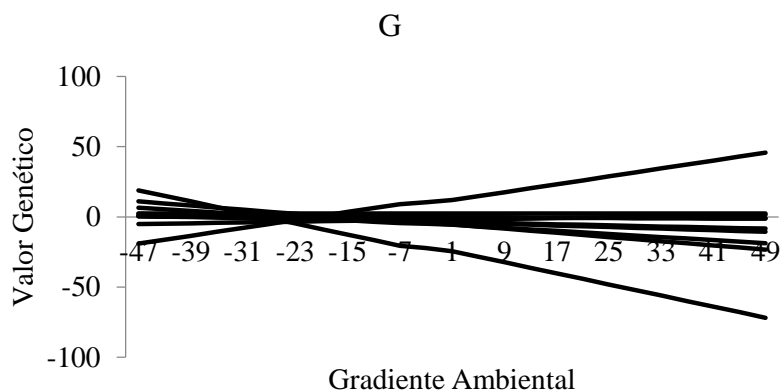
1044



1045



1046



1047

1048 **Figura 6** - Norma de reação ao longo do gradiente ambiental para L, P e G obtido para os 10 touros
 1049 da raça Holandesa com maior número de filhas no Brasil.

1050

1051 Stock et al. (2008) citaram que, dentre outras raças, os rebanhos puros Holandês do
 1052 Brasil são os mais tecnificados e estão localizados, em sua maioria, nas regiões Sul e
 1053 Sudeste. Isso, associado a conhecida ênfase local na escolha de touros com base nos
 1054 valores genéticos para aumento da produção de leite pode ter levado a melhor produção
 1055 de leite observada. Entretanto, as menores produções de proteína e gordura parecem
 1056 indicar que essas duas características não têm sido valorizadas como objetivo de seleção,
 1057 apesar de, atualmente, alguns laticínios já oferecerem remuneração diferenciada para os
 1058 produtores de leite com maiores níveis de proteína e gordura (Voges et al., 2015). Além
 1059 disso, 80% do sêmen utilizado é de origem importada e desconsidera a IGA, sendo
 1060 escolhido apenas touros com méritos genéticos elevados para produção de leite em seus
 1061 países de origem, normalmente provenientes dos Estados Unidos e do Canadá (Silva et
 1062 al., 2015).

1063 Estudos realizados em outros países evidenciaram médias superiores,
 1064 principalmente para P e G, como nos estudos de Huquet et al. (2012) e Dezetter et al.
 1065 (2015), na França, e de Montaldo et al. (2017), no México, em que verificaram médias
 1066 acima de 300 e 370 kg para P e G, respectivamente. No Brasil, estudos realizados por Li
 1067 et al. (2016), na raça Holandesa, relataram médias ainda inferiores para P e G, de
 1068 $225,76 \pm 55,18$ kg e $221,91 \pm 66,99$ kg, respectivamente.

1069 As médias dos GC para P e G, apresentaram maior variação em relação a L, de
 1070 147 a 365 e 184 a 379 kg, respectivamente, o que condicionou maior amplitude ao
 1071 gradiente ambiental. Ressalta-se que touros que condicionam maiores produções de leite

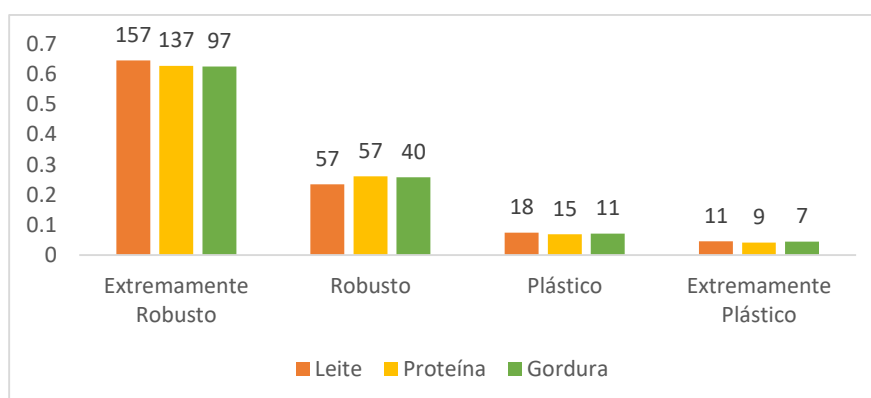
1072 também levam a progênes com maiores produções de proteína e gordura, apesar de
1073 menores porcentagens dessas variáveis. Isso é reforçado por Boligon et al. (2005), que
1074 verificaram correlação alta e positiva entre L e G (0,82) e correlação baixa e negativa
1075 entre L e porcentagem de gordura (-0,15) em vacas da raça Holandesa no Rio Grande do
1076 Sul.

1077 Entre os 10 touros com maior número de filhas avaliadas para L, P e G, todos
1078 foram considerados robustos ou extremamente robustos, com mais de 80% de touros
1079 extremamente robustos. Apesar da pouca plasticidade, verificou-se IGA do tipo complexa
1080 com sensibilidade ambiental, principalmente nos ambientes de maior produção. Assim, o
1081 uso de touros a ambientes específicos poderia aumentar os ganhos genéticos para
1082 produções de L, P e G e, conseqüentemente, maior retorno econômico da atividade
1083 leiteira. A inversão na classificação dos touros ocorreu no ambiente médio para L e antes
1084 do ambiente médio para P e G.

1085 Ismael et al. (2016b) na Dinamarca e Ouweltjes et al. (2015) na França,
1086 verificaram IGA nula em vacas da raça Holandesa e sem reclassificações dos touros ao
1087 longo do gradiente ambiental, entretanto Strandberg et al. (2009), em estudo com normas
1088 de reação com a raça Holandesa, observaram reclassificação dos touros e IGA para
1089 intervalo de parto e dias pós parto até o primeiro serviço no Reino Unido.

1090 Ao se considerar todos os touros, o desvio padrão médio das inclinações das
1091 normas de reação (b_j) foi de 0,007 para L, 0,025 para P e 0,040 para G. A maioria dos
1092 touros apresentaram baixa sensibilidade ambiental, com mais de 80% dos genótipos
1093 extremamente robusto e robusto e menos de 20% com genótipos plásticos ou
1094 extremamente plásticos para L, P e G (Figura 7).

1095



1096

1097 **Figura 7** - Porcentagem (eixo Y) e número de touros da raça Holandesa (topo das barras) avaliados
 1098 com genótipos extremamente robustos, robustos, plásticos e extremamente plásticos para L, P e G no Brasil,
 1099 conforme inclinação das normas de reação.

1100

1101 O uso de touros com genótipos robustos ou extremamente robustos, na maioria
 1102 das vezes, é feito de forma desconhecida, pois normalmente são os mais vendidos ou
 1103 apresentam valores mais acessíveis, apesar da progênie apresentar desempenhos
 1104 inferiores quando comparados com os demais indivíduos do rebanho, especialmente nos
 1105 rebanhos mais tecnificados. A existência da IGA deve ser considerada quando se
 1106 identifica touros com genótipos plásticos e potencial genético para melhorar a
 1107 característica avaliada em ambientes favoráveis.

1108 Para todas as características, os touros robustos (extremamente robustos e
 1109 robustos) são os mais utilizados, com maiores números de filhas quando comparados com
 1110 os touros com genótipos plásticos (extremamente plásticos e plásticos) (Tabela 3).
 1111 Ressalta-se ainda que os valores genéticos dos touros plásticos são, no mínimo, duas
 1112 vezes maiores que dos robustos no ambiente de maior produção. Isso demonstra o uso
 1113 inadequado de touros em ambientes mais tecnificados e que a grande importação de
 1114 sêmen de touros que tem seu mérito genético predito via modelo animal clássico, em seu
 1115 país de origem, não necessariamente leva a ganhos nos diferentes rebanhos do Brasil. No
 1116 Irã também se verificou grande influência de material genético de origem importada na
 1117 raça Holandesa (Chegini et al., 2013), destacando a divergência nos critérios e objetivos
 1118 de seleção, além do desempenho da progênie ser diferente entre os países temperados e
 1119 tropicais.

1120

1121

1122 **Tabela 3** - Número médio de filhas e habilidade predita de transmissão (PTA) dos genótipos
 1123 extremamente plásticos, plásticos, robustos e extremamente robustos de touros da raça Holandesa nos
 1124 ambientes que condicionam baixa, média e alta produção de leite, proteína e gordura no Brasil.

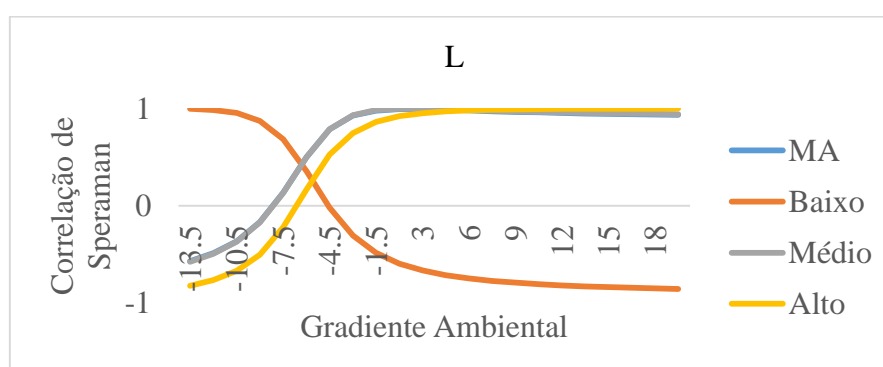
L				
Genótipos	Número Médio Filhas	PTA Baixo	PTA Médio	PTA Alto
EP e P	23,95	-0,005	0,45	0,99
ER e R	40,57	0,45	0,14	-0,24
P				
EP e P	26,16	-2,91	1,07	5,86
ER e R	45,55	-1,19	0,38	2,27
G				
EP e P	27,83	-2,56	2,22	7,98
ER e R	50,28	-0,27	0,36	2,22

1125 EP – extremamente plástico; P – plástico; ER – extremamente robusto; R – robusto.

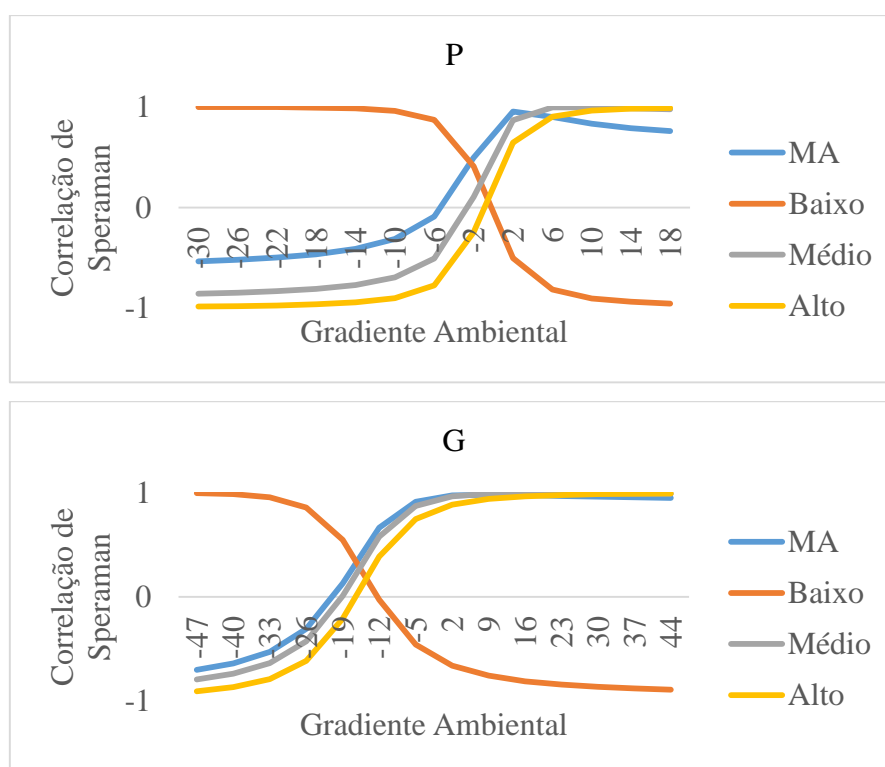
1126

1127 As correlações de Spearman entre as classificações dos touros no MA e
 1128 MHNHRHO_{IP} variaram ao longo de gradiente ambiental de -0,85 a 0,99 para L, -0,98 a
 1129 0,99 para P e -0,93 e 0,99 para G (Figura 8). O comportamento das correlações foram
 1130 similares para as características, observando-se correlações altas e negativas entre o
 1131 ambiente de baixa produção com os ambientes de média e alta produções, bem como com
 1132 o modelo animal, demonstrando que os touros recomendados para o ambiente de baixa
 1133 produção não são recomendados para utilização nos demais ambientes.

1134



1135



1136

1137

1138 **Figura 8** - Correlações de Spearman entre as classificações dos touros da raça Holandesa para L, P
 1139 e G obtidos pelo MA e MHNHRHO_{1P} nos diferentes níveis ambientais no Brasil.

1140

1141 As correlações entre os ambientes de média e alta produções com o MA foram
 1142 positivas e de alta magnitude, o que mostra que os touros avaliados via MA podem ser
 1143 indicados para ambientes que proporcionam maiores produções. A utilização de touros
 1144 importados, sem considerar os ambientes de produção do Brasil, tem sido relatado há
 1145 muito tempo, como por Durães et al. (2001) em vacas Holandesas no Estado de Minas
 1146 Gerais, que verificaram tendências de ganhos genéticos anuais para L e G de 18,4 e 0,6
 1147 kg, respectivamente, entretanto estes ganhos não são devido à seleção, mas por conta de
 1148 melhorias no manejo alimentar e sanitário.

1149 Em vacas da raça Holandesas do Reino Unido, Strandberg et al. (2009),
 1150 verificaram correlações altas e negativas entre os valores genéticos dos touros nos
 1151 ambientes baixo e médio/alto para intervalo de partos, devido ao fato de serem rebanhos
 1152 com baixa intensidade de produção e concentração dos partos na primavera. Ouweltjes et
 1153 al. (2015), encontraram correlações altas e positivas (acima de 0,90) entre os diferentes
 1154 ambientes em relação à mortalidade de bezerros de vacas de primeira cria em rebanhos
 1155 da Holanda, além de citarem que os efeitos de mérito genético são ampliados nos
 1156 ambientes menos favoráveis.

1157 Segundo Tiezzi et al. (2015), a inclusão da interação genótipos ambientes nas
1158 predições genômicas em vacas Holandesas nos Estados Unidos evidenciaram que as
1159 variáveis climáticas são as que apresentam maior potencial para serem incluídas nos
1160 modelos estatísticos. Da mesma maneira, Tsuruta et al. (2015) avaliaram três regiões dos
1161 Estados Unidos, (Sudeste, Nordeste e Sudoeste) quanto à IGA para produção de leite em
1162 vacas da raça Holandesa e verificaram correlações com variação de 0,67 a 0,76 entre as
1163 três regiões nas grandes propriedades rurais. Já quando avaliaram os pequenos rebanhos
1164 as correlações entre estas mesmas regiões apresentaram uma variação maior, de 0,58 a
1165 0,77. Isto evidenciou que existe interação genótipos ambientes entre as diferentes regiões
1166 dos Estados Unidos e entre os grandes e pequenos rebanhos.

1167 Os rebanhos brasileiros tem boa produção de leite e baixa produção de gordura e
1168 proteína. Entretanto, todas as características podem ser melhoradas, dado a existência de
1169 variabilidade genética para seleção de indivíduos melhoradores. Apesar da maioria dos
1170 touros apresentaram genótipos estáveis às mudanças ambientais, com menor amplitude
1171 do gradiente ambiental para L e maior para P e G, observou-se interação genótipos
1172 ambientes do tipo complexa. São poucos os touros plásticos, embora podem ser utilizados
1173 para otimização dos ganhos genéticos, especialmente nos ambientes de maior produção.

1174

1175 **4.3 CONTAGEM DE CÉLULAS SOMÁTICAS NO LEITE**

1176

1177 A média de ECS foi de $3,23 \pm 1,11$, o que equivale a aproximadamente 196.000
1178 células somáticas/ml de leite, com valores mínimos e máximos, respectivamente, de 1,10
1179 e 5,70. Valor próximo foi observado por Pizzol et al. (2014), $3,74 \pm 0,07$ pelo método
1180 desenvolvido por Shook (1982). Já Andrade et al. (2007) encontraram valores maiores,
1181 $4,04 \pm 1,70$. O valor encontrado é bem inferior ao preconizado pela Instrução Normativa
1182 Nº 62 de 29 de dezembro de 2011, a qual preconizava que a partir de primeiro de julho
1183 de 2016 para as regiões Sul, Sudeste e Centro-Oeste e primeiro de julho de 2017 para as
1184 regiões Norte e Nordeste, o leite deveria apresentar uma contagem de células somáticas
1185 (CCS) máxima de 400.000 células/mL. Os baixos valores justificam-se por serem
1186 provenientes de animais pertencentes a rebanhos tecnificados, com alto padrão de higiene
1187 durante a ordenha e maior controle sanitário. Além disso, durante o controle leiteiro, que
1188 é realizado mensalmente, é possível identificar animais com mastite subclínica,

1189 responsável por perda na produção de leite de até 30% e alterações organolépticas do
1190 leite.

1191 Observou-se convergência a 5% para ECS no MA ($p>0,05$), MHNRRHO_{1P}
1192 ($p>0,05$) e MHNRRHE_{1P} ($p>0,05$), sendo que os modelos com dois passos apresentaram
1193 problemas de convergência. O MHNRRHO_{1P} foi o que apresentou o melhor ajuste aos
1194 dados (Tabela 4), evidenciando que os efeitos de GC, considerados como covariáveis
1195 desconhecidas no MHNRR_{1P}, são mais efetivos do que usar efeitos ambientais provenientes
1196 da estimação do MA como no caso dos MHNRR_{2P}, pois elimina a possibilidade de predição
1197 tendenciosa do mérito genético dos animais. Streit et al. (2013), ao avaliarem a contagem
1198 de células somáticas em vacas Holandesas na Alemanha, via normas de reação, não
1199 verificaram a presença da heterogeneidade residual de variâncias. Araujo et al. (2009),
1200 citam que a homogeneidade de variâncias pode ser considerada quando os touros
1201 avaliados apresentam filhos distribuídos em diferentes rebanhos. Adicionalmente,
1202 modelos muito parametrizados como os com inclusão da heterogeneidade residual de
1203 variâncias apresentam dificuldades de estimação dos componentes de variância, devido à
1204 estrutura de covariâncias e o fato das matrizes de incidência serem mais densas que para
1205 os modelos convencionais (El Faro e Albuquerque, 2003).

1206

1207 **Tabela 4** - Critério de informação da deviance (DIC), deviance baseada na ordenada preditiva
1208 condicional (CPO) e a deviance baseada nos fatores de Bayes (FB) para comparação entre o modelo animal
1209 padrão e o modelo hierárquico de norma de reação homocedástico um passo (MHNRRHO_{1P}) para o escore
1210 de células somáticas.

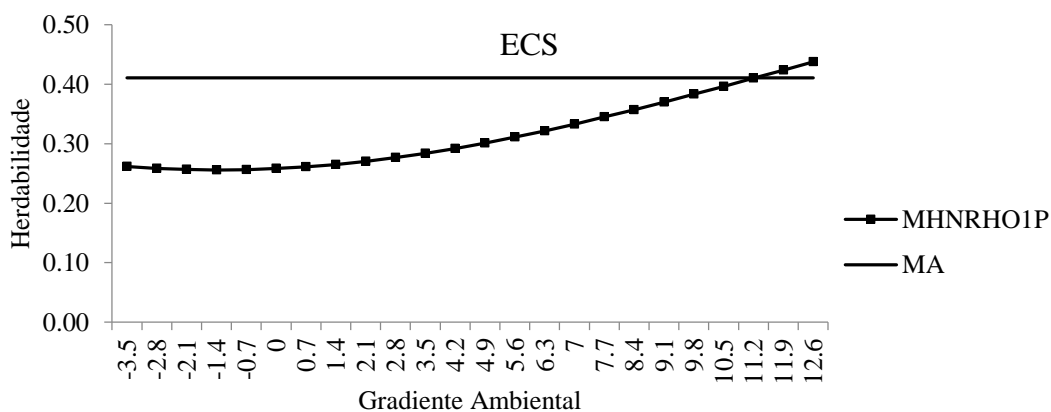
ECS			
Modelo	DIC	CPO	FB
MA	106291,4 ⁽²⁾	89990,94 ⁽²⁾	87529,71 ⁽²⁾
MHNRRHO _{1P}	105806,2 ⁽¹⁾	89075,37 ⁽¹⁾	86726,98 ⁽¹⁾
MHNRRHE _{1P}	107428,4 ⁽³⁾	90554,53 ⁽³⁾	88001,87 ⁽³⁾

1211 1 indica a classificação de melhor ajuste.

1212

1213 As amplitudes das soluções dos GC (X_i) variaram de -3,5 a 12,8 para ECS, sendo
1214 que essas amplitudes representaram os ambientes de baixo a alto manejo, com o valor
1215 zero representando o ambiente médio. A herdabilidade no MA foi de 0,41, já para o
1216 MHNRRHO_{1P} variou ao longo do gradiente ambiental de 0,26 a 0,44, para os menores e
1217 maiores valores de ECS, respectivamente (Figura 9). Nos ambientes que apresentaram

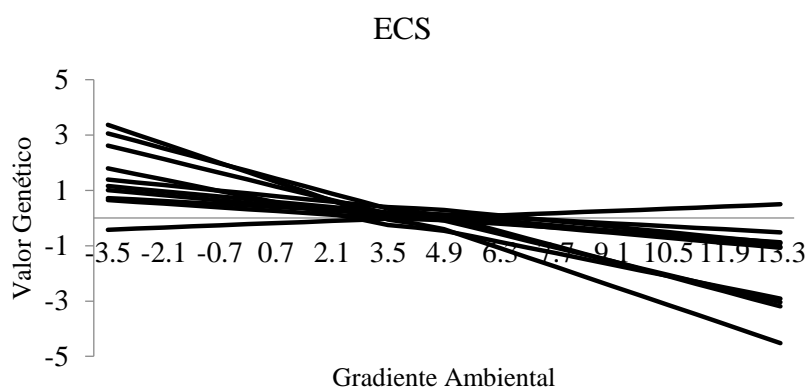
1218 menores valores de ECS, observou-se menor variação fenotípica, o que proporcionou
 1219 menores estimativas de herdabilidades. Contudo, maior herdabilidade foi verificada nos
 1220 ambientes menos favoráveis, em que observou-se maiores magnitudes dos valores de
 1221 ECS e levou a maiores estimativas da variância genética aditiva. Scarpati e Lôbo (1999),
 1222 também verificaram que menores valores de variância genética aditiva forneceram
 1223 menores estimativas de herdabilidades e isso estava associado a maiores variações nos
 1224 fenótipos. Ouweltjes et al. (2015) e Ismael et al. (2016b) verificaram herdabilidades duas
 1225 vezes menores nos ambientes mais favoráveis, quando comparado com os ambientes
 1226 desfavoráveis, para mortalidade de bezerros de vacas primíparas da raça Holandesa na
 1227 Holanda e para fertilidade de vacas Holandesas na Dinamarca, respectivamente.
 1228



1229 **Figura 9** - Herdabilidades do escore de células somáticas nos modelo animal padrão e modelo
 1230 hierárquico de normas de reação homocedástico um passo no Brasil.
 1231

1232
 1233 As estimativas de herdabilidade sugerem possibilidades de ganhos genéticos via
 1234 seleção com a diminuição da CCS. Adicionalmente, pode-se melhorar o manejo na
 1235 ordenha, a limpeza dos tetos e a nutrição. Atualmente já se sabe que touros que
 1236 condicionam úberes bem inseridos apresentam baixos índices de CCS e,
 1237 consequentemente, baixa mastite em sua progênie (Zavadilová et al., 2012). Outro ponto
 1238 importante é que a população de animais da raça Holandesa avaliada encontra-se em
 1239 propriedades com moderado ou alto nível tecnológico e parece que tem sido usados touros
 1240 que condicionam menores ECS, o que consequentemente leva a uma maior saúde da
 1241 glândula mamária das vacas. Herdabilidades menores para ECS foram verificadas por
 1242 Andrade et al. (2007) e Laak et al. (2016), 0,13 e 0,08, em vacas da raça Holandesa na
 1243 região Sudeste do Brasil e na Holanda, respectivamente.

1244 Quando se observa o comportamento dos valores genéticos dos 10 touros com
 1245 maior número de filhas no gradiente ambiental (Figura 10), verifica-se menores
 1246 diferenças entre os touros nos ambientes de baixo ECS e moderadas variações nos
 1247 ambientes de médio e alto ECS. Os touros mais utilizados apresentaram genótipos
 1248 extremamente robustos, entretanto houve inversão na classificação dos touros ao longo
 1249 do gradiente ambiental, ficando evidente que os melhores animais para um ambiente são
 1250 os piores para o outro. A amplitude das médias dos GC foi de 1,54 a 4,70, o que evidencia
 1251 possibilidade de ganhos genéticos via seleção quando se identifica os touros que
 1252 condicionam menores ECS nos ambientes mais favoráveis.
 1253



1254
 1255 **Figura 10** - Normas de reação ao longo do gradiente ambiental para o escore de células somáticas
 1256 obtido para os 10 touros da raça Holandesa com maior número de filhas no Brasil.

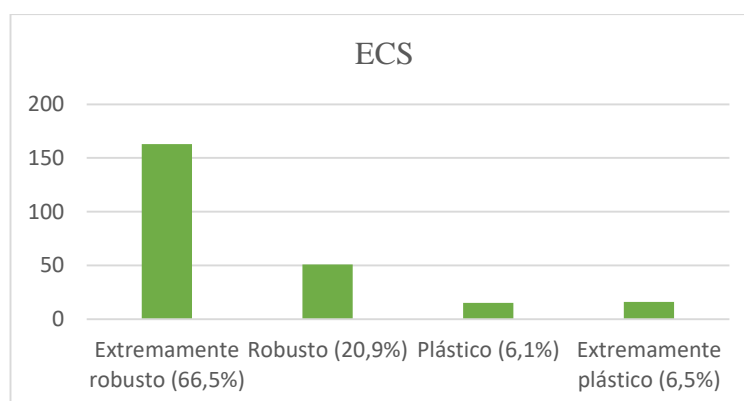
1257
 1258 A IGA verificada foi do tipo complexa, o que ressalta a importância de utilização
 1259 de touros específicos para cada ambiente ou sistema de produção. Esse tipo de interação
 1260 é considerada uma das mais complicadas, pois a utilização de touros de maneira errônea
 1261 leva a grandes perdas genéticas e desconsiderar a presença da IGA levará a aumento no
 1262 ECS, com redução do retorno econômico da atividade leiteira. A seleção de touros com
 1263 maiores méritos genéticos em determinada região requer bastante cuidado, pois suas
 1264 progênes podem não apresentar o mesmo desempenho quando criadas em regiões
 1265 diferentes da qual o touro foi selecionado. Tiezzi et al. (2017) verificaram moderada
 1266 influência ambiental para contagem de células somáticas em vacas Holandesas nos
 1267 Estados Unidos e, Ismael et al. (2016b), não verificaram reclassificação dos touros ao
 1268 longo de gradiente ambiental e consideraram a IGA nula para vacas Holandesas na
 1269 Dinamarca. A IGA verificada no Brasil para ECS, através da reclassificação dos touros,

1270 demonstra a grande utilização de sêmen de touros importados (cerca de 80%)
 1271 provenientes majoritariamente dos Estados Unidos e Canadá (Silva et al., 2015), no qual
 1272 os touros são escolhidos pelos criadores brasileiros pelo mérito genético quase que
 1273 unicamente para produção de leite. Fica evidente que a semelhança ambiental entre os
 1274 países temperados não evidencia interação genótipos ambientes, enquanto que no Brasil
 1275 a IGA é evidente devido as diferenças climáticas, apesar da escolha do touro não
 1276 considera-la.

1277 O desvio padrão médio das inclinações das normas de reação (b_j) foi de 0,0015,
 1278 com 87% dos touros apresentando genótipos robustos e extremamente robustos.
 1279 Entretanto, existem touros com sensibilidade ambiental que podem ser explorados,
 1280 embora menos de 13% dos animais apresentem genótipos plásticos ou extremamente
 1281 plásticos (Figura 11).

1282 O uso intenso na reprodução de touros famosos ou pais de filhas premiadas em
 1283 várias exposições agropecuárias locais é comum no Brasil, aliado a isto, a escolha do
 1284 reprodutor pelo preço mais acessível do sêmen ou por se destacar quanto ao número de
 1285 doses de sêmen vendida por uma determinada empresa são práticas também comuns entre
 1286 os criadores brasileiros que desconsideram totalmente a presença da interação genótipos
 1287 ambientes. Isso pode refletir em progênie com desempenhos inferiores, pois a maioria
 1288 dos touros apresentam genótipos robustos e extremamente robustos frente às variações
 1289 ambientais. O uso de touros plásticos, com potencial melhorador, deve ser preconizado,
 1290 especialmente quando a IGA é verificada, pois busca-se a máxima produção em cada
 1291 sistema produtivo.

1292



1293

1294 **Figura 11** - Inclinação das normas de reação com a porcentagem de touros da raça Holandesa
 1295 avaliados com genótipos extremamente robustos, robustos, plásticos e extremamente plásticos para o escore
 1296 de células somáticas no Brasil.

1297

1298 Os touros plásticos (extremamente plásticos e plásticos) foram os menos
 1299 utilizados pelos criadores, apresentando menores números de filhas quando comparados
 1300 com os animais com genótipos robustos (extremamente robustos e robustos), embora
 1301 estes tenham melhores PTA (habilidade prevista de transmissão), em ambiente de baixa
 1302 CCS e filhas com maiores produções de leite (Tabela 5). A amplitude de variação nos
 1303 valores genéticos é maior para os touros robustos, o que auxilia na identificação da IGA
 1304 complexa. Dentre os touros plásticos, somente 33% apresentou PTA negativa nos
 1305 ambientes que condicionam menores ECS, o que justifica o uso desses animais sem
 1306 prejuízo para a atividade leiteira local, que visa basicamente o aumento da produção de
 1307 leite. A utilização dos modelos de normas de reação pode ser uma importante alternativa
 1308 para direcionar o produtor na escolha adequada do touro mais indicado para cada sistema
 1309 de produção, além de conseguir distinguir dentre os touros com genótipos plásticos os
 1310 que de fato são melhoradores para a característica de interesse. Cunha et al. (2008),
 1311 evidenciaram que quanto menor o ECS menor a possibilidade de mastite e uma produção
 1312 de leite cerca de 10-30% maior, pelo simples fato da glândula mamária encontrar-se
 1313 saudável.

1314

1315 **Tabela 5** - Número médio de filhas e habilidade predita de transmissão dos genótipos extremamente
 1316 plásticos, plásticos, robustos e extremamente robustos de touros da raça Holandesa nos ambientes que
 1317 condicionam baixo, médio e alto escore de células somáticas no Brasil.

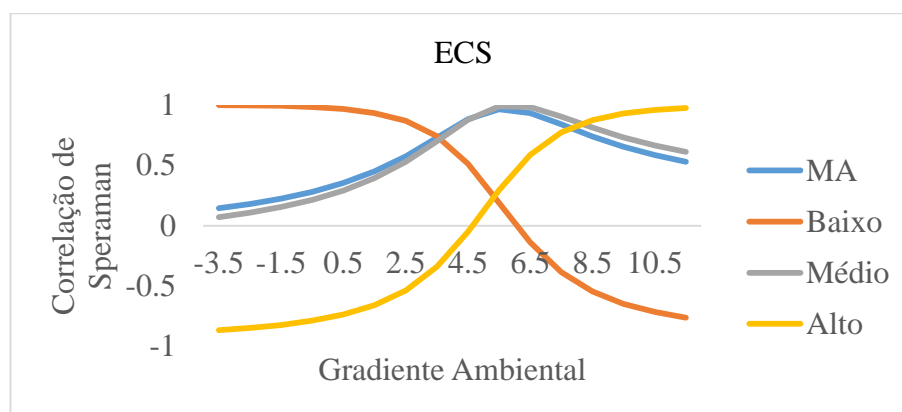
Genótipos	ECS				Produção de Leite aos 305 dias (kg)
	nero Médio Filhas	PTA Baixo	PTA Médio	PTA Alto	
EP e P	22,81	0,32	0,01	-0,37	8780
ER e R	52,34	0,53	-0,03	-0,70	7836

1318 EP – extremamente plástico; P – plástico; ER – extremamente robusto; R – robusto.

1319

1320 As correlações de Spearman entre as classificações dos touros no MA e
 1321 MHNRHO_{1P} variaram ao longo de gradiente ambiental de -0,99 a 0,99 (Figura 12).
 1322 Verificou-se correlações quase nulas entre o ambiente que condiciona baixo ECS e o
 1323 ambiente de médio ECS, bem como com a classificação obtida pelo MA. Correlação alta
 1324 e negativa foi verificada entre o ambiente de baixo ECS e o de alto, o que mostra que
 1325 animais selecionados em um ambiente não devem ser utilizados no outro. O MA e o

1326 ambiente de médio ECS apresentaram curvas semelhantes ao longo do gradiente
 1327 ambiental, indicando que touros selecionados pelo MA são semelhantes aos indicados
 1328 pelo ambiente médio. As correlações entre o ambiente de médio e alto ECS indicam que
 1329 seleção para um ambiente não deve se estender para o outro. Na escolha do touro deve-
 1330 se preconizar a semelhança entre os sistemas de produção, apesar de que, na maioria dos
 1331 casos, os pequenos e médios produtores rurais, com nível de tecnificação mais baixo,
 1332 normalmente escolhem touros pelo MA, o que equivaleria a touros adequados para
 1333 ambientes com médio e alto ECS. O reflexo dessa escolha são progênies com desempenho
 1334 inferior ao esperado, fato também relatado por Chegini et al. (2013), que também
 1335 verificou forte influência na importação de material genético para a raça Holandesa no
 1336 Irã.
 1337



1338
 1339 **Figura 12** - Correlações de Spearman entre as classificações dos touros da raça Holandesa para
 1340 escore de células somáticas obtidas pelo MA e MHNHRHO_{1P} para os diferentes níveis ambientais no
 1341 Brasil.

1342
 1343 Tiezzi et al. (2015) verificaram que as variáveis climáticas apresentam potencial
 1344 para serem incluídas nos modelos estatísticos que consideram a IGA em predições
 1345 genômicas de vacas Holandesas nos Estados Unidos. Tsuruta et al. (2015), também
 1346 observaram IGA entre as diferentes regiões dos Estados Unidos (Sudeste, Nordeste e
 1347 Sudoeste) e entre as grandes e pequenas propriedades para produção de leite de vacas
 1348 Holandesas através das correlações genéticas entre os diferentes ambientes. Ouweltjes et
 1349 al. (2015), ao verificar a mortalidade de bezerros de vacas Holandesas primíparas da
 1350 Holanda, encontraram correlações altas e positivas (acima de 0,90) entre os diferentes
 1351 ambientes, com melhoria da sobrevivência ao pós-parto duas vezes maior quando se
 1352 seleciona os touros para os ambientes desfavoráveis. Já Strandberg et al. (2009), ao

1353 estudar características reprodutivas em fêmeas Holandesas do Reino Unido, perceberam
1354 um comportamento de correlações de Spearman altas e negativas entre os valores
1355 genéticos dos touros nos ambientes baixo e médio/alto de intervalo de parto.

1356 Os valores médios de escores de células somáticas verificados indicam que o
1357 rebanho avaliado provém de sistemas produtivos mais tecnificados. Embora a seleção
1358 seja feita com base nos valores genéticos dos touros para a produção de leite (sem
1359 considerar IGA e seleção para redução do ECS) conseguiu-se reduzir a contagem de
1360 células somáticas, porém os ganhos genéticos podem ficar comprometidos se o
1361 melhoramento não for efetivo, pois Coldebella et al. (2004), evidenciaram que cada
1362 aumento de uma unidade na escala logarítmica natural para ECS, estima-se perdas de 238
1363 a 868 mL de leite/dia para vacas primíparas e múltíparas, respectivamente, entretanto a
1364 seleção é favorecida pela herdabilidade moderada e variabilidade genética. Assim, com a
1365 utilização dos modelos de normas de reação pode-se identificar os touros mais indicados
1366 para cada sistema produtivo brasileiro e, dessa maneira, escolher os touros de acordo com
1367 os critérios e objetivos de seleção dos produtores locais, visando sempre a escolha e
1368 seleção de indivíduos melhoradores.

1369

1370

1371

1372

1373

1374

1375

1376

1377

1378

1379

1380

1381

1382

1383

1384

V – CONCLUSÃO

1385

1386

1387 O modelo estatístico que melhor se ajustou aos dados, para todas as características,
1388 foi o hierárquico de normas de reação homocedástico um passo. A interação genótipos
1389 ambientes verificada foi do tipo complexa, tanto para características produtivas quanto
1390 reprodutivas. A maioria dos touros foram considerados robustos nas características
1391 avaliadas, indicando que o uso inadequado pode acarretar em menores ganhos genéticos
1392 para produção de leite, proteína e gordura, idade ao primeiro parto e contagem de células
1393 somáticas, levando a perdas econômicas para a atividade leiteira no Brasil.

1394 Apesar dos criadores não selecionarem os touros para reduzir a idade ao primeiro
1395 parto e contagem de células somáticas no leite, nem para aumentar a produção de proteína
1396 e gordura no leite, existe variabilidade genética no rebanho avaliado, principalmente se
1397 levada em consideração a interação genótipos ambientes.

1398 A maioria dos touros utilizados são de origem importada e apresentam genótipos
1399 robustos ou extremamente robustos, entretanto existem animais com genótipos sensíveis
1400 às mudanças ambientais e passíveis de serem identificados, o que possibilitaria um
1401 direcionamento nos acasalamentos para uso de touros específicos a cada sistema de
1402 produção e adaptados às condições tropicais locais.

1403

1404

1405

1406

1407

1408

1409

1410

1411

1412

VI – REFERÊNCIAS

1413

1414

1415 AMBROSINI, D.P.; MALHADO, C.H.M.; MARTINS FILHO, R.; CARDOSO, F.F.;
1416 CARNEIRO, P.L.S. Genotype x environment interactions in reproductive traits of
1417 Nellore cattle in northeastern Brazil. **Tropical Animal Health and Production**, v.48,
1418 n.5, 2016.

1419 ANDRADE, L.M.; EL FARO, L.; CARDOSO, V.L.; ALBUQUERQUE, L.G.;
1420 CASSOLI, L.D.; MACHADO, P.F. Efeitos genéticos e de ambiente sobre a produção de
1421 leite e a contagem de células somáticas em vacas holandesas. **Revista Brasileira de**
1422 **Zootecnia**, v.36, n.2, p.343-349, 2007.

1423 ARAUJO, C.V.; RESENDE, G.S.A.; ARAUJO, S.I.; RENNÓ, F.P.; TOMAZINI, A.P.I.;
1424 MARQUES, J.R.F. Interação genótipo x ambiente para produção de leite na raça Pardo
1425 Suíço, utilizando-se inferência Bayesiana. **Acta Scientiarum Animal Sciences**. Maringá,
1426 v.31, n. 2, p.205-211, 2009.

1427 BERTIPAGLIA, E.C.A.; SILVA, R.G.; CARDOSO, V.; MAIA, A.S.C. Estimativas de
1428 parâmetros genéticos e fenotípicos de características do pelame e de desempenho
1429 reprodutivo de vacas holandesas em clima tropical. **Revista Brasileira de Zootecnia**,
1430 v.36, n.2, p.350-359, 2007.

1431 BOLIGON, A.A.; RORATO, P.R.N.; FERREIRA, G.B.B.; WEBER, T.; KIPPERT, C.J.;
1432 ANDREAZZA, J. Herdabilidade e Tendência Genética para as Produções de Leite e de
1433 Gordura em Rebanhos da Raça Holandesa no Estado do Rio Grande do Sul. **Revista**
1434 **Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.5, p.1512-1518, 2005.

1435 BRASIL. Instrução Normativa Nº 62, de 29 de dezembro de 2011. Ministério da
1436 Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Diário Oficial [da] República Federativa do**
1437 **Brasil**, Brasília, DF, 30 dez. 2011. Seção 1, p. 24, 2011.

1438 CARDOSO, F.F. **Aplicação da Inferência Bayesiana no Melhoramento Animal**
1439 **Usando o Programa Intergen Manual da Versão 1.2**. Embrapa Pecuária Sul
1440 (Documento, 34). 2010.

1441 CHEGINI, A.; SHADPARVAR, A.A.; HOSSEIN-ZADEH, N.G. Genetic trends for
1442 milk yield, persistency of milk yield, somatic cell count and calving interval in Holstein
1443 dairy cows of Iran. **Iranian Journal of Applied Animal Science**, v.3, n.3, p.503-508,
1444 2013.

1445 COLDEBELLA, A.; MACHADO, P.F.; DEMÉTRIO, C.G.B.; RIBEIRO JUNIOR, P.J.;
1446 MEYER, P.M.; CORASSIN, C.H.; CASSOLI, L.D. Contagem de Células Somáticas e
1447 Produção de Leite em Vacas Holandesas Confinadas. **Revista Brasileira de Zootecnia**,
1448 v.33, n.3, p.623-634, 2004.

1449 CUNHA, R.P.L.; MOLINA, L.R.; CARVALHO, A.U.; FACURY FILHO, E.J.;
1450 FERREIRA, P.M.; GENTILINI, M.B. Mastite subclínica e relação da contagem de
1451 células somáticas com número de lactações, produção e composição química do leite em
1452 vacas da raça Holandesa. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**,
1453 v.60, n.1, p.19-24, 2008.

- 1454 DEZETTER, C.; LECLERC, H.; MATTALIA, S.; BARBAT, A.; BOICHARD, D.;
1455 DUCROCQ, V. Inbreeding and crossbreeding parameters for production and fertility
1456 traits in Holstein, Montbéliarde, and Normande cows. **Journal of Dairy Science**, v.98,
1457 n.7, 2015.
- 1458 DURÃES, M.C.; FREITAS, A.F.; VALENTE, J.; TEIXEIRA, N.M.; BARRA, R.B.
1459 Tendência Genética para a Produção de Leite e de Gordura em Rebanhos da Raça
1460 Holandesa no Estado de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.1, p.66-
1461 70, 2001.
- 1462 EL FARO, L.; ALBUQUERQUE, L.G. Utilização de Modelos de Regressão Aleatória
1463 para Produção de Leite no Dia do Controle, com Diferentes Estruturas de Variâncias
1464 Residuais. **Revista Brasileira de Zootecnia**. Salvador, v.32, n.5, p.1104-1113, 2003.
- 1465 FALCONER, D.S. Selection in different environments: effects on environmental
1466 sensitivity (reaction norm) and on mean performance. **Genetics Research**, v.56, p.57-70,
1467 1990.
- 1468 GEWEKE, J. Evaluating the accuracy of sampling-based approaches to the calculation of
1469 posterior moments. In: BERNARDO, J.M.; BERGER, J.O.; DAWID, A.P.; SMIT,
1470 A.F.M. (Eds.). **Bayesian statistics**. New York: Oxford University, 526p. 1992.
- 1471 HUQUET, B.; LECLERC, H.; DUCROCQ, V. Modelling and estimation of genotype by
1472 environment interactions for production traits in French dairy cattle. **Genetics Selection
1473 Evolution**, v.44, n.1, 2012.
- 1474 IRANO, N.; BIGNARDI, A.B.; EL FARO, L.; SANTANA JUNIOR, M.L.; CARDOSO,
1475 V.L.; ALBUQUERQUE, L.G. Genetic association between milk yield, stayability, and
1476 mastitis in Holstein cows under tropical conditions. **Tropical Animal Health Production**,
1477 v.46, p.529-535, 2014.
- 1478 ISMAEL, A.; STRANDBERG, E.; BERGLUND, B.; KARGO, M.; FOGH, A.;
1479 LOVENDAHL, P. Genotype by environment interaction for the interval from calving to
1480 first insemination with regard to calving month and geographic location in Holstein cows
1481 in Denmark and Sweden. **Journal of Dairy Science**, v.99, n.12, 2016b.
- 1482 KOLMODIN, R.; STRAMBERG, E.; MADSEN, P.; JENSEN, J.; JORJANI, H.
1483 Genotype by environment interaction in Nordic Dairy Cattle studied using reaction
1484 norms. **Acta Agriculture Scandinavia**, Section A, Animal Science, v.52, p.11-24, 2002.
- 1485 LAAK, M.; PELT, M. L.; JONG, G.; MULDER, H.A. Genotype by environment
1486 interaction for production, somatic cell score, workability, and conformation traits in
1487 Dutch Holstein-Friesian cows between farms with or without grazing. **Journal of Dairy
1488 Science**, v.99 n.6, 2016.
- 1489 LI, X.; LUND, M.S.; ZHANG, Q.; COSTA, C.N.; DUCROCQ, V.; SU, G. *Short
1490 communication*: Improving accuracy of predicting breeding values in Brazilian Holstein
1491 population by adding data from Nordic and French Holstein populations. **Journal of
1492 Dairy Science**, v.99, n.6, 2016.
- 1493 MARESTONE, B.S.; SANTOS, E.R.; SERRA, F.B.S.; MUNIZ, C.A.S.D.; MARQUES,
1494 C.P.; ALVES, K.B.; ALVES, M.V.; ALVES, R.C.M. Características reprodutivas, de

- 1495 crescimento e idade ao primeiro parto em bovinos da raça Holandesa. **Semina: Ciências**
1496 **Agrárias**, Londrina, v.34, n.6, suplemento 2, p.4105-4112, 2013.
- 1497 MCMANUS, C.; TEIXEIRA, R.A.; DIAS, L.T.; LOUVANDINI, H.; OLIVEIRA,
1498 E.M.B. Características produtivas e reprodutivas de vacas Holandesas e mestiças
1499 Holandês × Gir no Planalto Central. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.5, p.819-
1500 823, 2008.
- 1501 MONTALDO, H.H.; PELCASTRA-CRUZ, A.; CASTILLO-JUÁREZ, H.; RUIZ-
1502 LÓPEZ, F.J.; MIGLIOR, F. Genotype x environment interaction for fertility and milk
1503 yield traits in Canadian, Mexican and US Holstein cattle. **Spanish Journal of**
1504 **Agricultural Research**, v.15, 2017.
- 1505 NESSER, F.W.C.; VAN WYK, J.B.; DUCROCQ, V. A preliminar investigation into
1506 genotype x environment interaction in South African Holstein cattle for reproduction and
1507 production traits. **South African Journal of Animal Science**, v.44, 2014.
- 1508 OUWELTJES, W.; WINDIG, J.J.; VAN PELT, M.L.; CALLUS, M.P.L. Genotype by
1509 environment interaction for livability of dairy calves from first parity cows. **Animal**, v.9,
1510 n.10, p.1617-1623, 2015.
- 1511 PIZZOL, J.G.D.; THALER NETO, A.; FARIAS, D.K.; BRAUN, W.; WERNCKE, D.
1512 Contagem de Células Somáticas em Vacas da Raça Holandesa e Mestiças Holandês X
1513 Jersey. **Archives of Veterinary Science**, v.19, n.1, p.46-50, 2014.
- 1514 R DEVELOPMENT CORE TEAM. R: A language and environment for statistical
1515 computing. **R Foundation for Statistical Computing**, Vienna, Austria. URL
1516 <http://www.R-project.org/>. R Found. Stat. Comput. Vienna, Austria. 2013.
- 1517 RAFTERY, A.E.; LEWIS, S.M. Comment: One long run with diagnostics:
1518 Implementation strategies for markov chain monte carlo. **Statistical Science**, v.7, n.4,
1519 p.493-497, 1992.
- 1520 ROSO, V.M.; SHENKEL, F.S. AMC – A computer program to assess the degree of
1521 connectedness among contemporary groups. In: 8th World Congress on Genetics Applied
1522 to **Livestock Production**. Belo Horizonte, MG, Brasil August 13-18, communication no
1523 p.27-26, 2006.
- 1524 SCARPATI, M.T.V.; LÔBO, R.B. Modelos Animais Alternativos para Estimção de
1525 Componentes de (co)Variância e de Parâmetros Genéticos e Fenotípicos do Peso ao
1526 Nascer na Raça Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.28, n.3, p.512-518, 1999.
- 1527 SHOOK, G.E. Approaches to summarizing somatic cell count which improve
1528 interpretability [Dairy cows, mastites control toll]. **Bangladesh Agricultural Univ.**,
1529 Mymensingh. Dept. of Animal Husbandry. 1982.
- 1530 SILVA, M.H.M.A.; MALHADO, C.H.M.; COSTA JUNIOR, J.L.; CARNEIRO, P.L.S.;
1531 COBUCI, J.A.; COSTA, C.N.C. Population genetic structure in the Holstein breed in
1532 Brazil. **Tropical Animal Health and Production**, v.47, n.7, 2015.

- 1533 SILVA, J.A.V.; MELIS, M.H.; ELER, J.P.; FERRAZ, J.B.S. Estimação de Parâmetros
1534 Genéticos para Probabilidade de Prenhez aos 14 Meses e Altura na Garupa em Bovinos
1535 da Raça Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.5, p.1141-1146, 2003.
- 1536 SMITH, B.J. **Bayesian output analysis program (BOA) version 1.1.7.2 User's**
1537 **manual**. Iowa: University Of Iowa., 2007.
- 1538 STOCK, L.A.; CARNEIRO, A.V.; CARVALHO, G.R.; ZOCCAL, R.; MARTINS, P.C.;
1539 YAMAGUCHI, L.C.T. Sistemas de produção e sua representatividade na produção de
1540 leite no Brasil. In: Reunião da Associação Latino-americana de Produção Animal, Cuzco.
1541 **Anais, ALPA**. p.17-18, 2008.
- 1542 STRANDBERG, E.; BROTHERSTONE, S.; WALL, E.; COFFEY, M.P. Genotype by
1543 environment interaction for first-lactation female fertility traits in UK dairy cattle.
1544 **Journal Dairy Science**, v.92, p.3437-3446, 2009.
- 1545 STREIT, M.; REINHARDT, F.; THALLER, G.; BENNEWITZ, J. Genome-wide
1546 association analysis to identify genotype \times environment interaction for milk protein yield
1547 and level of somatic cell score as environmental descriptors in German Holsteins.
1548 **Journal of Dairy Science**, v.96, n.11, 2013.
- 1549 SU, G. MADSEN, P.; LUND, M.S.; SORENSEN, D.; KORSGAARD, I.R., JENSEN, J.
1550 Bayesian analysis of the linear reaction norm model with unknown covariates. **Journal**
1551 **Animal Science**, v.84, p.1651-1657, 2006.
- 1552 TIEZZI, F.; LOS CAMPOS, G.; PARKER GADDIS, K.L.; MALTECCA, C. Genotype
1553 by environment (climate) interaction improves genomic prediction for production traits
1554 in US Holstein cattle. **Journal of Dairy Science**, v.100, n.3, 2017.
- 1555 TIEZZI, F.; PARKER GADDIS, J.S.C.; MALTECCA, C. Accounting for Genotype by
1556 Environment Interaction in Genomic Predictions for US Holstein Dairy Cattle.
1557 **INTERBULL BULLETIN** N°. 49. Orlando, Florida, July 09 - 12, 2015.
- 1558 TORAL, F.L.B.; SILVA, L.O.C.; MARTINS, E.N.; GONDO, A.; SIMONELLI, S.M.
1559 Interação genótipo \times ambiente em características de crescimento de bovinos da raça
1560 Nelore no Mato Grosso do Sul. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa,
1561 v.33, n.6, p.1445-1455, 2004.
- 1562 TSURUTA, S.; LOURENCO, D.A.L.; MISZTAL, I.; LAWLORT, T.J. Genotype by
1563 environment interactions on culling rates and 305-day milk yield of Holstein cows in 3
1564 US regions. **Journal of Dairy Science**, v.98, n.8, 2015.
- 1565 VARGAS, A.D.F.; FARO, L.E.; CARDOSO, V.L., MACHADO, P.F.; CASSOLI, L.D.
1566 Estimação de parâmetros genéticos para a produção de leite no dia do controle e em 305
1567 dias para primeiras lactações de vacas da raça Holandesa. **Revista Brasileira de**
1568 **Zootecnia**, v.35, n.5, p.1959-1965, 2006.
- 1569 VOGES, J.G.; THALER NETO, A.; KAZAMA, D.C.S. Qualidade do leite e a sua relação
1570 com o sistema de produção e a estrutura para ordenha. **Revista Brasileira de Ciência**
1571 **Veterinária**, v.22, n.3-4, p.171-175, 2015.

- 1572 WEBER, T.; RORATO, P.R.N.; FERREIRA, G.B.B.; BOLIGON, A.A.; GHELLER,
1573 D.G.; GUTERRES, L.F.W. Coeficientes de herdabilidade e correlações genéticas para as
1574 produções de leite e de gordura, em diferentes níveis de produção, para raça Holandesa
1575 no estado do Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.2, p.514-519,
1576 2005.
- 1577 ZAVADILOVÁ, L.; ŠTÍPKOVÁ, M. Genetic correlations between longevity and
1578 conformation traits in the Czech Holstein population. **Czech Journal of Animal Science**,
1579 v. 57, n. 3, p.125-136, 2012.